Duurzaam herbestemmen

Herbestemming Johan Willem Friso Gebouw te Ede voor Stichting Akoesticum



Marije Pet

Morelstraat 67
3552 GM Utrecht

06 30 08 33 60
marije.pet@student.hu.nl

Studentnummer 1538463
Bouwkunde – Restauratie
TBWK-AFR8-03

Afstudeerbureau

Architectuurbureau Sluijmer en Van Leeuwen
Kerkstraat 21
3581 RA Utrecht

Begeleider:
Dhr. J. M. Sluijmer

030 23 18 761

Hogeschool Utrecht

Eerste begeleider:
Dhr. J. Spreksel

Tweede begeleider:
Dhr. C. Hensbergen

Duurzaam herbestemmen

Herbestemming Johan Willem Friso Gebouw te Ede voor Stichting Akoesticum

Marije Pet

Morelstraat 67
3552 GM Utrecht

06 30 08 33 60
marije.pet@student.hu.nl

Studentnummer 1538463
Bouwkunde – Restauratie
TBWK-AFR8-03

Oktober 2011

Samenvatting

Inhoudsopgave

Samenvatting **3**
Afkortingen en definities **5**
Inleiding **6**
1. Kazernecomplex Ede **7**
1.1 Situatie 8
1.2 Interne waardestelling 8
1.3 Ontwikkelingsplan Kazerneterrein 10
2. DuMo toets **11**
2.1 DuMo toets gebouw 42 12
2.1.1 Mo-coëfficiënt gebouw 42 12
2.1.2 Du-index gebouw 42 13
2.1.3 DuMo profiel gebouw 42 13
2.1.4 Advies 13
2.1.5 Rc-waarde gevels 13
2.1.6 Installaties 13
3. Na-isoleren **14**
3.1 Gevel isolatie 14
3.1.1 Temperatuurverloop in constructie 15
3.1.2 Condensatie 17
3.1.3 Conclusie 19
3.2 Dak isolatie 19
3.2.1 Temperatuurverloop 20
3.2.2 Dampspanningverloop 21
3.2.3 Conclusie 23
3.3 Kiezen isolatiemateriaal 23
3.3.1 Productie energie 24
3.3.2 Levensduur isolatiemateriaal 25
3.3.3 Gezondheid 26
3.3.4 Advies 26
3.3.5 Monumentenglas 26
4. Installaties **27**
4.1 Programma van Eisen 27
4.1.1 Huidig energieverbruik 28
4.1.2 Gewenst binnenklimaat 28
4.1.3 Ventilatie 29
4.1.4 Advies ventilatiesysteem 32
4.1.5 Warmtebehoefte 32
4.1.6 Koeling 35
4.1.7 Elektriciteit 35
5. Energiegebruik **36**
5.1 Kengetallen ..... **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**
5.2 Besparen 37
5.2.1 Gas 37
5.2.2 Water 39
5.2.3 Elektriciteit 41
5.3 Installatieconcept 42
5.4 Monumentale waarde 43
6. DuMo-toets na ingreep **43**
7. Ontwerp **44**
8. Literatuur **46**
9. Bijlagen **50**

Afkortingen en definities

BVO
- bruto vloeroppervlak, oppervlakte van een ruimte inclusief de wanden en de constructieonderdelen die zich in die ruimte bevinden

dubo
- duurzaam bouwen

du-index
- geeft de waarde aan van de duurzame aspecten in het gebouw

dumo
- duurzame monumentenzorg

dumo toets
- toets om het energielabel van een monumentaal pand te bepalen

Duurzaam

Duurzaamheid

Energiebesparing
- Energiebesparing is het zo efficiënt mogelijk omgaan met energie die met behulp van fossiele brandstoffen is opgewekt (de primaire energie). De inzet van duurzame energie ter vervanging van primaire energie valt niet onder het begrip energiebesparing.[1]

Energiegebruik
- **De energiebronnen die men gebruikt in het pand**

Energieverbruik
- **De energie die wordt verbruikt tijdens het gebruik van het pand**

GO
- gebruiksoppervlak

mo-coefficient
- coëfficiënt die aangeeft wat de monumentale waarde van het pand is. Deze waarde ligt tussen 1 en 3.

Nominaal vermogen
- Dit is het vermogen van een apparaat of installatie dat constant geleverd kan worden.

NVO
- netto vloeroppervlak, oppervlakte van een ruimte zonder de wanden en de constructieonderdelen die groter zijn dan 0,5 m^2 en vides en trappen die groter zijn dan 4 m^2.

Warmtedoorgangscoëfficiënt
- weerstand van het materiaal voor warmte, de coëfficiënt geeft aan hoeveel warmte het materiaal doorlaat.

dB(A)
- geluidsterkte in decibel

[1] http://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/, bezocht op 9-11-2011

Inleiding

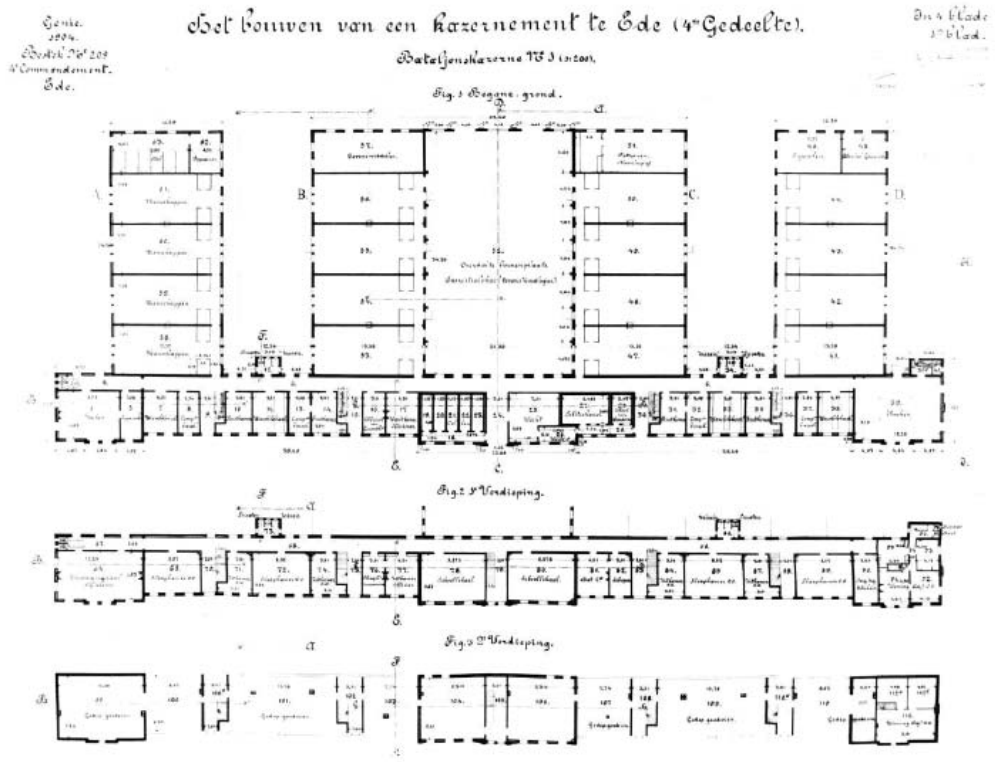
- doelstelling
- wat ga ik onderzoeken
- hoe ga ik dit onderzoeken
- wat zijn mijn doelen

1. Kazernecomplex Ede[2]

Met de bouw van de eerste gebouwen op het kazernecomplex Ede werd in 1904 begonnen. Dit zijn de huidige Prins Mauritskazerne en Johan Willem Friso kazerne, respectievelijk gebouw 41 en gebouw 42. De bouwvergunning werd afgegeven aan kapitein eerst aangewezen – ingenieur Van Stolk uit Arnhem. Hij is vermoedelijk ook de architect van de twee gebouwen. De Prins Maurits- en Johan Willem Friso kazerne behoren tot het monumentale deel van het kazernecomplex. Nadat de bouw van deze twee kazernes was voltooid in 1906 werd het complex uitgebreid aan de noordzijde van het terrein. Dit gebeurde in de periode 1908-1936. Aan de gebouwen is te zien in welke periode ze zijn gebouwd, de detaillering verschilt per bouwperiode. Er zijn drie bouwstijlen op het terrein te onderscheiden, neo renaissance stijl, chaletstijl en Amsterdamse School.

De gebouwen 41 en 42 zijn in neo renaissance stijl opgetrokken. Deze stijl was in de mode in de periode 1870-1915. De kazernes zijn van het lineaire type met achtervleugels. De kazernes zijn langgerekt. Over het langgerekte deel zijn er vleugels gebouwd, zie afbeelding 1.

De kazerne waar Akoesticum zich wil gaan vestigen is de Johan Willem Friso kazerne, gebouw 42. Deze kazerne is op 11-12-2006 ingeschreven in het monumentenregister als rijksmonument met monumentnummer 523488.

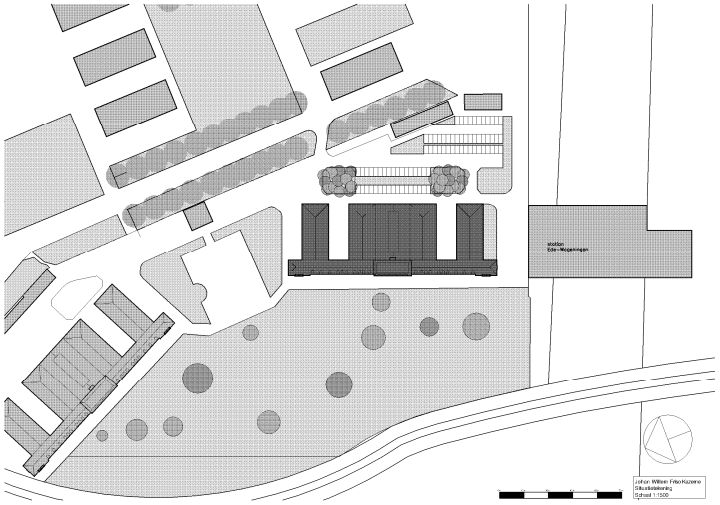


Afbeelding 1. Bouwtekeningen Maurtiskazerne, 1904 (afkomstig gemeente archief Ede/plan van christenunie ede)

[2] Deze omschrijving is tot stand gekomen met behulp van de omschrijving uit het monumentenregister, dat is bezocht op 29-08-2011.

1.1 Situatie

De kazerne is gelegen in Ede, nabij het treinstation Ede-Wageningen. De Johan Willem Friso Kazerne is met de voorgevel op het westen georiënteerd, met een kleine verdraaiing richting het noorden. De oriëntatie is noord-west / west, zoals is te zien op afbeelding 1.



Afbeelding 1. Situatietekening Johan Willem Friso kazerne, Ede

1.2 Interne waardestelling

De omschrijving in het monumentenregister is geschreven als een interne waardestelling. De beschrijving is zo volledig dat deze wordt gebruikt als interne waardestelling voor het exterieur. De belangrijkste beschrijvingen worden in deze paragraaf genoteerd. De gehele omschrijving is toegevoegd als bijlage 1.

Het interieur wordt in de omschrijving van het monumentenregister niet beschreven. Er wordt wel vermeld dat het interieur grotendeels niet meer in oorspronkelijke staat bewaard is gebleven.

1.2.1 Exterieur

“Infanteriekazerne 'Johan Willem Friso' bestaande uit een fors risalerend middenpaviljoen van drie bouwlagen, geflankeerd door lange vleugels van twee bouwlagen uiterst links en rechts afgesloten door risalerende hoekpaviljoens van twee bouwlagen. Deze onderdelen worden afgesloten door een afgeplat schilddak gedekt met rode kruispannen met in de schilden meerdere dakkapellen. Tegen de achtergevel bevinden zich drie diepe aanbouwen bestaande uit een brede driebeukige middenaanbouw met uiterst links en rechts een éénbeukige aanbouw. De hogere middenbeuk van de middenaanbouw wordt afgesloten door een groot zadeldak met lichtlantaarn met aan weerszijden een smaller zadeldak ter afsluiting van de lagere zijbeuken. De aanbouwen uiterst links en rechts worden afgesloten door een zadeldak. Alle zadeldaken aan de achterzijde zijn gedekt met rode Hollandse pannen. De gevels zijn opgetrokken in bruinrode baksteen in kruisverband met zandstenen speklagen, waterlijsten en deuromlijstingen.” [3]

1.2.2 Waardering exterieur

“- Van architectuurhistorische waarde als voorbeeld van een infanteriekazerne uit 1906 in neo-renaissance stijl met gaaf exterieur.

- Van stedenbouwkundige waarde vanwege de functioneel-ruimtelijke relatie met de Mauritskazerne in het bijzonder en de andere onderdelen van het complex, strategisch gelegen buiten de randstad op de Veluwe in de nabijheid van het spoor.

[3] Citaat van de website http://monumentenregister.cultureelerfgoed.nl/ bezocht op 29-08-2011

- Van cultuurhistorische waarde als onderdeel van symmetrisch opgezette infanteriekazernes van het lineaire type met een beginnende decentralisatie, dat zich uiteindelijk zal ontwikkelen tot het paviljoenstelsel. Als lineair type kazerne van belang voor de geschiedenis van de Nederlandse krijgsmacht." [4]

1.2.3 Interieur

De onderstaande afbeeldingen zijn van het interieur van gebouw 42.



Afbeelding 2. Grote zaal, voorheen opslag van legervoertuigen



Afbeelding 3. Verblijfsruimte met verlaagd plafond



Afbeelding 4. Een originele trap op de begane grond



Afbeelding 5. Verblijfsruimte op de zolderverdieping



Afbeelding 6. Onderdeel dakconstructie

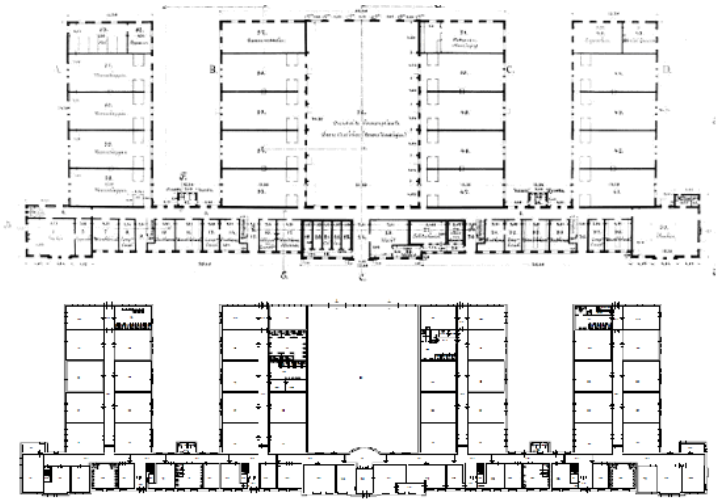


Afbeelding 7. Hoofdentree kazerne 42

[4] Citaat van de website http://monumentenregister.cultureelerfgoed.nl/ bezocht op 29-08-2011

1.2.4 Waardering interieur

In de omschrijving uit het monumentenregister is aangegeven, dat het oorspronkelijke interieur van het gebouw grotendeels niet meer in oorspronkelijke staat bewaard is gebleven. De indeling van de ruimten is volledig aangepast. Dit is goed te zien op de onderstaande tekeningen. Het interieur heeft nauwelijks tot geen monumentale waarde. De monumentale waarde die nog wel aanwezig is, zijn de trappen in het hoofdgebouw die leiden naar de bovenliggende verdiepingen.



Afbeelding 8. Oorspronkelijke (boven) en huidige (onder) situatie kazerne

1.3 Ontwikkelingsplan Kazerneterrein

Sinds 16 december 2010 is de gemeente Ede eigenaar van het gehele kazerneterrein. Een groot deel van de gebouwen op het terrein wordt gesloopt. Voor de gebouwen die blijven staan wordt er een nieuwe functie bedacht. De gemeente heeft een ontwikkelingsplan voor het kazerneterrein opgesteld. Met de herbestemming van gebouw 42 is er ook te maken met dit ontwikkelingsplan. Hieronder zijn puntsgewijs de belangrijkste plannen opgesomd, opgedeeld in de verschillende categorieën die het plan hanteert.

Economie:

- Combinatie wonen - werken;
- Combinatie wonen - zorg;
- Recreatieve functies creëren;
- Creëren van een multifunctionele omgeving;
- Geen detailhandel.

Cultuur en Kunst:

- Toonaangevende culturele voorzieningen;
- Versterken en verbreden van culturele infrastructuur en aanbod;
- Realiseren van een Exposeum (tentoonstellingsruimten en museale functie) in combinatie met goede horecavoorzieningen;
- Uitbreiden van het activiteitenprogramma.



Afbeelding 9. Ontwikkelingsplan kazerneterrein gemeente Ede

Recreatie:

- Aantrekkelijke recreatieve omgeving die in teken staat van de authenciteit en kwaliteit van het gebied;
- Veluwe Transferium (provinciaal) betrekken bij Ede;

- Voldoende speelplekken creëren afgestemd op het aantal te ontwikkelen woningen.

DuBo:
- Ontwikkelen van een kwalitatief goede woon- en leefomgeving voor nu en in de toekomst;
- Energie Prestatie Coëfficiënt voor nieuwbouw 10% lager dan wettelijk is vastgelegd in het bouwbesluit;
- Energie Prestatie op Locatie[5] (EPL) minimaal 8 (geldt voor nieuwbouw);
- Flexibel en energiezuinig bouwen;
- DuMo toets voor te herbestemmen monumenten.

Water:
- Scheiden van vuil en schoon afvoerwater;
- Bestaande waterbassins inpassen in toekomstig ontwerp.

Van de bovenstaande punten is veel op de nieuwbouw van toepassing. De DuMo toets geldt voor de herbestemming van gebouw 42. Daarnaast kan er ook gekeken worden naar de plannen die worden voorgesteld voor het watergebruik op het kazernecomplex.

2. DuMo toets

Het doel is om gebouw 42 zo duurzaam mogelijk te laten functioneren en de monumentale waarde van het pand te bewaren. Er wordt gestreefd naar een DuMo score die past in energielabel D. Energielabel D geldt vanaf 2007 als minimum voor her te bestemmen en te restaureren panden.

De Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed heeft in samenwerking met het SBR een DuMo toets ontwikkeld. DuMo staat voor Duurzame Monumenten. Met deze toets kan er aan het monument een energielabel worden toegekend. In vergelijking met de huidige nieuwbouw komen monumenten slecht uit de bus wat betreft het energieverbruik. Daarom zijn er voor het energielabel voor monumenten twee coëfficiënten ontwikkeld, de Mo-coëfficiënt (monumenten) en de Du-index (duurzaam). Door de twee coëfficiënten met elkaar te vermenigvuldigen wordt het DuMo waarde (duurzame monumenten) bepaald, waarna er een energielabel kan worden bepaald. Hiermee worden de energielabels voor de monumenten op waarde geschat. In het Handboek Duurzame Monumentenzorg zijn 20 strategieën beschreven hoe men het hoogste DuMo profiel kan bereiken. Een samenvatting van deze strategieën is te vinden in bijlage 2.

2.0.1 Mo-coëfficiënt

Het Mo-coëfficiënt wordt bepaald aan de hand van een aantal factoren. Niet elke factor hoeft van groot belang te zijn om een hoge Mo-coëfficiënt te bereiken. De factoren worden beoordeeld met de scores P, Q, R en S. Score P is een zeer positieve score, score S is een negatieve of storende score. Naast de factoren die worden beoordeeld met deze scores is ook de aanraakbaarheid van het monument van belang voor de Mo-coëfficiënt. De aanraakbaarheid is opgedeeld in vier categorieën, A, B, C en X. Categorie X is weer opgedeeld in drie subcategorieën. Een monument in categorie A kan nagenoeg niet worden aangeraakt. Vrijwel alle aanpassingen zijn in het teken van het behoud van de cultuurwaarden. Panden in categorie X zijn geen monumenten maar wel panden die behouden moeten blijven. In bijlage 3 is het schema voor de aanraakbaarheid opgenomen. Een Mo-coëfficiënt ligt tussen de 1 en 3. Deze coëfficiënt wordt bepaald door het beantwoorden van de vragen uit bijlage 3. Hoe positiever de antwoorden zijn, hoe hoger de Mo-coëfficiënt wordt.

2.0.2 Du-index

In de Du-index wordt er onderscheid gemaakt tussen energie, materialen en water. Het spreekt voor zich dat materialen met een lange levensduur duurzamer zijn dan materialen met een korte levensduur. Hetzelfde geldt voor natuurlijke materialen, waarvoor er in het vervaardigproces minder energie nodig is dan bijvoorbeeld voor staal.

[5] EPL: 'De EPL is een communicatie-instrument dat met één rapportcijfer waardering geeft aan de energieprestatie van een woonwijk. Met dit instrument bepaalt u vóór de bouw of herstructurering hoe groot de CO_2-emissiereductie is die u wilt realiseren op de locatie en in de woning. Een EPL-studie met verschillende opties voor de energievoorziening wordt doorgaans uitgevoerd door een adviesbureau.' Agentschap NL

Bij energie kijkt men naar de warmteopwekking, warmteafgifte, ventilatie, isolatie en naar het stook- en ventilatiegedrag van de gebruikers van het gebouw. Bij water wordt er vooral gekeken naar de mogelijkheden om vuilwater en hemelwater te (her)gebruiken.

2.1 DuMo toets gebouw 42

Met behulp van het Excel programma 'DuMo-toets' wordt er voor gebouw 42 een DuMo toets uitgevoerd in de bestaande situatie. Later in het onderzoek wordt er een DuMo toets uitgevoerd voor de nieuwe situatie. In 2007 gold voor monumenten minimaal energielabel D. Deze minimale score wordt voor gebouw 42 aangehouden. Om deze score te halen, moet de Milieu Index Gebouw (GreenCalc+) uitkomen tussen de 163 en 197. De Milieu Index Gebouw (MIG) is één van de gangbare methoden is om een energielabel voor een gebouw te bepalen. Deze MIG wordt ook gebruikt om het energielabel voor het monument te bepalen.

2.1.1 Mo-coëfficiënt gebouw 42

Om de DuMo-toets uit te kunnen voeren moet er worden bepaald in welke categorie monumenten gebouw 42 valt. Tijdens de tweede wereld oorlog heeft het gebouw ernstige schade opgelopen. Daardoor is er een grote kaalslag ontstaan, zoals te zien is op afbeeldingen 10 en 11. De indeling van het pand is veel veranderd. Het oorspronkelijke interieur is nauwelijks meer terug te vinden. Het gebouw staat sinds 2006 ingeschreven in het monumentenregister. Door de bovenstaande feiten vallen categorie A en X af. Gebouw 42 past zowel in categorie B als in categorie C. Monumenten in categorie C staan er bekend om veel veranderingen te hebben doorstaan en dat veranderingen in teken staan van de functionaliteit van het monument. De herbestemming die op handen is, heeft te maken met de functionaliteit van het monument. Gebouw 42 wordt in categorie C geplaatst.

Vervolgens wordt de tabel uit bijlage 3 ingevuld. De vragen kunnen worden beantwoord aan de hand van de waardering van de waardestelling uit hoofdstuk 1. De Mo-coëfficiënt komt uit op 1,4. Deze score is op de volgende manier berekend:

- Score P = 1,5 * 6 = 9
- Score Q = 1,3 * 4 = 5,2
- Score R = 1,15 * 1 = 1,15
- Score S = 1,0 * 0 = 0

In totaal is de score 15,35. Gedeeld door de elf vragen komt de score uit op 1,39. Afgerond is dit 1,4.



Afbeelding 10. Kazerne 1906



Afbeelding 11. Kazerne 2010

2.1.2 Du-index gebouw 42

De Du-index wordt aan de hand van het rekenmodel in het computerprogramma Excel berekend. Dit rekenmodel is opgezet door de Stichting Bouwresearch in samenwerking met …. In de berekening is er van uit gegaan dat de kazerne nog volledig in gebruik is. In bijlage 4 is de uitdraai van de berekening te vinden. De Du-index komt uit op 68.

2.1.3 DuMo profiel gebouw 42

Door de Mo en Du factoren met elkaar te vermenigvuldigen wordt het DuMo-profiel bepaald. Het DuMo profiel voor gebouw 42 in de huidige toestand komt uit op 96. Hiermee kan men het pand indelen in energielabel G (Handboek Duurzame Monumentenzorg, pagina 41).

2.1.4 Advies

Om de score te verbeteren zijn er veel maatregelen die men kan treffen. In het Handboek Duurzame Monumenten staan 20 strategieën beschreven om een beter DuMo profiel te behalen. Het beste van elke strategie wordt gebruikt om een zo hoog mogelijk DuMo profiel te halen voor het Akoesticum. Factoren in de toets die een negatief effect hebben op de uitkomst van het DuMo-profiel zijn:

- Lage Rc-waarde gebouwschil;
- Installaties voor het opwekken van warmte en koeling.

In het onderzoek worden deze twee factoren de belangrijkste factoren om te verbeteren. Daarnaast wordt er gekeken hoe het waterverbruik gereduceerd en verbeterd kan worden.

2.1.5 Rc-waarde gevels

De Rc-waarde van de buitenschil kan in waarde verhogen wanneer deze wordt nageïsoleerd. Na-isoleren kan condensatieproblemen veroorzaken doordat het dauwpunt op een andere plaats in de constructie komt te liggen. Na-isolatie moet daarom zorgvuldig worden uitgevoerd.

De Rc-waarde van de gevel is in de bestaande toestand 0,4 m^2K/W, uitgaande van een gemiddelde muurdikte van 400 mm en een lambda van 1,0 W/m^2K.

Volgens het bouwbesluit moet een constructieonderdeel dat grenst aan de buitenlucht voldoen aan een Rc-waarde van minimaal 2,5 m^2K/W. Dit staat gelijk aan een U-waarde van 0,4 W/m^2K. Hoogstwaarschijnlijk wordt de eis voor de Rc-waarde aangescherpt van 2,5 m^2K/W in het bouwbesluit 2003 naar 3,5 m^2K/W in het bouwbesluit 2012. Er wordt gekozen om het gebouw alvast aan deze aangescherpte eis te laten voldoen.

2.1.6 Installaties

De aanwezige installaties, twee ketels en een ventilatiesysteem, zijn verouderd. De ketels komen uit het jaar 1992. Het ventilatiesysteem is onbekend. De ketels zijn op gas gestookt. Gas is een fossiele brandstof. De productie en verbranding hiervan is een milieuvervuilende activiteit, er komt CO_2 vrij bij verbranding. Gas is één van de schoonste eindige brandstoffen. De energie die benodigd is voor het

koelen en opwarmen van het gebouw kan ook op een duurzame manier. Er wordt onderzocht welke manier van energieopwekking het beste past bij dit gebouw.

3. Na-isoleren

In dit hoofdstuk wordt er onderzocht of het na-isoleren van gevels en daken mogelijk is. Er zijn verschillende methoden voor na-isoleren. Er kan geïsoleerd worden aan de buitengevel, binnengevel en in de spouw. Buitengevelisolatie is, gezien de monumentale status van het gebouw, niet mogelijk. De buitenschil heeft geen spouw, deze vorm van na-isoleren valt daarom ook af. Binnengevelisolatie is voor het Akoesticum wel mogelijk.

Om in het duurzaamheidaspect te blijven wordt er gekeken naar de meest duurzame vorm van na-isoleren. Er moet gekeken worden naar de materialen waarvan het isolatiemateriaal wordt gemaakt, wat het vervaardigen van het materiaal aan energie heeft gekost en hoeveel materiaal er nodig is om de gewenste isolatiewaarde te halen. Naast het duurzaamheidaspect komt hier het financiële aspect om de hoek kijken. Er wordt vergeleken of het gebruik van natuurlijke isolatiematerialen rendabel is in vergelijking met niet natuurlijke isolatiematerialen.

3.1 Gevel isolatie

De Rc-waarde van de gevel moet na het isoleren 3,5 m^2K/W bedragen. Er wordt vanuit gegaan dat de bouwmuur na na-isolatie bestaat uit vijf lagen (van buiten naar binnen):

- bouwmuur;
- isolatiemateriaal;
- dampremmende laag;
- gipsplaat;
- stucwerk.

Of na-isolatie mogelijk is, hangt af van de hoeveelheid condensatie die r in de constructie ontstaat. Of er condensatie optreedt in de constructie wordt bepaald door het verwachte en de werkelijk heersende dampspanning in de constructie. Als de werkelijk heersende dampspanning hoger is dan de verwachte dampspanning, dan ontstaat er condensatie in de constructie. De dampspanning hangt af van de temperatuur in de constructie. Er wordt een temperatuur en een dampspanningverloop opgesteld om te kunnen bepalen of er condensatie in de constructie optreedt.

Om de juiste temperatuur en dampspanningverloop te kunnen bepalen, moeten er al een aantal materialen worden gekozen. Dit zijn het stucwerk en de gipsplaten. De gipsplaten komen voor in gipsvezelplaten en gipskartonplaten. Gipsvezelplaten zijn erg stootvast maar hierdoor moeilijk te verwerken. Gipskartonplaten zijn gemakkelijk te verwerken. Beide soorten platen kunnen slecht tegen vocht en zijn goed brandwerend. Gipskartonplaten hebben een lagere lambda waarde en een hogere µ-waarde. Dat deze eigenschappen een positieve invloed hebben op het verloop van temperatuur en dampspanning, wordt later in het onderzoek uitgelegd. Er wordt gekozen voor gipskartonplaten.

De basis van het stucwerk kan zijn kalk, cement, gips of leem. Dit zijn natuurlijke producten. Het verschil zit in de samenstelling van het stucwerk. De materialen hebben allen een andere warmtegeleidingcoëfficiënt (λ). Deze coëfficiënt geeft aan hoeveel warmte (W/mK) het materiaal doorlaat. Des te lager de waarde, hoe meer warmte er wordt tegengehouden door het materiaal. Gipspleister heeft de beste score voor de λ-waarde, namelijk 0,52 W/mK. Echter, dit materiaal heeft de minst goede score voor de µ-waarde. Deze waarde geeft aan hoeveel damp er door het materiaal wordt doorgelaten. Des te lager dit getal, hoe meer damp er wordt doorgelaten. Omdat de constructie waterdicht moet zijn, wordt er een zo hoog mogelijke µ-waarde gewenst. Het materiaal dat de hoogste score heeft is cementpleister, met een µ-waarde van 17. Het verschil tussen de lambda waarden is klein, cementpleister heeft een lambda waarde van 0,93 W/mK. Er wordt gekozen voor het materiaal met de hoogste µ waarde; cementpleister. [6]

De eigenschappen van deze lagen zijn in de onderstaande tabel genoteerd.

Laag	**Dikte**	**Lambda**	**µ-waarde**	**R-waarde**
Baksteen	400 mm	1,0 W/m^2K	9	0,4 m^2K/W

[6] Tabellen voor bouw en waterbouwkundigen, tabel 6.5, uitgave 2006

Isolatiemateriaal	Variabel	Variabel	Variabel	Variabel
Dampremmende laag (glasvlies)	0,002	-	60000	-
Gipsplaat (gipskarton)	12 mm	0,17 W/m^{2}K	13	0,071 m^{2}K/W
Stucwerk (cementpleister)	10 mm	0,93 W/m^{2}K	17	0,011 m^{2}K/W

Tabel 1. eigenschappen materialen gevelopbouw

De dampremmende laag is zo dun, dat deze niet bijdraagt aan een verhoging van de Rc-waarde. Daarom wordt deze waarde niet meegenomen in de berekening. De overgangsweerstanden van lucht worden wel meegenomen, dit is voor de buitenlucht 0,04 m^{2}K/W en voor de binnenlucht 0,13 m^{2}K/W. De totale Rc-waarde was gesteld op 3,5 m^{2}K/W. De constructie heeft zonder het isolatiemateriaal een Rc-waarde van 0,652 m^{2}K/W. De isolatielaag moet de resterende 2,848 m^{2}K/W aanvullen. Voor de isolatiematerialen uit tabel 2 is berekend hoe dik de laag moet worden om de Rc-waarde te behalen. De isolatiematerialen die in de tabel zijn weergegeven[7] zijn natuurlijke (organisch, plantaardig en mineralen) en synthetische materialen.

Isolatiemateriaal	**Lambda (W/m^{2}K)**	**Benodigde dikte (m)**	**R-waarde (m^{2}K/W)**
Houtvezel	0,038	0,11	2,89
Schapenwol	0,035	0,10	2,86
Katoen	0,038	0,11	2,89
Vlas	0,035	0,10	2,86
Hennep	0,04	0,12	3,00
Cellulose	0,039	0,11	2,82
Thermokussens / Tonzon	0,029	0,085	2,93
Glaswol	0,037	0,11	2,97
Steenwol	0,035-0,050	0,10	2,86
XPS	0,035-0,036	0,10	2,86
EPS	0,038	0,11	2,89
PUR	0,025-0,030	0,07	2,80
PIR	0,023	0,065	2,83

Tabel 2. Eigenschappen isolatiematerialen

Voordat één van de materialen kan worden toegepast, moet er worden berekend of het verantwoord is om aan de binnenzijde van de gevel te gaan isoleren. Het toepassen van isolatiemateriaal aan de binnenzijde van de gevel, zorgt er voor dat het dauwpunt op een andere plaats in de constructie komt te liggen. Het gevolg hiervan kan zijn dat er condensatie optreedt in de constructie. Dit kan constructieve en gezondheidsproblemen tot gevolg hebben wanneer dit niet op tijd wordt verholpen.

3.1.1 Temperatuurverloop in constructie

Voordat er wordt berekend of er condensatie in de constructie optreedt, wordt het temperatuurverloop in de constructie bepaald. Of er condensatie in een constructie ontstaat, hangt af van de maximale en berekende dampspanning. De maximale dampspanning is afhankelijk van de temperatuur die in de constructie heerst.

Het temperatuurverloop wordt berekend voor een wintersituatie. Er is voor de wintersituatie gekozen, omdat er in deze periode het meeste vocht de constructie inkomt. In de zomer verdampt het vocht. In deze situatie wordt er vanuit gegaan dat de volgende condities heersen:

- Ti = +20°C (binnentemperatuur);
- Te = -10°C (buitentemperatuur);
- Φi = 50% (relatieve luchtvochtigheid binnen);
- Φe = 80% (relatieve luchtvochtigheid buiten).

In tabel 2 is te zien dat de R-waarde van de isolatiematerialen dicht bij elkaar liggen. Het temperatuurverloop ligt om die reden ook zeer dicht bij elkaar.

Met de formule[8] $\Delta Tn = (Rn/Rt) * \Delta T$ wordt het temperatuurverloop in de constructie bepaald.

[7] De genoemde isolatiematerialen zijn overgenomen uit het overzicht van de website http://www.duurzaamthuis.nl/duurzaam-wonen/isolatiemateriaal, welke is bezocht op 04-10-2011

[8] Formule uit 'Bouwfysica' pagina 11, mevr. Ir. I.M. Kuijpers-Van Gaalen, zesde druk, derde oplage, 2006

In de formule zijn:
ΔTn = temperatuursprong over laag n in graden Celsius
Rn = warmteweerstand van laag n in m^2K/W
Rt = totale warmteweerstand constructie m^2K/W
ΔT = temperatuursverschil tussen lucht binnen – buiten in graden Celsius

Het temperatuurverloop wordt drie keer bepaald, één maal voor de natuurlijke isolatiematerialen met R-waarde 2,89 m^2K/W, één maal voor de minerale isolatiematerialen met R-waarde 2,97 m^2K/W en één maal voor de kunststof isolatiematerialen met R-waarde 2,83 m^2K/W. De R-waarden van de andere materialen liggen zoals vermeld zeer dicht bij de R-waarden van de materialen waar het temperatuurverloop wordt bepaald. Daarom wordt niet voor elk materiaal apart het verloop berekend.

Laag	**Dikte (m)**	**Lambda (W/mK)**	**Rn (m^2K/W)**	**ΔTn (°C)**	**Tn (°C)**	**Pmax (Pa)**
Buitenlucht	-	-	-	-	-10	260
Opp. Buiten	-	-	0,04	0,34	-9,66	264
Baksteen	0,4	1,0	0,4	3,39	-6,27	359
Isolatie	0,11	0,038	2,89	24,48	18,21	2090
Gipsplaat	0,012	0,17	0,071	0,60	18,81	2170
Stucwerk	0,010	0,93	0,011	0,09	18,90	2184
Opp. Binnen	-	-	0,13	1,10	20	2340
Binnenlucht	-	-	-	-	20	2340
TOTAAL			3,542	30	30	

Tabel 3. Temperatuurverloop in gevel met houtvezelisolatie

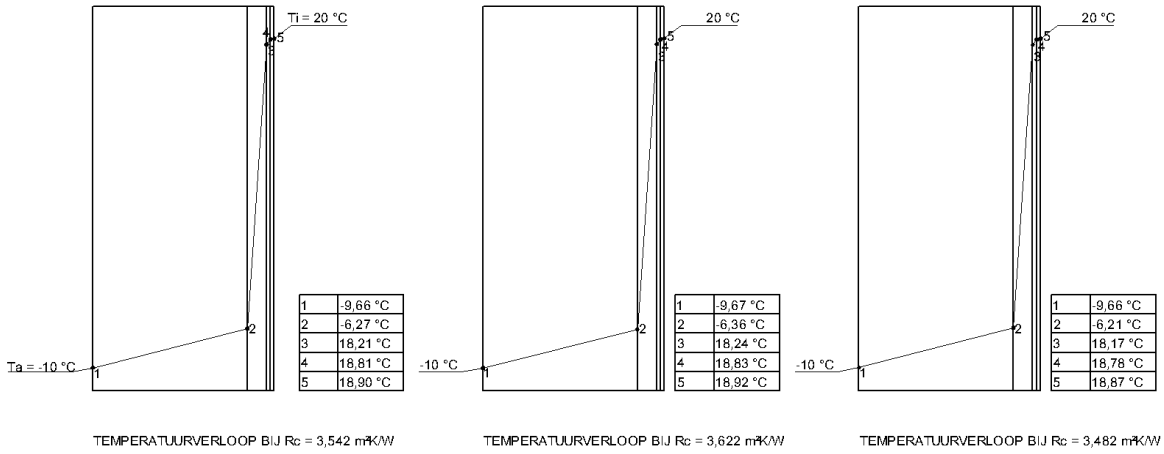
Laag	**Dikte (m)**	**Lambda (W/mK)**	**Rn (m^2K/W)**	**ΔTn (°C)**	**Tn (°C)**	**Pmax (Pa)**
Buitenlucht	-	-	-	-	-10	260
Opp. Buiten	-	-	0,04	0,33	-9,67	264
Baksteen	0,4	1,0	0,4	3,31	-6,36	356
Isolatie	0,11	0,037	2,97	24,60	18,24	2090
Gipsplaat	0,012	0,17	0,071	0,59	18,83	2170
Stucwerk	0,010	0,93	0,011	0,09	18,92	2184
Opp. Binnen	-	-	0,13	1,08	20	2340
Binnenlucht	-	-	-	-	20	2340
TOTAAL			3,622	30	30	

Tabel 4. Temperatuurverloop in gevel met glaswol isolatie

Laag	**Dikte (m)**	**Lambda (W/mK)**	**Rn (m^2K/W)**	**ΔTn (°C)**	**Tn (°C)**	**Pmax (Pa)**
Buitenlucht	-	-	-	-	-10	260
Opp. Buiten	-	-	0,04	0,34	-9,66	264
Baksteen	0,4	1,0	0,4	3,45	-6,21	361
Isolatie	0,065	0,023	2,83	24,38	18,17	2090
Gipsplaat	0,012	0,17	0,071	0,61	18,78	2170
Stucwerk	0,010	0,93	0,011	0,09	18,87	2184
Opp. Binnen	-	-	0,13	1,12	19,99	2340
Binnenlucht	-	-	-	-	20	2340
TOTAAL			3,482	29,99	30	

Tabel 5. Temperatuurverloop in gevel met PIR isolatie

Uitgezet in een grafiek ziet dit er als volgt uit:



Afbeelding 12. Temperatuurverloop uitgezet in grafiek

3.1.2 Condensatie

Net zoals er een temperatuurverloop wordt gemaakt, kan dit worden gedaan voor de dampspanning. De maximale dampspanning is afhankelijk van het temperatuurverloop. Bij elke temperatuur die is berekend wordt de maximale dampspanning afgelezen in tabel 6.7 van Tabellen voor bouw- en waterbouwkundigen[9]. De werkelijk in de constructie heersende dampspanning wordt op de volgende wijze berekend:

$\Delta Pn = \Delta P * ((\mu dn)/(\mu dtot))$

Waarin:
ΔPn = heersende dampspanning in bepaalde laag van de constructie
ΔP = heersende dampspanning binnen - buiten
μdn = dampdiffusieweerstand van bepaalde laag
μdtot = dampdiffusieweerstand van totale constructie

ΔP = (2340*0,5) – (260*0,8) = 962 Pa
μdtot = ((0,4*9) + (afhankelijk van isolatiemateriaal) + ($2*10^{-3}$ * 60.000) + (0,012*13) + (0,010*17)
= 63,61 + x
μdn=
μd houtvezel = 0,11*2 = 0,22 m
μd schapenwol = 0,10*4,7 = 0,47 m
μd katoen = 0,11 * onbekend
μd vlas = 0,10*5,7 = 0,57 m
μd hennep = 0,12*5 = 0,6 m
μd cellulose = 0,11*2 = 0,22 m
μd tonzon = 180 m per sheet
μd glaswol = 0,11*1 = 0,11 m
μd steenwol = 0,10*1,3 = 0,13 m
μd XPS = 0,10*225 = 22,5 m
μd EPS = 0,11*60 = 6,6 m
μd PUR = 0,07*75 = 5,25 m
μd PIR = 0,065*75 = 4,88 m

De berekening wordt voortgezet met houtvezelisolatie. De μdtot is dan 64,06 m. De μd waarde van de overige plantaardige en organische isolatiematerialen verschillen slechts enkele decimalen. Dit brengt geen grote veranderingen met zich mee. Er wordt ook een berekening gemaakt voor de isolatiematerialen glaswol (mineraal) en XPS (synthetisch). Hiervoor geldt ook dat de μd waarden van de overige materialen van dit soort slechts enkele decimalen verschillen.

[9] Ir. R. Blok, Negende herziende druk, uitgave 2006

In tegenstelling tot de temperatuurverloop, wordt bij de dampspanningverloop de dampwerende laag wel meegerekend. Deze laag heeft een grote invloed op het verloop van de dampspanning omdat het een hoge µd-waarde heeft. Hoe hoger de µd-waarde is, des te beter houdt het materiaal het vocht tegen.

Laag	Dikte (m)	Mu	Mu*d (m)	Δp (Pa)	Pn (Pa)	Pmax (Pa)
Buitenlucht	-	-	-	-	208	260
Opp. Buiten	-	-	-	-	208	264
Baksteen	0,4	9	3,6	53,99	261,99	359
Isolatie	0,11	2	0,22	3,30	265,29	2090
Dampwerende laag	$2*10^{-3}$	60.000	60	899,77	1165,06	2170
Gipsplaat	0,012	13	0,16	2,40	1167,46	2184
Stucwerk	0,010	17	0,17	2,55	1170,01	2340
Opp. Binnen	-	-	-	-	1170	2340
Binnenlucht	-	-	-	-	1170	
TOTAAL			64,15	962,01		

Tabel 6. Dampspanningverloop in gevel met houtvezel isolatie

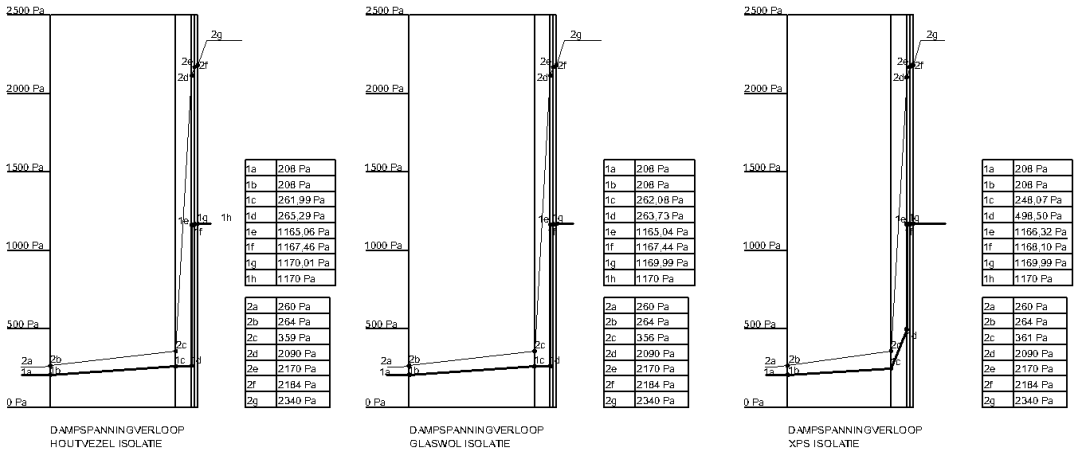
Laag	Dikte (m)	Mu	Mu*d (m)	Δp (Pa)	Pn (Pa)	Pmax (Pa)
Buitenlucht	-	-	-	-	208	260
Opp. Buiten	-	-	-	-	208	264
Baksteen	0,4	9	3,6	54,08	262,08	356
Isolatie	0,11	1	0,11	1,65	263,73	2090
Dampwerende laag	$1*10^{-3}$	60.000	60	901,31	1165,04	2170
Gipsplaat	0,012	13	0,16	2,40	1167,44	2184
Stucwerk	0,010	17	0,17	2,55	1169,99	2340
Opp. Binnen	-	-	-	-	1170	2340
Binnenlucht	-	-	-	-	1170	
TOTAAL			64,04	961,99		

Tabel 7. Dampspanningverloop in gevel met glaswol isolatie

Laag	Dikte (m)	Mu	Mu*d (m)	Δp (Pa)	Pn (Pa)	Pmax (Pa)
Buitenlucht	-	-	-	-	208	260
Opp. Buiten	-	-	-	-	208	264
Baksteen	0,4	9	3,6	40,07	248,07	361
Isolatie	0,10	225	22,5	250,43	498,50	2090
Dampwerende laag	$2*10^{-3}$	60.000	60	667,82	1166,32	2170
Gipsplaat	0,012	13	0,16	1,78	1168,10	2184
Stucwerk	0,010	17	0,17	1,89	1169,99	2340
Opp. Binnen	-	-	-	-	1170	2340
Binnenlucht	-	-	-	-	1170	
TOTAAL			86,43	961,99		

Tabel 8. Dampspanningverloop in gevel met XPS isolatie

In de onderstaande grafieken (afbeelding 13) staan de lijnen van de berekende dampspanning (lijn 1) en de maximale dampspanning (lijn 2) in de constructie getekend. Wanneer de lijnen elkaar kruisen, dan is de berekende, de werkelijke, dampspanning groter dan de maximale dampspanning. Dit is in de praktijk niet mogelijk, daar ontstaat condensatie. Te zien is dat de lijnen elkaar niet kruisen. Er ontstaat geen condensatie in de constructie bij het na-isoleren van de gevels.



Afbeelding 13. Dampspanningverloop in gevel uitgezet in grafiek

3.1.3 Conclusie

Zoals uit de berekeningen en grafieken is gebleken, ontstaat er geen condensatie in de constructie wanneer de gevels worden geïsoleerd. Een belangrijk detail is dat er altijd een dampwerende laag moet worden toegepast aan de warme zijde van het isolatiemateriaal[10]. De dampremmende laag mag niet onderbroken worden. Wanneer dit wel gebeurt, ontstaat de kans dat er toch condensatie optreedt in de constructie doordat het verloop van de dampspanning dan (plaatselijk) anders verloopt. Het goed verlopen van de uitvoering en het toezicht hierop is van zeer groot belang. Wanneer dit niet goed wordt gedaan, kan dit grote gevolgen hebben op de constructie. Het uitwerken van de detaillering vergt ook extra aandacht.

3.2 Dak isolatie

De lambda waarden voor de dakisolatie zijn hetzelfde als de lambda waarden voor de gevelisolatie. De isolatiewaarde van een ongeïsoleerd dak ligt lager dan dat van een ongeïsoleerde gevel. Hierdoor wordt de dikte van de dakisolatie dikker.

De opbouw van een ongeïsoleerd dak is als volgt (binnen – buiten):

- dakbeschot;
- panlatten;
- tengels;
- dakpannen.

Alleen het dakbeschot draagt bij aan de Rc-waarde. Het dakbeschot is 30 mm. Er wordt aangenomen dat het materiaal van het dakbeschot naaldhout is. Dit heeft een lambda waarde van 0,14 W/mK. De R-waarde van het ongeïsoleerde dak is 0,2 m^2K/W. De eis in het bouwbesluit is dezelfde als voor de gevels, namelijk minimaal 2,5 m^2K/W. Ook hier wordt er een Rc-waarde van 3,5 m^2K/W aangehouden.

De opbouw van een geïsoleerd dak dat aan de binnenzijde is geïsoleerd, is als volgt (bi – bu):

- stucwerk, 10 mm;
- gipsplaten, 12 mm;
- dampremmende folie;
- isolatiemateriaal;
- dakbeschot, 30 mm;
- waterdichte dampdoorlatende folie;
- panlatten;
- tengels;
- dakpannen.

[10] Zie figuur 2.26, pagina 41, Bouwfysica,

De lambda waarde voor het stucwerk en de gipsplaten zijn hetzelfde als voor de gevels, respectievelijk 0,93 W/mK en 0,17 W/mK. Dit levert samen met het dakbeschot een R-waarde op van 0,28 m^2K/W. De overgangsweerstanden van lucht hierbij opgeteld, komt men op 0,45 m^2K/W. Net als bij de gevels wordt er een R-waarde van minimaal 3,5 m^2K/W nagestreefd. De isolatie moet minimaal een R-waarde hebben van 3,05 m^2K/W. Dezelfde materialen worden onderzocht bij het na-isoleren van het dak als bij het na-isoleren van de gevels.

Isolatiemateriaal	**Lambda (W/m^2K)**	**Benodigde dikte (m)**	**R-waarde (m^2K/W)**
Houtvezel	0,038	0,12	3,16
Schapenwol	0,035	0,11	3,14
Katoen	0,038	0,12	3,16
Vlas	0,035	0,11	3,14
Hennep	0,04	0,12	3,00
Cellulose	0,039	0,12	3,08
Thermokussens / Tonzon	0,029	0,09	3,10
Glaswol	0,037	0,11	2,97
Steenwol	0,035-0,050	0,11	3,14
XPS	0,035-0,036	0,11	3,14
EPS	0,038	0,12	3,16
PUR	0,025-0,030	0,08	3,20
PIR	0,023	0,07	3,04

Tabel 9. Eigenschappen isolatiematerialen

Er wordt een temperatuurverloop en dampspanningverloop berekend voor het materiaal met de hoogste en de laagste R-waarde en de hoogste dampdiffusieweerstand. De overige waarden liggen hier tussen in. Wanneer uit de berekeningen blijkt dat er geen condensatie optreedt bij deze materialen, mag worden geconcludeerd dat bij het toepassen van de overige materialen ook geen condensatie optreedt.

3.2.1 Temperatuurverloop

Er wordt een temperatuurverloop berekend voor glaswol, PUR en XPS. De omstandigheden wijken niet af van omstandigheden die bij de berekeningen bij de gevels heersden. Dit zijn:

- Ti = +20°C (binnentemperatuur);
- Te = -10°C (buitentemperatuur);
- Φi = 50% (relatieve luchtvochtigheid binnen);
- Φe = 80% (relatieve luchtvochtigheid buiten).

Laag	**Dikte (m)**	**Lambda (W/mK)**	**Rn (m^2K/W)**	**ΔTn (°C)**	**Tn (°C)**	**Pmax (Pa)**
Buitenlucht	-	-	-	-	-10	260
Opp. Buiten	-	-	0,04	0,35	-9,65	267
Dakbeschot	0,03	0,14	0,2	1,75	-7,90	312
Isolatie	0,11	0,037	2,97	26,03	18,13	2077
Gipsplaat	0,012	0,17	0,07	0,44	18,57	2144
Stucwerk	0,010	0,93	0,01	0,09	18,66	2157
Opp. Binnen	-	-	0,13	1,14	19,80	2310
Binnenlucht	-	-	-	-	20	2340
TOTAAL			3,42		30	

Tabel 10. Temperatuurverloop in dakconstructie met glaswol isolatie

Laag	**Dikte (m)**	**Lambda (W/mK)**	**Rn (m^2K/W)**	**ΔTn (°C)**	**Tn (°C)**	**Pmax (Pa)**
Buitenlucht	-	-	-	-	-10	260
Opp. Buiten	-	-	0,04	0,33	-9,67	267
Dakbeschot	0,03	0,14	0,2	1,64	-8,03	309
Isolatie	0,11	0,04	3,20	26,29	18,26	2104
Gipsplaat	0,012	0,17	0,07	0,41	18,67	2157
Stucwerk	0,010	0,93	0,01	0,08	18,75	2170
Opp. Binnen	-	-	0,13	1,07	19,82	2310
Binnenlucht	-	-	-	-	20	2340

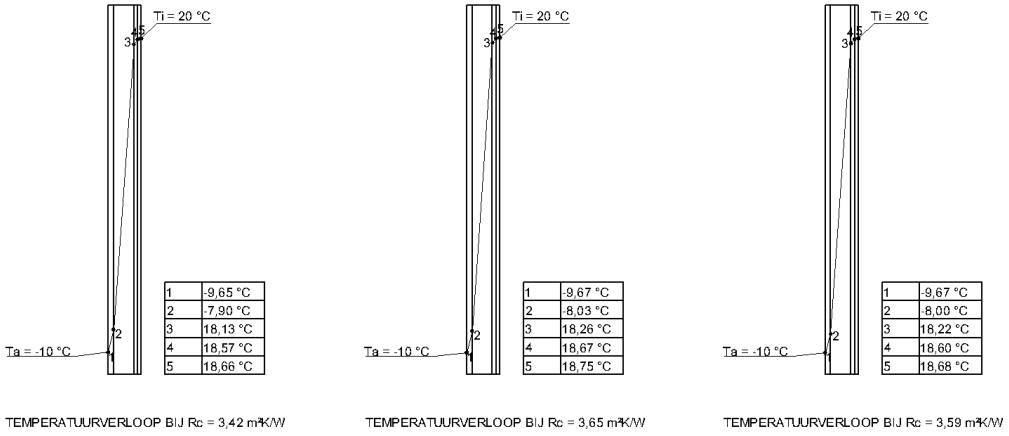
TOTAAL			3,65		30

Tabel 11. Temperatuurverloop in dakconstructie met PUR isolatie

Laag	**Dikte (m)**	**Lambda (W/mK)**	**Rn (m^2K/W)**	**ΔTn (°C)**	**Tn (°C)**	**Pmax (Pa)**
Buitenlucht	-	-	-	-	-10	260
Opp. Buiten	-	-	0,04	0,33	-9,67	267
Dakbeschot	0,03	0,14	0,2	1,67	-8,00	309
Isolatie	0,11	0,035	3,14	26,22	18,22	2090
Gipsplaat	0,012	0,17	0,07	0,38	18,60	2144
Stucwerk	0,010	0,93	0,01	0,08	18,68	2157
Opp. Binnen	-	-	0,13	0,99	19,67	2296
Binnenlucht	-	-	-	-	20	2340
TOTAAL			3,59		30	

Tabel 12. Temperatuurverloop in dakconstructie met XPS isolatie

Het verschil tussen de drie berekende Rc-waarden is dusdanig klein dat er bij het temperatuurverloop slechts kleine verschillen ontstaan. De verschillen zijn terug te vinden in de cijfers achter de komma.



Afbeelding 14. Temperatuurverloop in dakconstructie uitgezet in een grafiek

3.2.2 Dampspanningverloop

De dampspanning wordt op dezelfde methode berekend zoals dat bij de gevels is gedaan. De dampdoorlatendheid is ten opzichte van de waarden van de gevels anders, omdat het isolatiemateriaal een andere dikte heeft. Tevens is er een extra 'laag waterkerende damp open folie in de constructie opgenomen. Deze laag ligt aan de buitenzijde van de constructie en heeft een dampdiffusieweerstand van 0,02 m.

ΔP = (2340*0,5) – (260*0,8) = 962 Pa

μdtot = (0,0006*33) + (0,03*110) + (afhankelijk van isolatiemateriaal) + ($2*10^{-3}$ * 60.000) + (0,012*13) + (0,01*17)
= 63,65 + x
μdn=
μd houtvezel = 0,12*2 = 0,24 m
μd schapenwol = 0,11*4,7 = 0,52 m
μd katoen = 0,12 * onbekend
μd vlas = 0,11*5,7 = 0,63 m
μd hennep = 0,12*5 = 0,55 m
μd cellulose = 0,12*2 = 0,24 m
μd tonzon = 180 m (per sheet) → 3 sheets = 3 * 180 = 540
μd glaswol = 0,11*1 = 0,11 m
μd steenwol = 0,11*1,3 = 0,14 m
μd XPS = 0,11*225 = 24,75 m

μd EPS = 0,12*60 = 7,2 m
μd PUR = 0,08*75 = 6 m
μd PIR = 0,07*75 = 5,25 m

Het dampspanningverloop wordt berekend met glaswol, PUR en XPS.

Laag	Dikte (m)	Mu	Mu*d (m)	Δp (Pa)	Pn (Pa)
Buitenlucht	-	-	-	-	208
Opp. Buiten	-	-	-	-	208
Waterdichte dampopen laag	0,0006	33	0,02	0,30	208,30
Dakbeschot	0,03	110	3,3	49,79	258,09
Isolatie	0,11	1	0,11	1,66	259,75
Dampwerende laag	$2*10^{-3}$	60.000	60	905,27	1165,02
Gipsplaat	0,012	13	0,16	2,41	1167,43
Stucwerk	0,01	17	0,17	2,56	1169,99
Opp. Binnen	-	-	-	-	1170
Binnenlucht	-	-	-	-	1170
TOTAAL			63,76		

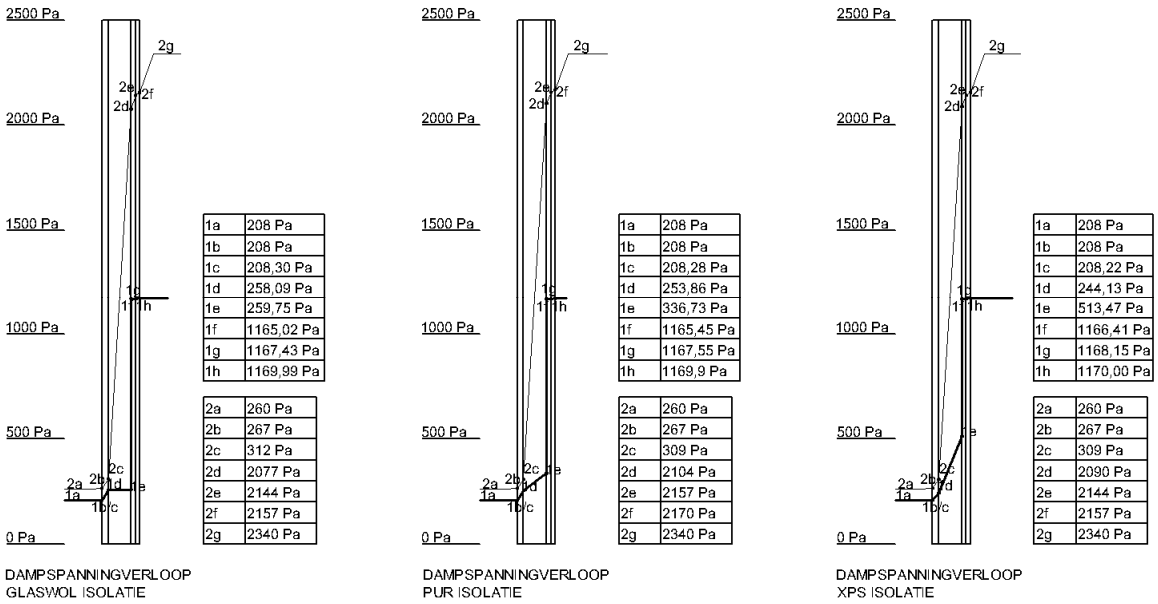
Tabel 13. Dampspanningverloop in dakconstructie met glaswol isolatie

Laag	Dikte (m)	Mu	Mu*d (m)	Δp (Pa)	Pn (Pa)
Buitenlucht	-	-	-	-	208
Opp. Buiten	-	-	-	-	208
Waterdichte dampopen laag	0,0006	33	0,02	0,28	208,28
Dakbeschot	0,03	110	3,3	45,58	253,86
Isolatie	0,08	75	6	82,87	336,73
Dampwerende laag	$2*10^{-3}$	60.000	60	828,72	1165,45
Gipsplaat	0,012	13	0,16	2,21	1167,55
Stucwerk	0,01	17	0,17	2,35	1169,9
Opp. Binnen	-	-	-	-	1170
Binnenlucht	-	-	-	-	1170
TOTAAL			69,65		

Tabel 14. Dampspanningverloop in dakconstructie met PUR isolatie

Laag	Dikte (m)	Mu	Mu*d (m)	Δp (Pa)	Pn (Pa)
Buitenlucht	-	-	-	-	208
Opp. Buiten	-	-	-	-	208
Waterdichte dampopen laag	0,0006	33	0,02	0,22	208,22
Dakbeschot	0,03	110	3,3	35,91	244,13
Isolatie	0,11	225	24,75	269,34	513,47
Dampwerende laag	$2*10^{-3}$	60.000	60	652,94	1166,41
Gipsplaat	0,012	13	0,16	1,74	1168,15
Stucwerk	0,01	17	0,17	1,85	1170,0
Opp. Binnen	-	-	-	-	1170
Binnenlucht	-	-	-	-	1170
TOTAAL			88,40		

Tabel 15. Dampspanningverloop in dakconstructie met XPS isolatie



Afbeelding 15. Dampspanningverloop in dakconstructie uitgezet in een grafiek

3.2.3 Conclusie

De lijnen van de berekende dampspanning en de werkelijke dampspanning kruizen elkaar niet. Er treedt geen condensatie op in de dakconstructie na het na-isoleren. Hier geldt, net als bij de gevels, dat er een dampremmendelaag moet worden toegepast aan de binnenzijde van de constructie. Om de constructie waterdicht te maken, wordt er aan de buitenzijde een waterwerende dampopen folie toegepast. Wanneer deze folie niet dampopen is, ontstaat er wel condensatie in de constructie. De condensaat ontstaat dan tussen de folie en het dakbeschot.

3.3 Kiezen isolatiemateriaal

Er bestaan vele soorten isolatiemateriaal. In de vorige paragraaf is er een selectie gemaakt van een aantal materialen. Deze materialen worden in deze paragraaf beter onder de loep genomen om zo een bewuste keuze te kunnen maken welk materiaal te gebruiken.

Isolatiemateriaal	**Eigenschappen**	**Voordelen**	**Nadelen**
Houtvezel	**λ**= 0,038 W/m^{2}K **€**= 6 – 39 / m^2 (sterk afhankelijk van type isolatie)	- dak, wand en gevelisolatie; - contactgeluid dempende werking; - dampdiffusie open en regelt vochtbalans in gebouw	- er wordt soms brand- en schimmelwerende stoffen toegevoegd (ammoniumfosfaten); - relatief veel productie energie nodig.
Schapenwol	**λ**= 0,035 W/m^{2}K **€**= 1 tot 1,2 per kilo	- thermische en akoestische gevel, wand en dakisolatie; - damp en vochtregulerend; - brandwerend en zelfdovend; - zet schadelijke stoffen om in onschadelijke aminozuren;	- veel duurder dan glas- of steenwol.
Gerecycled katoen	**λ**= 0,038 W/m^{2}K **€**= 11,50 per m^2, 100 mm dik	- vloer, wand en dakisolatie; - goede thermische, akoestische en vochtregulerende eigenschappen;	- het materiaal moet nog worden behandeld tegen bacteriële en schimmel aantasting; - tijdens verbouwing worden er veel bestrijdingsmiddelen gebruikt.

Vlas	**λ**= 0,035 W/m^{2}K **€**= 14,04 per m^2, 120 mm dik	- thermische en akoestische isolatie voor wanden, vloeren en daken; - neemt tot 20% van eigen gewicht aan vocht op; - zeer lange levensduur, 75 jaar;	- stug materiaal waardoor verwerking wat lastiger is.
Hennep	**λ**= 0,04 W/m^{2}K **€**= 17,50 per m^2, 100 mm dik	- gevel en dakisolatie; - groeit door veel CO_2 te gebruiken; - zorgt voor optimale vochtregulatie; - goede akoestische eigenschappen.	- er moeten brandvertragende middelen worden toegevoegd; - kwetsbaar voor vocht (niet gebruiken op extreem vochtige plaatsen).
Cellulose (papiervlokken)	**λ**= 0,039 W/m^{2}K **€**= 1,20 per kilo	- verkrijgbaar in platen en in losse vlokken; - wordt aangebracht onder hoge druk waardoor goede luchtdichtheid wordt gehaald; - goede thermische en akoestische isolatie voor wanden, vloeren en gevels	- mag niet lang nat blijven; - er worden boorzouten toegevoegd om te beschermen tegen brand en schimmels.
Thermoskussens	**λ**= 0,029 W/m^{2}K **€**= €12,- / m^2 (incl. bevestigingsmaterialen)	- dak, wand en gevelisolatie; - zeer kleine milieubelasting.	- het materiaal is erg kwetsbaar, dus kan bij verwerking makkelijk kapot gaan.
Glaswol	**λ**= 0,037 W/m^{2}K **€**= €3,- tot 13,- / m^2 (afhankelijk van dikte)	- goede akoestische isolator; - kan oneindig worden gerecycled tot nieuw isolatiemateriaal;	- bij vochtige ruimtes extra maatregelen treffen;
Steenwol	**λ**= 0,035-0,050 W/m^{2}K **€**= €6,- / m^2 (12 cm)	- goed bestand tegen brand; - goede akoestisch isolerend; - neemt weinig vocht op; - ongevoelig voor veroudering; - vormvast.	- verwerking van materiaal kan huidirritatie opleveren.
XPS	**λ**= 0,035-0,036 W/m^{2}K **€**= 6 – 17,- / m^2 (afhankelijk van dikte)	- moeilijk ontvlambaar;	- gevoelig voor oplosmiddelen;
EPS	**λ**= 0,038 W/m^{2}K **€**= €20,- / m^2 (110 mm dik)	- kan tot 5 keer gerecycled worden (dus maar één maal de primaire energie benodigd); - vochtbestendig.	- is brandbaar, dus moet beschermd worden.
PUR	**λ**= 0,025 - 0,030 W/m^{2}K **€**= €8,- - 17,- / m^2 (afhankelijk van dikte)	- naadloos; - eenvoudige verwerking.	- niet recyclebaar; - heeft veel energie nodig voor productie.
PIR	**λ**= 0,023 W/m^{2}K **€**= €10,- - 16,- / m^2 (afhankelijk van dikte)	- eenvoudige verwerking; - neemt geen vocht op; - levensduur is oneindig; - geen stijl- en regelwerk nodig voor bevestiging.	- niet recyclebaar; - heeft veel energie nodig voor productie.

Tabel 16. Voor- en nadelen isolatiematerialen

3.3.1 Productie energie

Men wil het gebouw zo goed mogelijk isoleren, maar wil dit op een duurzame manier doen. Daarom is het belangrijk te weten hoeveel energie het kost om het isolatiemateriaal te vervaardigen of gebruik klaar te maken.

Productie energie per isolatiemateriaal:

Isolatiemateriaal	Productie energie (MJ/m^3)
Houtvezel	420
Schapenwol	55
Gerecycled katoen	-
Vlas	-
Hennep	-
Cellulose	90
Thermoskussens	6,46 MJ/m^2 (bij een Rd waarde van 3,8 m^2K/W)
Glaswol	540-900
Steenwol	540-900
XPS	2752,2
EPS	562,5
PUR	3200
PIR	3200

Tabel 17. Productie energie per isolatiemateriaal

In totaal is er 1758,62 m^2 aan gevelisolatie nodig. In de onderstaande tabel is aangegeven hoeveel m^3 isolatiemateriaal er nodig is per materiaal, hoeveel energie het kost om het materiaal te vervaardigen en wat de aanschafkosten zijn.

Isolatiemateriaal	Dikte (m)	Benodigde hoeveelheid (m^3)	Benodigde energie (MJ)	Kosten materiaal (
Houtvezel	0,1	175,86	73861,2	29.017,23
Schapenwol	0,09	158,28	8703,75	8072,28
Gerecycled katoen	0,1	175,86		20.224,13
Vlas	0,09	158,28		24.691,02
Hennep	0,1	175,86		30.775,85
Cellulose	0,1	175,86	15827,4	11.079,18
Thermoskussens	0,075	131,89	11360,69	21.103,44
Glaswol	0,095	167,07	90217,8 – 150363,0	17586,20
Steenwol	0,09	158,28	85471,2 – 142452,0	10551,72
XPS	0,09	158,28	435618,22	26.379,30
EPS	0,1	175,86	98921,25	35.172,40
PUR	0,065	114,31	365792,0	26.379,30
PIR	0,06	105,52	337664,0	20.522,06

Tabel 18. Kosten isolatiemateriaal

In de bovenstaande tabel is af te lezen dat schapenwolisolatie het minste energie kost om te produceren. Ook de kosten in de aanschaf zijn relatief laag in vergelijking met andere natuurlijke materialen, waardoor de terugverdientijd aanzienlijk korter is dan bij bijvoorbeeld EPS. De gemiddelde kosten voor isolatiemateriaal zijn €21.658,01.

3.3.2 Levensduur isolatiemateriaal

Naast dat er gewenst wordt dat het materiaal zo min mogelijk energie nodig heeft voor productie, is het ook wenselijk dat het materiaal lang meegaat. Een materiaal dat na enkele jaren vervangen moet worden maar weinig energie kost, kost uiteindelijk meer energie dan wanneer men een materiaal gebruikt dat lang meegaat maar iets meer energie kost bij de productie. In de onderstaande tabel is aangegeven hoelang het materiaal gemiddeld meegaat.

Isolatiemateriaal	Levensduur in jaren
Houtvezel	
Schapenwol	75
Gerecycled katoen	
Vlas	Minimaal 75
Hennep	
Cellulose	75
Thermoskussens	

Glaswol	75
Steenwol	
XPS	
EPS	75
PUR	Vrijwel onbeperkt
PIR	Vrijwel onbeperkt

Tabel 19. Levensduur per isolatiemateriaal

3.3.3 Gezondheid

Kosten, energieverbruik en de levensduur zijn van belang bij het kiezen van een materiaal, ook de invloeden op de gezondheid is belangrijk bij het kiezen van een duurzaam isolatiemateriaal. Dit zit voor een gedeelte al in de productie energie; hoeveel CO_2 komt er vrij bij productie van het isolatiemateriaal. Een ander deel zit in de verwerking van het materiaal. Het gaat hier om schade die het materiaal kan aanrichten aan het menselijk lichaam. Enkele isolatiematerialen bevatten vezels. Deze vezels veroorzaken jeuk en huiduitslag bij het verwerken van de materialen. Het gaat om de minerale isolatiematerialen. De overige materialen zijn niet schadelijk voor het lichaam wanneer dit wordt verwerkt.

3.3.4 Advies

Het na-isoleren van de gevel is voor het behalen van een hoger energielabel noodzakelijk. Uit de berekeningen is gebleken dat het na-isoleren geen condensatie oplevert in de constructie. Omdat er aan de binnenzijde van de gevel wordt geïsoleerd, is het wenselijk om een zo dun mogelijke laag isolatiemateriaal aan te brengen om zo weinig mogelijk ruimte te verliezen. Wil men de dunst mogelijke laag isolatiemateriaal, dan moet men gaan voor de laagste lambda waarde. Het isolatiemateriaal PIR heeft de laagste lambda waarde, 0,029 W/m^2K. Echter, PIR heeft veel energie nodig bij de productie van het materiaal. De aanschafkosten zijn gemiddeld.

Een voordeel van het gebruik van PIR is dat er geen stijl- en regelwerk nodig is voor het bevestigen van het isolatiemateriaal. Dit voorkomt koudebruggen die wel ontstaan bij het toepassen van stijl- en regelwerk.

De levensduur van het PIR is vrijwel oneindig. De hoge productie energie is voor het gebouw eenmalig. Er is geen energie nodig om het materiaal te verwerken voor recycling. Voor de andere materialen, die en levensduur hebben rond de 75 jaar, is dit wel van toepassing. Ook moeten deze materialen worden vervangen wanneer de eigenschappen van de materialen niet meer aan de eisen voldoen.

PIR kan op alle plaatsen in het gebouw worden toegepast, gevels, daken en vloeren.

In tabel 18 is te vinden dat het gebruik klaar maken van schapenwol het minste energie kost. De kosten zijn erg laag en het materiaal heeft een lange levensduur. De levensduur is vergelijkbaar met onder andere die van glaswol. Glaswol kost ongeveer 10 maal de energie van schapenwol om te produceren. Schapenwol kan op verschillende plaatsen in het gebouw worden toegepast. Dit kan bij gevels, daken en vloeren. Een ander voordeel van schapenwol is dat het zowel een goede thermische als wel een goede akoestische isolatie is.

De productie energie van schapenwol is exclusief het stijl- en regelwerk en de gipsplaten die nodig zijn.

Op het eerste gezicht lijkt PIR isolatie een slechte keuze wat betreft de benodigde energie die nodig is voor de productie van PIR. Dit wordt goedgemaakt doordat er in tijdens de montage en in het gebruik minder energie wordt gebruikt dan bij de andere materialen. Daarbij komt nog dat er het minste ruimteverlies is in het gebouw wanneer er PIR isolatie wordt toegepast.

Er wordt geadviseerd om PIR isolatie toe te passen.

Opmerking [m1]: Kort door de bocht, uitgebreider beschrijven waarom dit advies wordt gegeven

3.3.5 Monumentenglas

Door de warmte binnen te houden, hoeft er minder gestookt te worden. Het na-isoleren van de gevels levert hier een bijdrage aan. De vensters zijn in de huidige situatie gevuld met enkel glas. Hierdoor

gaat veel warmte verloren, omdat de warmtedoorgangscoëfficiënt (U-waarde) van enkel glas hoog is, 5,8 W/m^{2}K. Inclusief het houten kozijn is dit 5,2 W/m^{2}K. De U-waarde van hoog rendementsglas (HR++) en een houten kozijn ligt tussen de 1,3 en 1,8 W/m^{2}K. Voor de U-waarde geldt, hoe lager hoe beter. HR++ glas heeft een dikte van 24 mm.

Gezien de monumentale waarde van het pand, is het wenselijk om de kozijnen te behouden. Speciaal voor monumentale panden is er 'monumenten glas' ontwikkeld. Dit is glas met de U-waarde die richting de U-waarde van HR++ glas gaat en de dikte heeft van enkel glas, zodat het glas in de originele sponning kan worden geplaatst.

Van Ruysdael is één van de leveranciers van monumenten glas. Deze leverancier heeft glas in verschillende diktes en met verschillende 'uitstralingen'. Het glas met de laagste U-waarde dat wordt geleverd is het High Performance Insulation. Dit glas heeft een dikte van 10,2 mm en een U-waarde van 1,3 W/m^{2}K (klassiek glas). [11]

De leverancier Allwin levert ook monumentenglas met bijna dezelfde eigenschappen. Zij leveren monumentenglas met een U-waarde van 1,4 W/m^{2}K en een dikte van 10 mm.[12]

De verschillen tussen het glas van de verschillende leveranciers zijn zeer klein. Er kan met monumentenglas hetzelfde resultaat worden gehaald als met HR++ glas.

In de onderstaande tabel is de warmtebehoefte berekend voor een repetitieruimte met geïsoleerde gevels en dak, maar met enkel glas in de sponning. In de berekeningen van de warmtebehoefte uit hoofdstuk 4 is te zien dat de warmtebehoefte met monumentenglas 6485,83 W is voor deze ruimte.

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^{2}K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	200,2	0,29	(18- 5)	1625,62
Dichte delen gevel:	120,34	0,29	(18- -10)	977,16
Ramen:	47,42	5,2	(18- -10)	6904,35
Dak:	216,58	0,29	(18- -10)	1758,63
	Totaal			11265,76

De warmtebehoefte voor de ruimte waar enkel glas in de sponning zit, is 1,7 maal zoveel in vergelijking met dezelfde ruimte met monumentenglas in de sponning (warmtebehoefte met monumentenglas zie tabel bijlage 9).

Het toepassen van glas met een betere U-waarde is de moeite waard.

4. Installaties

Naast het na-isoleren van de gevels en de daken, levert het verbeteren van de installaties ook een energiebesparing op. In dit hoofdstuk wordt er een Programma van Eisen opgesteld voor de nieuwe installaties en worden er mogelijke installaties uitgewerkt.

4.1 Programma van Eisen

Voor dat er begonnen kan worden aan het dimensioneren van de klimaatinstallatie wordt er een Programma van Eisen opgesteld. In het Programma van Eisen staan de uitgangspunten voor de installatie. Dit bestaat uit:

- gewenst binnenklimaat;
- warmtebehoefte;
- benodigde ventilatie;
- energiebehoefte.

De warmtebehoefte, benodigde ventilatie en de energiebehoefte worden berekend voor een volledige bezetting van het gebouw. De warmtebehoefte en de energiebehoefte worden berekend voor één jaar.

11 http://www.vanruysdael.com/glas/assortiment/klassiek-glas/item100, bezocht op 2-11-2011
12 http://www.allwin.nl/index.php/glas/productselector, bezocht op 2-11-2011

4.1.1 Huidig energieverbruik

De kazerne wordt in de bestaande situatie verwarmd door middel van twee op gas gestookte ketels uit 1992 van het merk Remeha. De installatie is opgedeeld in vijf groepen. Het gasverbruik is vermoedelijk 158.670 m^3 per jaar voor het hele gebouw. Het bijhouden van het gasverbruik is gedaan voor het gehele terrein. Dit verbruik is gedeeld door het totaal aantal vierkante meters van de kazernes. Zo is er per kazerne bepaald hoeveel gas er is verbruikt. De waarden zijn een grove schatting.

Er is een luchtbehandelingsysteem aanwezig, het type is onbekend.

4.1.2 Gewenst binnenklimaat

In de kazerne worden er meerdere functies geplaatst. Het huidige binnenklimaat voldoet dan niet meer aan het gewenste comfort. Om aan de comforteisen te voldoen, moeten er nieuwe installaties worden geplaatst in het gebouw. Wil men de juiste installaties kiezen, dan moet eerst het gewenste binnenklimaat worden bepaald. Er zijn een aantal methoden om het binnenklimaat te bepalen. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van het Model Fanger. Dit model wordt gebruikt omdat het een eenvoudige manier is om snel het binnenklimaat te bepalen[13].

Met het Model Fanger kan men de gewenste temperatuur in de winter en in de zomer bepalen. Dit wordt gedaan aan de hand van een aantal factoren, onder andere de Predicted Mean Vote (PMV). De waarde van de PMV geeft aan hoeveel procent van de mensen ontevreden is over de temperatuur in een ruimte. De waarde van de PMV loopt uit een van -3 (veel te koud) tot +3 (veel te warm). Er is uit onderzoek gebleken dat de meeste mensen zich het prettigst voelen bij een PMV, dat ligt tussen de -0,5 en +0,5. Bij de waarden -0,5 en +0,5 is 10% van de mensen ontevreden over het heersende binnenklimaat.

Om de juiste temperaturen te kunnen bepalen zijn er nog een aantal factoren die een rol spelen. Het gaat om het metabolisme, kleding van de aanwezigen, luchtsnelheid en de luchtvochtigheid.

Metabolisme is de hoeveelheid warmte die het lichaam opwekt bij het uitvoeren van een bepaalde activiteit. De kleding werkt als een isolerende laag en houdt deze warmte bij het lichaam of geeft het gemakkelijk af aan de omgeving. Luchtsnelheid en luchtvochtigheid hebben te maken met de behaaglijkheid in een ruimte. Is de luchtsnelheid bijvoorbeeld te hoog, dan krijgt men last van tocht.

De functies die het pand krijgt zijn:
- Expositieruimtes;
- Restaurant;
- Algemene functie (ontvangsthal en grote uitvoeringszaal);
- Hotel;
- Kantoorfunctie;
- Oefenruimten voor podiumkunsten.

Voor bergruimtes en verkeersruimtes wordt geen binnenklimaat bepaald. Deze ruimtes zijn geen verblijfruimten.

De waarden die worden gebruikt voor het metabolisme en de isolatiewaarden van kleding komen uit de ISSO publicatie 19, tabel 2 en tabel 3.

De activiteiten die in de functies plaatsvinden zijn:

Functie	**Activiteit**	**Metabolisme (met)**
Expositieruimte	Lage activiteit	1,2
Grote zaal	- uitvoeren podiumkunsten; - ontspannen zitten.	1,7; 1,0.
Hotel	- liggen; - ontspannen zitten.	0,8; 1,0.
Kantoor	Zittende activiteit	1,2
Repetitieruimten	Lage activiteit	1,7

Tabel 20. Activiteiten per functie met bijbehorend metabolisme

[13] Handboek installatietechniek, pagina 132, onder redactie van ir. W.h. Knoll en ir. E.J. Wagenaar, uitgave 1994

Er wordt vanuit gegaan dat er de volgende kleding wordt gedragen:

- Algemeen: werkkleding;
- Expositieruimte: werkkleding;
- Hotel: pyjama met isolerende werking van het dekbed, voor de zomer geldt dan zomerkleding en in de winter winterkleding;
- Kantoor: werkkleding;
- Oefenruimten: werkkleding.

Werkkleding heeft een isolatiewaarde van 0,7 clo. Zomerkleding heeft een isolatiewaarde van 0,5 clo en winterkleding 1,0 clo. Er wordt uitgegaan van een luchtvochtigheid van 50% en een luchtsnelheid van 0,1 m/s. Deze waarden worden ingevuld in de tabel in het computerprogramma Excel (uitgegeven door de Hogeschool Utrecht, dit programma wordt gebruikt bij de opdracht voor het vak TBWK-MBF7-05). De ingevulde tabellen zijn terug te vinden in bijlage 5.1 - 5.5. De gewenste temperatuur zijn per functie bepaald.

Expositieruimte
In de zomer ligt de gewenste temperatuur tussen de 23 en 25 graden Celsius.
In de winter ligt de gewenste temperatuur tussen de 21 en 24 graden Celsius.

Algemeen
Voor de algemene functie kunnen de activiteiten worden opgesplitst in twee groepen, namelijk uitvoeren podiumkunst en ontspannen zitten.
Voor de temperatuur voor het uitvoeren van podiumkunsten wordt er geen onderscheid gemaakt tussen winter en zomer temperaturen. De reden hiervoor is dat de kleding die de mensen aan hebben bij het optreden niet verschillen in de twee seizoenen. Voor het publiek worden er wel twee temperaturen berekend.

In de zomer en in de winter ligt voor het uitvoeren van podiumkunsten de gewenste temperatuur tussen de 18 en 22 graden Celsius.

In de zomer ligt voor het publiek de gewenste temperatuur tussen de 24 en 26 graden Celsius.
In de winter ligt voor het publiek de gewenste temperatuur tussen de 20 en 23 graden Celsius.

Hotel
In de zomer ligt de gewenste temperatuur tussen de 25 en 27 graden Celsius.
In de winter ligt de gewenste temperatuur tussen de 22 en 25 graden Celsius.

Kantoor
In de zomer ligt de gewenste temperatuur tussen de 22 en 25 graden Celsius.
In de winter ligt de gewenste temperatuur tussen de 20 en 23 graden Celsius.

Oefenruimten
In de zomer ligt de gewenste temperatuur tussen de 20 en 24 graden Celsius.
In de winter ligt de gewenste temperatuur tussen de 18 en 22 graden Celsius.

Uit de bovenstaande gegevens blijkt duidelijk dat elke functie een eigen binnenklimaat vraagt. De algemene functie vraagt zelfs om twee klimaten.

4.1.3 Ventilatie

Een behaaglijk binnenklimaat wordt niet alleen bereikt met de juiste luchttemperatuur. De lucht moet voldoende fris zijn. Om dit te bereiken moet de lucht die in het gebouw circuleert ververst worden, men moet ventileren. Ventileren kan op een natuurlijke manier en op een mechanische manier. Bij natuurlijke ventilatie komt er lucht vanuit buiten door ventilatieroosters en kieren in het gebouw binnen en zo verlaat de lucht het gebouw ook weer. Bij mechanische ventilatie gebeurt dit door een ventilatiesysteem. Dit systeem zuigt de lucht aan vanuit buiten, deze lucht wordt gefilterd en vaak verwarmd voordat de lucht het gebouw wordt ingeblazen. De lucht wordt doormiddel van kanalen door het gebouw verspreidt en wordt door afvoerkanalen uit de ruimte gezogen en naar buiten vervoert.

Beide systemen hebben voordelen en nadelen. Bij mechanische ventilatie is men niet afhankelijk van de natuurlijke drukverschillen waardoor er bij natuurlijke ventilatie een luchtstroom ontstaat. Hierdoor is er altijd voldoende verse lucht in het gebouw. Er zijn na realisatie veel verschillende gebruikers in gebouw 42. Wanneer mechanische ventilatie is toegepast, kunnen zij zelf bepalen hoeveel er wordt geventileerd in de ruimte waar zij zich bevinden. Dit is voornamelijk belangrijk voor de kantoren en de hotelkamers.

De hoeveelheid ventilatie hangt af van de grootte van de ruimte en de hoeveelheid personen die in een ruimte aanwezig zijn. Hoeveel personen er in een ruimte aanwezig mogen zijn, wordt bepaald door de bezettingsgraadklasse (Bouwbesluit 2003, artikel 1.1 lid 6 tabel 1). De klasse geeft aan hoeveel vierkante meter er aanwezig moet zijn voor een persoon in een ruimte, zie onderstaande tabellen.

Klasse	**Vloeroppervlakte aan verblijfsgebied per persoon**
B1	> 0,5 m^2 en ≤ 1,3 m^2
B2	> 1,3 m^2 en ≤ 3,3 m^2
B3	> 3,3 m^2 en ≤ 8 m^2
B4	> 8 m^2 en ≤ 20 m^2
B5	> 20 m^2

Tabel 21. Bezettingsgraadklasse behorend bij vloeroppervlakte

Klasse	**Vloeroppervlakte aan gebruiksoppervlakte per persoon**
B1	> 0,8 m^2 en ≤ 2 m^2
B2	> 2 m^2 en ≤ 5 m^2
B3	> 5 m^2 en ≤ 12 m^2
B4	> 12 m^2 en ≤ 30 m^2
B5	> 30 m^2

Tabel 22. Bezettingsgraadklasse behorend bij gebruiksoppervlakte

Voor elke ruimte is er een bezettingsgraadklasse bepaald.
- bijeenkomstfunctie (andere ruimte): B1 t/m B3;
- bijeenkomstfunctie (voor alcoholgebruik): B1 t/m B3;
- kantoorfunctie: B1 t/m B4;
- logiesfunctie: B1 t/m B4;
- winkelfunctie: B1 t/m B5.

Onder de bijeenkomstfunctie vallen de foyer, grote zaal, restaurant, grand café, expositieruimtes en de repetitieruimtes.

In een ruimte die is geclassificeerd in de klasse B1 heeft men de minste ruimte, in klasse B5 de meeste ruimte. Des te lager de bezettingsgraad, des te strenger worden de eisen aan de ruimte omdat er meer personen in de ruimtes aanwezig mogen zijn.

Voor de functies wordt er gekozen voor een bezettingsgraadklasse B3. In de onderstaande tabel is weergegeven hoeveel personen er in een ruimte kunnen. Hierbij is gerekend met het vloeroppervlak dat men heeft in de desbetreffende ruimte.

Ruimte	**Oppervlakte (m^2)**	**Bovengrens (personen)**	**Ondergrens (personen)**
Grote zaal	297,6	90	37
Restaurant	314,8	95	39
Grand café	118,2	35	14
Expositieruimtes	1157,8	350	144
Repetitieruimtes klein	47,7	14	5
Repetitieruimtes groot	200,2	60	25
Kantoor boven 20 m^2	21,1 (kleinste oppervlakte)	6	2
Kantoor onder 20 m^2	14,2 (kleinste oppervlakte)	4	1
Winkel	117,3	35	14

Tabel 23. Maximaal aantal toegestane personen per ruimte

Voor een aantal ruimtes is het wenselijk om de bezettingsgraadklasse aan te passen. Dit geldt voor de grote zaal, restaurant en het grand café. Er zijn in het hotel 120 bedden. Wanneer deze allen bezet zijn, is er niet genoeg ruimte in de bovengenoemde ruimtes. Dit komt doordat deze ruimtes openbaar toegankelijk zijn waardoor er een grotere capaciteit gewenst wordt. Er wordt gekozen voor bezettingsgraadklasse B2. Er volgen dan de volgende waarden:

Ruimte	**Oppervlakte (m^2)**	**Bovengrens (personen)**	**Ondergrens (personen)**
Grote zaal	297,6	228	90
Restaurant	314,8	242	95
Grand café	118,2	90	35

Tabel 24. Aanpassing bezettingsgraadklasse met bijbehorende maximaal aantal toegestane personen per ruimte

Er wordt verwacht dat de winkelfunctie niet de hele dag bezocht wordt door het aantal personen dat is vastgesteld in tabel 23. Voor deze functie wordt de bezettingsgraad aangepast naar B4.

De hotelkamers zijn al voor een aantal personen ingericht. De gemiddelde oppervlakte van een hotelkamer is 20 m^2. De bezettingsgraadklasse wordt vastgesteld op B4.

In tabel 3.46.1 van het bouwbesluit is aangegeven hoeveel verse lucht er per persoon per uur minimaal in de ruimte moet worden toegevoerd. Deze hoeveelheid is afhankelijk van de bezettingsgraadklasse. De capaciteit verse lucht in de verblijfsruimten is:

- Bijeenkomstfunctie klasse B2 (gebruik van alcohol): 4,8 dm^3/s per m^2
- Bijeenkomstfunctie klasse B2 (andere ruimte): 1,5 dm^3/s per m^2
- Bijeenkomstfunctie klasse B3 (andere ruimte): 0,6 dm^3/s per m^2
- Kantoorfunctie: 1,0 dm^3/s per m^2
- Logiesfunctie: 0,8 dm^3/s per m^2
- Winkelfunctie: 0,4 dm^3/s per m^2
- Besloten gemeenschappelijke verkeersruimte: 0,7 dm^3/s per m^2
- Liftschacht: 3,2 dm^3/s per m^2
- Toiletruimte: 7 dm^3/s
- Badruimte: 14 dm^3/s
- Keuken: 21 dm^3/s
- Bergruimte: 1 dm^3/s per m^2 met een minimum van 7 dm^3/s
- Trappenhuis: 1x volume ruimte per uur

In bijlage 6 is per ruimte aangegeven hoeveel ventilatielucht er minimaal vereist is in dm^3/s en m^3/h. In totaal is er is er bijna 7000 dm^3/s nodig om de lucht in het gebouw te verversen, dit is bijna 25.000 m^3/h. Dit is de benodigde lucht die nodig is wanneer alle functies die in het gebouw gevestigd zijn tegelijkertijd in gebruik zijn. In de praktijk is dit niet het geval. De hotelkamers zijn tijdens de kantooruren niet of nauwelijks in gebruik. Wanneer de grote zaal in gebruik is voor een voorstelling is de verwachting dat de repetitieruimten niet in gebruik zijn. Er is voor een dag bepaald welke functies tegelijkertijd in gebruik zijn (bijlage 7). In de periode waarin de meeste lucht nodig is, wordt aangehouden als capaciteit die de luchtbehandelingkast moet hebben. Er is dan bijna 21.000 m^3 ventilatielucht nodig. Er wordt gerekend met een capaciteit van 22.500 m^3 lucht.

Warmte en vocht terug winning
Om optimaal gebruik te maken van de energie die in het pand wordt gebruikt, wordt er gebruik gemaakt van warmte terug winning (WTW). De ventilatielucht die uit de vertrekken wordt gezogen, komt voordat de lucht naar buiten wordt afgevoerd langs een warmtewisselaar. De warmtewisselaar haalt de warmte uit de retourlucht en verwarmt hiermee de aangevoerde buitenlucht die nog koud is. Op deze manier wordt er minder energie gebruikt voor het verwarmen van de buitenlucht. In de zomer kan de warmtewisselaar worden gebruikt voor het koelen van de buitenlucht.

Naast de warmte terug winning kan er ook gebruik worden gemaakt van vochtterugwinning. In de winterperiode wordt het vocht uit de retourlucht toegevoegd aan de aanvoerlucht. In de zomermaanden wordt er vocht aan de aanvoerlucht onttrokken, hiermee wordt de lucht gekoeld.

Koeling door middel van ventilatie
Het gebouw kan worden verwarmd door middel van ventilatielucht en kan ook worden gekoeld door ventilatielucht. Er bestaat centrale en decentrale koeling. De koude bij centrale koeling wordt op één

vaste plaats in het gebouw opgewekt en vanuit daar over het gebouw wordt verdeeld. De koude bij decentrale koeling wordt opgewekt per vertrek (of groep). Er is per vertrek een koelmachine aanwezig. Beide systemen hebben voor- en nadelen. Zo wordt bij centrale koeling het gehele gebouw gekoeld, ook op de plekken waar geen koeling gewenst is. Bij decentrale koeling zijn er meerdere koelmachines nodig, wat relatief veel energie kost in vergelijking met centrale koeling.

Afmetingen kanalen
De afmetingen van de kanalen kunnen worden geschat met de formule A = qv/v, waarin:"
A = oppervlakte van de doorsnede van het kanaal;
Qv = hoeveelheid ventilatielucht;
V = snelheid waarmee de lucht door de kanalen wordt geblazen.

De snelheid waarmee de kanalen maximaal door de kanalen kan worden geblazen is afhankelijk van de vorm van het kanaal, rechthoekig of rond, en afhankelijk van de plaats van het kanaal, schacht, hoofdkanaal of aftakking. De maximale snelheden zijn te vinden in de tabel op pagina 47 van dictaat Klimaatinstallaties 2011 (uitgegeven door de Hogeschool Utrecht).

Er wordt bepaald voor de schachten hoe groot de kanalen moeten zijn voor zowel rechthoekige als ronde kanalen.

Rechthoekig → A = (22.500/3600)/8 = 0,78 m^2 → afmeting: 700 x 1200 mm
Rond: A → (22.500/3600)/10 = 0,63 m^2 → afmeting: rond 900 mm

4.1.4 Advies ventilatiesysteem

Voor het kiezen van een ventilatiesysteem is nu alle benodigde informatie bekend. Er wordt gebruik gemaakt van mechanische toe- en afvoer (balansventilatie) en van warmteterugwinning. Ook is de capaciteit dat het systeem moet hebben bekend. Het is wenselijk dat men in een kantoor of een hotelkamer zelf de ventilatie kan regelen. Er is weinig vraag naar koeling. Het is daarom verstandig om decentrale koeling toe te passen.

Wanneer er een balansventilatie wordt toegepast, is het van groot belang dat het systeem goed wordt onderhouden. Wanneer dit niet wordt gedaan, kunnen er gezondheidsproblemen ontstaan voor de gebruikers van het pand doordat er onder andere schimmels kunnen ontstaan in de filters van het ventilatiesysteem.

Systemen voor mechanische toe- en afvoer en decentrale koeling zijn:
- Inductiesysteem;
- Stralingsplafond;
- VAV-systeem (Variabel volumestroom).

Er wordt gekozen voor een inblaastemperatuur van 15°C. De gewenste temperatuur in het vertrek wordt behaald door het naverwarmen van de lucht door één van de bovenstaande systemen of wordt de lucht opgewarmd door een eindproduct (bijvoorbeeld radiatoren). De benodigde energie die hiervoor nodig is, wordt berekend in de volgende paragraaf.

Omdat er veel verschillende volumes ventilatielucht nodig zijn, wordt er geadviseerd om een VAV-systeem toe te passen. Dit systeem past de luchtstroom aan wanneer dit wordt gewenst. De luchtstroom kan worden verminderd wanneer er minder personen in de ruimte aanwezig zijn of wanneer de ruimte buiten gebruik is. Wanneer deze intensief in gebruik is, kan de luchtstroom worden verhoogd.

4.1.5 Warmtebehoefte

De warmtebehoefte in het gebouw bestaat uit twee verschillende onderdelen, de verwarming en het warm tap water. Voor beide onderdelen wordt er een berekening gemaakt om de energiebehoefte voor de gewenste warmte te bepalen. Dit is het vermogen dat een verwarmingssysteem moet kunnen leveren om aan de warmtevraag te voldoen. Het vermogen van het systeem wordt bepaald voor een buitentemperatuur van -10. Omdat dit in de praktijk weinig voorkomt, wordt het jaarverbruik berekend voor een buitentemperatuur van +6°C.

Verwarming

Om aan de berekende binnentemperaturen te voldoen, moet de verwarming voldoende capaciteit hebben. Om te bepalen wat de capaciteit moet zijn, wordt de warmtebehoefte berekend. De warmtebehoefte bestaat uit een aantal berekeningen; transmissie, infiltratie, ventilatie en opwarmtoeslag. Voor elke ruimte is de warmtebehoefte anders. Er wordt een warmtebehoefte berekend voor het gemiddelde kantoor, de gemiddelde hotelkamer, expositieruimte, restaurant, grand café, gemiddelde repetitieruimte, grote repetitieruimte en grote zaal.

De rekenmethode is overgenomen uit de opdracht 'Klimaatinstallaties – een kennismaking' welke wordt gegeven in semester 7 aan de Hogeschool Utrecht voor het vak TBWK-BMF7-05. Er wordt een warmtebehoefte voor de winter berekend omdat de vraag naar warmte dan het hoogst is. In de winter is de buitentemperatuur -10 °C. Voor de begane grond vloer wordt het temperatuurverschil berekend door de gewenste binnentemperatuur te vermenigvuldigen met 1/(1+U).

De benodigde U-waarden worden verkregen uit de berekende Rc-waarde in hoofdstuk 3. Er wordt gerekend met een Rc-waarde van 3,5 m^2K/W. In de praktijk wordt deze waarde waarschijnlijk niet behaald, omdat men te maken heeft met kieren en het niet totaal kunnen isoleren van het gebouw omdat dit een bestaand gebouw is. Daarom wordt er voor de warmtebehoefte berekening gerekend met een Rc-waarde van 3,0 m^2K/W, dit is een U-waarde van 0,33 W/m^2K (U=1/Rc). Voor de U-waarde van het glas wordt gerekend met 1,6 W/m^2K. Dit is de U-waarde van monumentaal glas inclusief houten kozijnen. Voor het glas inclusief kozijn in het nieuw te bouwen deel is er gerekend met een U-waarde van 1,0 W/m^2K (3-voudig isolerend glas, leverancier Saint Gobain Glass). Om de maximale warmtebehoefte te kunnen berekenen, worden interne warmtebronnen niet meegerekend. De gehele berekening is opgenomen in bijlage 8.

De totale warmtebehoefte van het gebouw, exclusief de bergruimtes, verkeersruimtes, toiletten, de keuken, opwarmen buitenlucht naar inblaastemperatuur en de benodigde warmte voor het warm tapwater, is 184 kW. Dit getal is een benadering van de warmtebehoefte omdat niet voor elke ruimte apart de warmtebehoefte is berekend. Er is uitgegaan van 69 hotelkamers, 8 repetitieruimten, 2 grote repetitieruimten en 23 kantoren.

Om te kunnen berekenen hoeveel energie er wordt bespaard met het na-isoleren van de gevels en daken, is er een warmtebehoefte berekening gemaakt voor de nieuwe situatie maar zonder isolatie en met enkel glas. De berekeningen zijn opgenomen als bijlage 9.

De totale warmtebehoefte van het gebouw, exclusief de bergruimtes, verkeersruimtes, toiletten, de keuken en de benodigde warmte voor het warm tapwater, is 536 kW.

Tussen de twee uitkomsten van de berekeningen voor de warmtebehoefte zit een groot verschil, 352 kW. Hier uit kan worden geconcludeerd dat het toepassen van isolatiemateriaal en het plaatsen van isolerend glas een zeer positieve invloed heeft op het energieverbruik van het gebouw.

Warm tap water
Het gemiddelde watergebruik per persoon per dag was in 2007 127,5 liter[14]. Plus minus de helft hiervan is warm tap water. Er wordt aangenomen dat er per persoon 65 liter warm tap water wordt gebruikt. Dit water moet worden verwarmd. De hoeveelheid warm tapwater geldt voor de bezoekers die een hele dag in het gebouw verblijven. Dit zijn over het algemeen de hotelgasten. Er zijn maximaal 120 hotelgasten.

De gasten die niet overnachten in het gebouw gebruiken geen warm tapwater. Alleen de gasten die komen eten in het restaurant of komen drinken in het grand café gebruiken warm tapwater. Het warm tapwater wordt gebruikt voor het bereiden van eten, afwassen en koffie en thee. Dit kost ongeveer 6 liter warm tapwater per bezoeker per dag. Het is moeilijk in te schatten hoeveel bezoekers gebruik gaan maken van de faciliteiten die worden gecreëerd. Het Exposeum verwacht een bezoekersaantal van 30.000, dit zijn gemiddeld 82 bezoekers per dag. Er wordt geschat dat 80% van de bezoekers gebruik gaan maken van de faciliteiten.

14 http://www.infobladen-huishoudelijkwarmwatergebruik.nl/index.cfm?act=esite.tonen&pagina=17, bezocht op 4-11-2011

Er werken gemiddeld 60 personen in de kantoren. Deze werknemers gebruiken ongeveer dezelfde hoeveelheid warm tapwater als de bezoekers, 6 liter per dag per persoon.

Er moet per dag 8600 liter water worden verwarmd om aan de warm tapwater behoefte te voldoen. Met schoonmaakwater er bij wordt er gerekend met 9000 liter. Er wordt vanuit gegaan dat de aanvoertemperatuur van water 10°C is en dat dit opgewarmd wordt naar 38°C voor het douchewater, voor het afwassen 60°C, voor de was 40°C en voor de koffie en thee 100°C. Voor het bereiden van eten wordt een gemiddelde temperatuur aangehouden van 80°C

Gebruik water per functie:
- douchen: 45 liter per persoon → 5400 liter;
- wassen: 15 liter per persoon → 1800 liter;
- afwassen: 3 liter per persoon → 735 liter;
- koffie en thee: 1,2 liter per persoon → 294 liter;
- voedsel bereiding: 2 liter per persoon → 490 liter.

Dit is de hoeveelheid water per dag. Om te kunnen berekenen wat de benodigde warmte is voor het opwarmen van het water, moet er het aantal liter per uur worden berekend.
- douchen: 5400 liter per dag = 225 liter per uur;
- wassen: 1800 liter per dag = 75 liter per uur;
- afwassen: 735 liter per dag = 30,63 liter per uur;
- koffie en thee: 294 liter per dag = 12,25 liter per uur;
- voedsel bereiding: 490 liter per dag = 20,42 liter per uur.

De energie die nodig is om het water tot de gewenste temperatuur op te warmen is te berekenen met behulp van de formule: $Q = m \times c \times \Delta T$

Waarin:
Q = benodigde energie in Watt;
m = massa van water ($\rho \times V \rightarrow \rho = 1000$ kg/m^3);
c = soortelijke warmte, 4180 J/°C/kg;
ΔT = temperatuurverschil tussen aanvoertemperatuur en gewenste temperatuur

De ingevulde formules zijn opgenomen in bijlage 10. De benodigde energie voor het verwarmen van het tapwater is 38,16 kW. Dit is de benodigde energie per uur wanneer er hoeveelheid water wordt opgewarmd als hierboven is berekend. In de praktijk gebeurt dit niet. Dan wordt er per uur meer of minder warm water gebruikt, denk aan het douchen van de hotelgasten in de ochtend en avond en het bereiden van voedsel in de avond. Daarom wordt dezelfde berekening opnieuw gemaakt, maar dan met een groter volume water voor douchen en het bereiden van eten. Er wordt van uit gegaan dat er 60 personen per uur douchen, dit komt neer op 2700 liter warm water. Voor het bereiden van voedsel wordt er gerekend met 60 liter per uur. De ingevulde formules zijn opgenomen in bijlage 10.

De overige activiteiten met de vraag naar warm tapwater blijven hetzelfde. De benodigde energie voor het opwarmen van het water komt op 121,84 kW.

De luchtbehandelingkast (LBK) heeft ook energie nodig om de koude buitenlucht op te warmen naar de inblaastemperatuur, 15°C. Er moet per uur 22.500 m^3 lucht worden opgewarmd. Hiervoor is 187,50 kW energie nodig: 1200 * 22.500/3600 * (15 - -10) = 187.500 W.

Energiebehoefte voor warmtevraag
In totaal is er 493,34 kW energie nodig om aan de warmtebehoefte te voldoen. Het aantal piekuren van beide vormen aan warmte verschillen van elkaar. Er is in een jaar een grotere vraag naar warmte voor de verwarming dan voor warm tap water. Voor de verwarming wordt er van uit gegaan dat er warmtevraag is in de winterperiode. De winter bestaat uit gemiddeld 150 dagen. Er wordt gerekend met de piekuren die zijn bepaald door installatiebedrijf Cofely, dit zijn 1200 piekuren. ’s Nachts ligt de temperatuur in een vertrek lager dan overdag. Om de juiste energiebehoefte te kunnen bepalen is er een warmtebehoefte berekening gemaakt met de gemiddelde temperatuur van dag en nacht en een gemiddelde buitentemperatuur van +6°C. Er is dan in totaal 167,75 kW energie nodig om te voldoen aan de warmtebehoefte (inclusief warmtebehoefte LBK). Per jaar is dit 1200*167,75 = 201.300 kWh. Dit staat gelijk aan 724.680 MJ (724,68 GJ).

Er wordt van uit gegaan dat er in totaal per dag jaar 375 piekuren (gegevens Cofely) zijn voor het warm tap water. De energiebehoefte op jaarbasis is dan 375*121,8 = 45.675 kWh. Dit staat gelijk aan 164.430 MJ (164,43 GJ).

Op jaarbasis is er een energiebehoefte van 889,11 GJ.

4.1.6 Koeling

Er wordt in het gebouw minimaal gekoeld. Alleen de grote zaal wordt gekoeld op het moment dat hier veel personen aanwezig zijn.

4.1.7 Elektriciteit

Naast warmte en ventilatie is er elektriciteit nodig in het gebouw. Er is elektriciteit nodig voor verlichting, LBK, kantoor en keuken apparatuur en de lift.

Verlichting
Het elektriciteitsverbruik voor de verlichting hangt af van het aantal branduren. In 'Cijfers en tabellen 2007' van CenterNovem is te vinden hoeveel branduren de verschillende functies in het gebouw gemiddeld verbruiken per jaar. Niet alle functies die worden gevestigd in gebouw 42 staan in de kengetallen. De repetitieruimten en de expositieruimten vallen daarom onder de functie onderwijs.

Op pagina 57 van 'Cijfers en tabellen 2007' is de onderstaande tabel opgenomen. In deze tabel zijn de meeste functies die in gebouw 42 worden gevestigd terug te vinden. De functies die meetellen voor het totaal aantal branduren van het gebouw zijn geel gekleurd.

Richtwaarden aantal branduren

Co ntinue verlichting	
Liften, trappenhuizen, nood- en veiligheidsverlichting	8.760
7 dagen/week	
Beddenkamers	4 .800
Entree, gangen: dag- en avondperiode	4 .800
Entree, gangen: nachtperiode	4 .000
Keuken	3 .800
Woon/slaapruimten	3 .500
5 dagen/week	
Kantoren, poliklinieken, laboratoria	2.600
Werkplaatsen, magazijnen	2.000
Zwem- en dompelbaden	1.500
Beperkt gebruik	
Kleedruimten	500
Kapel	3 00
Mortuarium	250

Bron: Novem

De horecafunctie en onderwijsfunctie verbruiken beiden 2600 branduren per jaar. Dit staat inde tabel 'Branduren verlichting' op pagina 55 van dit zelfde rapport.

In totaal zijn dit 29960 branduren per jaar. Hierbij is de grote zaal nog niet opgenomen. De verwachting is dat deze zaal 3000 branduren per jaar gebruikt. In totaal wordt er gerekend met 33000 branduren.

Er wordt gekozen voor LED verlichting omdat deze verlichting zeer energiezuinig is, 20-50 lm/W tegenover 8-15 lm/W voor gloeilampen[15]. Daarnaast heeft LED verlichting een zeer lange levensduur van gemiddeld 50000 branduren.

[15] Tabel 'eigenschappen lichtbronnen', pagina 54 van Cijfers en Tabellen 2007 uitgegeven door CenterNovem.

Hoeveel Watt er wordt gebruikt door de verlichting is afhankelijk van het aantal lumen (lux) dat wordt gewenst. Lumen staat voor de verlichtingssterkte. Hoe meer lumen, hoe sterker de verlichting is. In de tabel 'Advies verlichtingssterkte', op pagina 53 zijn advies sterktes opgenomen. Dit zijn:

- kantoor: 500 lux;
- trap/gang: 150 lux;
- leslokaal: 250 lux;
- kleine verkoopruimte: 250 lux;
- woonkamers (hotelkamers): 50 lux;
- keukens: 250 lux.

Deze waarde worden gedeeld door 35 (gemiddelde verlichtingssterkte per Watt van een LED lamp) en vervolgens vermenigvuldigd met het aantal branduren per jaar en de vloeroppervlakte van de functie. Dit resulteert in een elektriciteitsverbruik van 110.000 kWh per jaar.

LBK
De luchtbehandelingskast is een van de grootste verbruikers van elektriciteit. Een luchtbehandelingskastleverancier is AL-KO. Deze levert een kast die een luchtdebiet heeft van 23.770 m^3/h. Het opgenomen elektrisch vermogen inclusief frequente regeling is 17,81 kW. Er van uitgaande dat de kast het gehele jaar door, 24 uur per dag werkt, dan heeft de kast 156015,6 kWh/jaar nodig. Dit elektriciteitsverbruik is inclusief het verbruik van de warmteterugwinning.

Kantoorapparatuur
In de kantoren wordt gewerkt door gemiddeld twee personen. Deze personen hebben een computer en delen een printer. In de tabel 'Elektriciteitsverbruik hobby en audio/video/communicatie' op pagina 15, staat vermeld dat de computer en monitor 135 kWh/jaar verbruikt en een printer 5 kWh/jaar. Uitgaande van 23 kantoren betekend dit dat er 6325 kWh per jaar wordt verbruikt.

Lift
Een lift gebruikt elektriciteit voor de motor, de aandrijving van de motor en de verlichting. Er bestaan verschillende soorten liften: hydraulische lift, 2-snelheden lift en een energiebesparende lift. De energiebesparende lift is ontwikkeld door liftleverancier Kone. In de onderstaande tabel is te zien dat een energiezuinige lift 3000 kWh/jaar verbruikt. Dit is bij een intensief gebruik van 180 starts per uur. In de praktijk ligt het verbruik van de lift waarschijnlijk lager, omdat de lift minder intensief wordt gebruikt.

Item	Hydraulisch	Tractie 2 snelheden	KONE EcoDisc®
Snelheid (m/s)	0.63	1.0	1.0
Belasting (kg)	630	630	630
Motor (kW)	11	5.5	3.7
Hoofdzekering (A)	50	35	16
Energieverbruik (kWh/y) *)	7000	5000	3000
CO_2-uitstoot (kg CO2/y)	3395	2425	1455
Olieverbruik (l)	200	3.5	0
Warmteverlies (kW*)	3.8	3.0	1.0
Gewicht (kg) **)	650	430	230
Standaard geluidsniveau (dB) ***)	65-70	66-75	50-55
Standaard machinekamer (m2)	5	12	0

*) 180 starts/uur **) Hydraulisch: inclusief pomp, motor, olie, container en steekboom / Tractie 2-snelheden: inclusief hijsunit en grondplaat / EcoDisc: inclusief hijsunit en bevestigingsbeugels ***) Gemeten op 1 m afstand van de machine

Benodigde elektriciteit
In totaal is er 275340,6 kWh/jaar ektriciteit benodigd.

5. Energiegebruik

Om de juiste duurzame maatregelen te kunnen nemen, moet er worden uitgezocht waarvoor de energie wordt gebruikt. Er worden in dit onderzoek drie energievormen getoetst. Het gaat om

elektriciteit, water en gas. In de onderstaande tabel staat waarvoor de energievormen het meest voor worden gebruikt in de huidige situatie.

Energievorm	Gebruik
Elektriciteit	- verlichting; - computers; - keukenapparatuur; - ventilatiesysteem.
Water	- doorspoelen toilet; - drinkwater; - handen wassen; - schoonmaken; - afwassen.
Gas	- verwarming; - koken.

Naast de activiteiten die er in het gebouw plaatsvinden in de bestaande situatie, moet er ook worden gekeken welke activiteiten er worden uitgevoerd in de nieuwe situatie. Pas dan kan er een plan worden gemaakt voor het verduurzamen van het pand. In de onderstaande tabel staat waarvoor de energievormen het meest voor worden gebruikt in de nieuwe situatie. In de tabel staan niet alle gebruikers. De gebruikers die zijn genoemd, zijn de grootste gebruikers van de energiebronnen. Hier kan de meeste energie op bespaard worden. Er wordt van uit gegaan dat er geen fossiele brandstoffen (aardgas) meer wordt gebruikt, met uitzondering voor het klaarmaken van voedsel (keuken).

Energievorm	Gebruik
Elektriciteit	- verlichting; - computers; - keukenapparatuur; - ventilatiesysteem; - lift.
Water	- doorspoelen toilet; - drinkwater; - handen wassen; - schoonmaken; - afwassen; - wassen hotellinnen.
Gas	- koken.

Om een goede analyse te maken en een goed advies uit te brengen, is het van belang om per gebruiker te weten hoeveel energie er wordt gebruikt. Dit is voor dit onderzoek en de hoeveelheid informatie dat bekend is niet haalbaar. Daarom wordt er naar de beste oplossing gezocht; de oplossing die minste energie verbruikt en past in het monumentale pand.

5.1 Besparen

Het gasverbruik in de kazerne is erg hoog. Er moet gekeken worden naar de mogelijkheden om het gebouw te verwarmen op een manier waarbij geen of slecht weinig aardgas nodig is.

Op het gebied van water kan er gekeken worden naar de mogelijkheid om water te hergebruiken, waardoor er minder afvalwater in het riool terecht komt. Het kost dan minder energie om het water dat in het riool terecht komt te zuiveren.

Op het gebied van elektriciteit is er een mogelijkheid om te gaan besparen. Dit kan zijn in de vorm van minder elektriciteit gebruiken, in eigen beheer elektriciteit opwekken of een combinatie van deze twee.

5.1.1 Gas

In de huidige situatie zorgen twee op gas gestookte ketels voor de verwarming van het water en de ventilatielucht. Het winnen van gas is een milieuvervuilende activiteit. Bij het verbranden van 1 m^3 aardgas komt er 1,8 kg CO_2 vrij. Wanneer het gehele productieproces (opsporen, produceren,

reinigen en transporteren) daarbij op wordt geteld, komt men op een CO_2 uitstoot van 2,2 kg/m^3 aardgas[16]. Daarbij komt dat aardgas een fossiele brandstof is, wat wil zeggen dat er geen nieuw gas wordt gevormd voor hetgeen dat is verbruikt. Er wordt gezocht naar alternatieven waarbij geen of nauwelijks gas gebruikt hoeft te worden.

Warmte koude opslag (warmtepomp)
In plaats van op gas gestookte ketels die zorgen voor de verwarming, kan er gebruik worden gemaakt van warmte koude opslag, ook wel een warmtepomp. Een warmtepomp kan zowel verwarmen als koelen.

Warmtepompen maken gebruik van een open of een gesloten bronsysteem in de aarde. Bij een open systeem wordt er actief grondwater opgepompt om aan de koude of warmte vraag te voldoen. Bij een gesloten systeem geeft het grondwater de warmte of koude af aan een vloeistof dat wordt rondgepompt door het gebouw. Welk systeem er wordt toegepast is afhankelijk van de plaats waar het systeem wordt toegepast. Bij een open systeem moeten er natuurlijke warmte en koude bronnen in de bodem zitten. Het is hier van groot belang dat de bronnen in evenwicht blijven. Van dit systeem wordt vaak gebruik gemaakt als er een grote vraag aan warmte en koude is. Een gesloten systeem kan ook bij kleine projecten worden toegepast.

Uit de afbeelding op pagina 154 van het 'Zakboekje Installatietechniek, basisgegevens voor ontwerp' uitgave uit 1994 blijkt dat de toepassing opslagsysteem, de warmtepomp, zowel diep als ondiep mogelijk is. De grondgesteldheid is dus ruim voldoende voor het toepassen van een warmtepomp.

De uitstoot van CO_2 is bij een warmtepomp zeer laag. Omdat de pomp aangesloten is op het elektriciteitsnet is er CO_2 uitstoot.

Er werd gedacht dat de warmtepomp een energiezuinige manier is van verwarmen en koelen. Echter, uit onderzoek is gebleken dat dit in sommige gevallen niet juist is. Het elektriciteitsverbruik ligt vele malen hoger dan in een vergelijkbare situatie waar met gas wordt gestookt. Het gaat om warmtepompen waarbij lucht wordt verwarmd of gekoeld voor het koelen en verwarmen van het gebouw. [17] Om deze reden wordt er voor gekozen om geen warmtepomp toe te passen die gebruikt maakt van lucht.

De aanschaf van een warmtepomp is relatief duur ten opzichte van de aanschaf van een HR ketel. Een warmtepomp maakt gebruik van elektriciteit en niet van gas, wat een HR ketel wel doet. De verwachting is dat de gasprijs harder stijgt dan de prijs voor elektriciteit, omdat dit in de afgelopen jaren het geval is geweest. De gasprijs is gestegen van €0,27 / m^3 in 2003 tot €0,72 / m^3 in 2009. Dit is een stijging van 62,5 %. Voor één kWh betaalde men in 2003 €0,17 en in 2010 €0,28. Dit is een prijsstijging van 39%. [18] Hierbij moet vermeld worden dat het rendement van een elektriciteitscentrale rond de 50% ligt. Veel van de energie die wordt gebruikt voor het opwekken van elektriciteit gaat verloren, dit is niet meegenomen in de berekening van de prijsstijging.

Warmte Kracht Koppeling (WKK)
Een andere mogelijkheid is de warmte kracht koppeling. Bij dit systeem wordt er elektriciteit en warmte opgewekt. De warmte ontstaat uit het opwekken van de elektriciteit. In een elektriciteitscentrale wordt een deel van deze warmte 'weggegooid' of afgegeven aan de stadsverwarming. Bij een WKK wordt de warmte gebruikt voor het verwarmen van het pand. De motor die de elektriciteit opwekt, loopt op brandstof. Dit hoeft niet perse een fossiele brandstoffen te zijn. Bij de watertoren in Bussum wordt bijvoorbeeld frituurvet als brandstof gebruikt. Ook kunnen houtsnippers voldoen als brandstof. Een op biobrandstof gestookte WKK is zeer energiezuinig.

Een nadeel van de WKK is dat er bij de productie van elektriciteit altijd warmte wordt opgewekt. Er ontstaat dus ook warmte in de periode waarin geen warmtevraag is.

Biomassa

---

[16] http://nl.wikipedia.org/wiki/Aardgas, bezocht op 14-10-2011
17 veldtest Electro- warmtepompen", Lokale Agenda 21- Groep Energie Lahr (Zwarte Woud) in samenwerking met de Ortenauer Energie Agentschap in Offenburg
[18] http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37359&LA=NL , bezocht op 4-11-2011

Het verbranden van biomassa levert warmte op. Een vorm van biomassa is het verbranden van hout. Dit komt voor in de vorm van houtblokken, hakhout en pellets (samengedrukt hout). Houtblokken zijn geschikt voor de kleinere projecten waar niet veel warmtevraag is. Hakhout en pellets zijn geschikt voor de grotere projecten. Het verbranden van hout wordt gezien als energieneutraal. De CO_2 die vrijkomt bij het verbranden van het hout is in balans met de CO_2 die de boom opneemt uit de lucht in zijn leven. Daarbij komt dat er voldoende hout beschikbaar is en dat er bomen aangeplant kunnen worden. De kachels hebben veel verschillende vermogens, waardoor voor veel projecten een kachel beschikbaar is.

De brandstof voor de kachels wordt gebracht door vrachtwagens. Deze vrachtwagens stoten CO_2 uit, dit is een nadeel van deze vorm van verwarming.

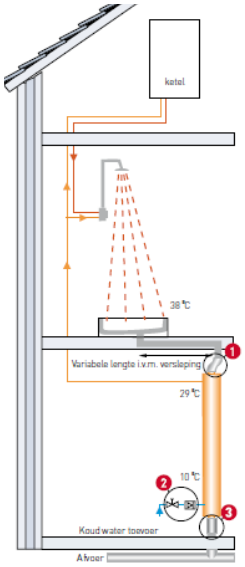
Zonneboiler
Voor het opwarmen van warm tapwater en water voor de verwarming van het gebouw kan er gebruik gemaakt worden van een zonneboilercombi. De combi betekent dat de zonneboiler voor twee toepassingen wordt gebruikt. Een zonneboiler maakt gebruik van de zonnewarmte. Collectoren (op het dak) zijn aan de achterzijde voorzien van leidingen waardoor een vloeistof loopt die de zonnewarmte op kan nemen. Deze leidingen lopen naar het opvangvat, waar de vloeistof zijn warmte afgeeft aan het water dat hierin is opgeslagen. De inhoud van het opvangvat kan verschillende maten hebben. De grootste is 1000 liter.

Wanneer het water niet warm genoeg is wordt dit naverwarmd door bijvoorbeeld een CV-ketel.

Verdere besparingen

Na-isolatie
In hoofdstuk 3 is er onderzocht of het toepassen van isolatie mogelijk is. Er is uit berekeningen gebleken dat er geen condensatie optreedt. Na-isolatie is mogelijk.

Lage Temperatuur Verwarming
Als er minder warmte opgewekt hoeft te worden, dan kost het minder energie en dat is beter voor het milieu. Het toepassen van Lage Temperatuur Verwarming (LTV) maakt dit mogelijk. De verwarmingselementen worden opgewarmd met water dat een aanvoertemperatuur heeft tussen de 35 en 55°C. Een hoge temperatuur verwarming wordt opgewarmd met water met een aanvoertemperatuur tussen de 70 en 90°C. De voorwaarde voor een LTV is dat het gebouw goed geïsoleerd dient te zijn omdat er anders meer energie nodig is voor het opwarmen van het gebouw. LTV kan toegepast worden met radiatoren, vloer- en wandverwarming.



Het voordeel van LTV is dat de installaties een hoger rendement behalen, doordat het temperatuurverschil tussen de bron en de gewenste temperatuur kleiner is waardoor er minder energie nodig is om dit te behalen.

Warmte terug winning douchewater
Het afvalwater van de douche is warm water. Dit warme water wordt afgevoerd naar het riool. Het water dat nog moet worden gebruikt voor het warme tapwater moet van koud naar de juiste temperatuur worden opgewarmd. Dit kan voor een gedeelte al gebeuren door middel van warmte terug winning van het warme afvalwater. Wanneer de afvalwaterleiding door de aanvoer leiding loopt, verwarmt het afvalwater het koude water en hoeft er een minder groot temperatuurverschil overbrugd te worden door het verwarmingssysteem. Dit betekent dat er minder energie nodig is voor het opwarmen van het water.

Op afbeelding … uit de brochure van ‘Technea’ is het principe van dit systeem schematisch weergegeven. Tussen punt 1 en 3 vindt de warmte wisseling plaats. Punt 2 is de koud water aanvoer.

5.1.2 Water
Water is noodzakelijk in het gebouw, maar er hoeft niet voor elke toepassing schoon drinkwater gebruikt te worden. In paragraaf 5.2.1 is er berekend dat er per dag bijna 9000 liter warm water nodig

is. Voor de hotelgasten is er per dag 127,5 liter nodig. Er wordt voor de overige aanwezigen 50 liter gerekend. In totaal wordt er 21550 liter water per dag verbruikt. Toiletspoelingen en afwaswater zijn dusdanig verontreinigd dat dit water niet her te gebruiken is, dit is 40 liter per persoon[19], in totaal 9800 liter water. Het overige water kan worden gezuiverd en worden gebruikt als spoeling voor het toilet.

Helofytenfilter / Grijswatersysteem

Voor het doorspoelen van het toilet is er geen schoon water nodig. Het water dat wordt gebruikt voor het handen wassen, schoonmaken en het wassen van bedlinnen kan worden hergebruikt. Het water wordt dan niet in het riool geloosd maar wordt opgevangen in een helofytenfilter. Deze filter zuivert het vuile water. Dit gezuiverde water is niet zuiver genoeg om te gebruiken als drinkwater, maar kan wel worden gebruikt voor het toilet. Dit systeem heet ook wel het grijswatersysteem. Het afvalwater van het afwassen en het toilet is te vuil om te worden gebruikt en wordt geloosd in het riool.

Het hemelwater kan ook op de helofytenfilter worden aangesloten. Dit is een ontlasting voor het riool en daarbij komt ook dat redelijk schoon water niet wordt 'weggegooid'. De helofytenfilter kan ook worden aangesloten op het drinkwatersysteem. Mocht er een periode van droogte zijn, dan vult het drinkwatersysteem de tekorten bij.

Een nadeel van de helofytenfilter is dat er een redelijk groot oppervlak nodig is om het vuile water te zuiveren van gebouw 42. Een leverancier van de helofytenfilter is BrinkVos water. Zij vermelden dat er voor het zuiveren van afvalwater van vijf personen ongeveer 16 m^2 filter nodig is.

Hemelwater

In plaats van in de helofytenfilter kan het hemelwater apart worden opgevangen. Het regenwater wordt opgevangen in grote opslagbassins. Dit water kan worden gebruikt voor het doorspoelen van de toiletten.

→ http://www.belleaqua.be/hemelwater.html

Verdere besparingen

Om meer water te besparen, kan men gebruik maken van het Gustavsberg toiletsysteem. Wanneer dit systeem wordt toegepast, wordt er per spoelbeurt slechts vier liter water gebruikt. In een bak, de stroomvergroter, worden meerdere spoelingen verzameld. Wanneer deze bak 'overstroomt' doordat er onderdruk is ontstaan, ontstaat er een verhoogde afvoersnelheid die er voor zorgt dat de liggende leidingen schoon worden gespoeld[20].

Vitens is de waterleverancier in de provincie Gelderland. Bij een drinkwateraansluiting van 1,5 m^3 per uur kost één m^3 water €1,118[21], per liter is dit €0,001118. Bij een normale toiletspoeling wordt er negen liter gebruikt. Bij het Gustavsberg systeem wordt er vier liter gebruikt. De besparing is meer dan de helft van het gebruikte water bij een traditioneel systeem. De kosten zullen aanzienlijk afnemen wanneer er wordt gespoeld met drinkwater. Er wordt vanuit gegaan dat er per dag vier keer wordt doorgetrokken door één persoon. Op de hotelkamers zijn gemiddeld twee personen aanwezig. Eén spoelbeurt van vier liter kost €0,0045. De kosten van acht spoelbeurten voor twee personen per dag zijn €0,036.

Waterbesparende kranen hebben ook positieve invloed op het verminderen van het watergebruik. Door het gebruik van een doorstroombegrenzer bespaard men 50 tot 75% water. Een logisch gevolg is dat er minder water verwarmd moet worden, waardoor er een energiebesparing van 25% ontstaat[22]. Er kunnen ook maatregelen genomen worden zoals zelfsluitende kranen en elektrische kranen. Deze oplossingen leveren ongeveer dezelfde besparing op als de doorstroombegrenzers. Echter, de doorstroombegrenzer is veel goedkoper dan het aansluiten van nieuwe kranen, namelijk onder de €10,-. De investering is snel terugverdiend. Er wordt vanuit gegaan dat er uit een kraan zonder begrenzer 15 liter per minuut stroomt. Met een begrenzer is dit 7,5 liter per minuut. Er wordt per minuut €0,008 bespaard.

19 Uitgaande van vier spoelingen van 9 liter per persoon per dag en 3 liter per persoon voor de afwas.
20 Jellema 7, opzoeken welke pagina!
21 http://www.vitens.nl/overvitens/tarieventhuis/Documents/Tarieven%20Consument%202011.pdf, bezocht op 24-10-2011
22 http://www.duurzaammkb.nl/tips/tip/396/waterbesparende-kranen bezocht op 24-10-2011

5.1.3 Elektriciteit

Elektriciteit kan op vele manieren worden opgewekt. Om zoveel mogelijk energie te besparen en zo weinig mogelijk CO_2 uit te stoten, wordt de voorkeur gegeven aan elektriciteit die wordt opgewekt met natuurlijke bronnen.

PV cellen
Photovoltaïsche cellen zijn één van de bekendste methoden om elektriciteit op te wekken. In de cel zitten elektroden. Zodra tussen de elektroden zonlicht valt, worden de elektroden aan elkaar geschakeld en ontstaat er een elektriciteitsstroom. Deze elektriciteit wordt of direct gebruikt door apparaten in het gebouw of er wordt een accu opgeladen, waardoor er een buffer ontstaat voor dagen waarop de zon minder schijnt. Er kan ook voor worden gekozen om de te veel opgewekte stroom terug te leveren aan het elektriciteitsnet.[23]

Hoe meer zonnestralen de cellen opvangen, hoe meer elektriciteit er wordt opgewekt. De meest rendabele positie voor de zonnecellen is wanneer deze gericht zijn op het zuiden en staan opgesteld onder een hellingshoek van 36°. De hellingshoek moet tussen de 20° en de 60° zijn.[24]

Het nadeel van de PV-cellen is dat wanneer de zon niet schijnt, de cellen minder stroom opwekken.

Warmte kracht koppeling
Warmte kracht koppeling is bij warmte al ter sprake gekomen. Bij het opwekken van elektriciteit komt warmte vrij als restproduct. Het hoofdproduct is elektriciteit. Er is het hele jaar door vraag naar elektriciteit, maar niet het hele jaar vraag naar warmte.

Windenergie
Windenergie wordt opgewekt door middel van windturbines. De windturbines zijn er in vele soorten en maten. Het is voor een goede opbrengst belangrijk dat er rondom de windturbine veel vrije ruimte is. Hierdoor wordt er geen wind tegengehouden door objecten rondom de turbine. Voor het beste rendement moet er op een afstand tot 100 meter rond de turbine geen objecten zijn gelegen.[25]

Waterenergie
Het opwekken van elektriciteit door middel van waterkracht wordt gebeurt onder andere in sluizen en stuwen die in de rivieren in Nederland zijn aangelegd. Ook wordt er gebruik gemaakt van de getijdenstromen in de Waddenzee en de Noordzee. Energie uit water wordt vooral op grote schaal uitgevoerd. Op kleine schaal komt het voor bij oude molens met een waterrat en gebouwen waarnaast beekjes lopen.

Het opwekken van energie uit water is voor gebouw 42 niet realistisch en haalbaar. Deze vorm van energie opwekken wordt niet verder onderzocht.

Verdere besparingen
Naast het opwekken van elektriciteit, kan er elektriciteit worden bespaard. Dit kan door:
- aanpassen soort verlichting;
- gebruik maken van hoofdschakelaar in hotelkamer zodat er niet onnodig elektriciteit wordt gebruikt (zowel bij verlichting als ventilatie);
- in overige ruimten gebruik maken van detectieverlichting.

Verlichting
Het toepassen van veeg- en daglichtschakeling heeft een verlaging van de branduren van 80% in de daglichtsector en 30% in de kunstlichtsector. Dit is te vinden in ‘Cijfers en Tabellen 2007’ in de tabel ‘Invloed van schakel- en regelsystemen op het aantal branduren’ op pagina 58. Volgens de tabel is met deze combinatie van schakeling de meeste besparing te realiseren.

23 http://nl.wikipedia.org/wiki/Fotovolta%C3%AFsche_cel, bezocht op 28-10-2011
24 http://nl.wikipedia.org/wiki/Zonnepaneel, bezocht op 28-10-2011
25 http://www.duurzame-energiebronnen.nl/windaanbod-windenergie.php, bezocht op 28-10-2011

5.2 Installatieconcept

In de voorgaande sub hoofdstuk zijn er verschillende installatie mogelijkheden uitgezocht Om de juiste beslissing te kunnen maken, moet er vergeleken kunnen worden met de traditionele installaties.

De eigenschappen en kosten van een HR ketel van het merk Buderus in de nieuwe situatie zijn:

- aanschaf nieuwe ketel (vermogen 500 kW) = €30.000,-
- gasverbruik ketel = 64 kWh/m^3
- uitgaande van 1445 piekuren per jaar = 722.500 kWh/jaar → 2601 GJ
- uitgaande van 1 m^3 aardgas levert 32 MJ
- ketelrendement = 90% (28,8 MJ)
- verbruik aardgas = 90.312,5 m^3/jaar
- kosten per jaar aan aardgas = 90.312,5 * 0,495 = €44704,69

Het watergebruik kost, zonder maatregelen toe te passen en zonder toeslagen voor aansluitingen, €24.092,90 per jaar (gerekend met €1,118 / m^3). De elektriciteit kost in de nieuwe situatie, zonder maatregelen toe te passen, €137.500,- (gerekend met €0,251 / kWh[26]).

De totale kosten aan energie in de nieuwe situatie maar zonder maatregelen komen op een bedrag van €206.297,59

Maatregelen

De installaties die zijn uitgezocht zijn niet allemaal toepasbaar in het gebouw. Dit kan een economische reden hebben, maar dit kan ook te maken hebben met de ruimte die de installatie inneemt in het gebouw.

Installaties die niet geschikt zijn om toe te passen zijn:

- WKK;
- Windenergie;
- Helofytenfilter

WKK

De warmte kracht koppeling is niet geschikt voor het gebouw omdat er tijdens de opwekking van elektriciteit te veel warmte vrij komt. Er is in het gebouw relatief veel elektriciteit nodig in vergelijking met de benodigde warmte (550MWh tegenover 500 kW). Een WKK wekt 30% meer warmte op dan elektriciteit. Hierbij komt dat er dusdanig veel elektriciteit nodig is, dat dit niet door een WKK kan worden opgewekt.

Windenergie

Hier geldt hetzelfde als voor de WKK, de vraag naar elektriciteit is te groot om een windturbine te kunnen toepassen. De 'kleine' turbines hebben een te laag vermogen om aan de vraag te kunnen voldoen.

Helofytenfilter

Een helofytenfilter is een energiezuinige en schone manier om gebruikt water te zuiveren en te hergebruiken. Voor kleinere projecten is dit een zeer goede oplossing. Echter, er is per persoon tussen de 2,5 en 4 m^2 helofytenfilter nodig om aan de watervraag te voldoen. Alleen al voor de hotelgasten betekend dit dat er een helofytenfilter van minimaal 300 m^2 moet worden aangelegd. Deze ruimte is niet beschikbaar op het terrein voor deze toepassing.

Wel geschikt zijn:

- zonneboiler;
- biomassa;

Zonneboiler

Er wordt per dag 9000 liter warm water verbruikt in het gebouw. Hiervoor is 122 kW warmte voor nodig. Er zijn boilers die een zeer groot reservoir hebben, tot 1000 liter, waar het benodigde water in opgeslagen kan worden. Omdat er niet 9000 liter water achter elkaar wordt gebruikt, krijgt de boiler de

26 http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37359&LA=NL, bezocht op 4-11-2011

kans om zich opnieuw te vullen en op te warmen. De verwachting is dat niet al het warme water kan komen van de zonneboiler. Dit kan komen doordat er te weinig zonnewarmte is op een dag. Ook kan het zijn dat er wel veel water achter elkaar wordt gebruikt, waardoor de boiler niet de kans krijgt om het water geheel te verwarmen.

Er moet naast de zonneboiler een andere toepassing zijn om het water op te warmen.

Biomassa
Biomassa is een zeer geschikte vorm van warmteopwekking voor het gebouw. De opwekking vindt plaats door middel van verbranding van houtpellets of snippers, dat CO_2 neutraal is. De kachel kan door middel van een thermostaat worden aangestuurd, hierdoor wordt er niet continue warmte opgewekt, maar alleen op de momenten dat er warmtevraag is.

Houtpellets zijn in vergelijking met gas relatief goedkoop.

Na-isolatie
In hoofdstuk 3 is berekend hoeveel warmte er nodig is voor de verwarming voor zowel een geïsoleerde situatie als een ongeïsoleerde situatie. Voor de geïsoleerde situatie is dit 177 kW en voor de ongeïsoleerde situatie 536 kW, een verschil van 359 kW.

De terugverdientijd wordt berekend door de investering te delen door de besparing. De investering van na-isolatie is €20.522,06 (alleen materiaal). De besparing is de kosten van het gasverbruik in de ongeïsoleerde situatie minus de kosten van het gasverbruik in de geïsoleerde kosten.

Het aantal piekuren per jaar is 3600. De kosten zijn dan voor de ongeïsoleerde situatie:
- 536 * 3600 = 1.929.600,0 kWh → 6946,56 GJ
- uitgaande van 1 m^3 aardgas levert 32 MJ
- ketelrendement = 90% (1 m^3 levert 28,8 MJ)
- verbruik per jaar: 241.200,0 m^3
- kosten: €119.876,40 (gasprijs €0,497)

De kosten voor de geïsoleerde situatie zijn:
- 177 * 3600 = 637.200,0 kWh → 2293,92 GJ
- uitgaande van 1 m^3 aardgas levert 32 MJ
- ketelrendement = 90% (1 m^3 levert 28,8 MJ)
- verbruik per jaar: 79.650,0 m^3
- kosten: €39.586,05 (gasprijs €0,497)

De besparing is €80.290,35 per jaar. De terugverdientijd is 0,26 jaar (ongeveer 3 maanden). De werkelijke terugverdientijd is hoger. In deze berekening is er alleen uitgegaan van de kosten voor het materiaal, hierbij is levering en plaatsing (manuren) niet meegerekend. De besparing is berekend voor een situatie waar gestookt wordt met aardgas.

Advies

5.3 Monumentale waarde

Nu de installatie bekend is, wordt deze in het gebouw getekend. Hieruit moet blijken of de installatie en de duurzame maatregelen de monumentale waarde van het pand niet aantast. In bijlage … zijn de tekeningen opgenomen.

6. DuMo-toets na ingreep

De installaties en overige ingrepen die in het gebouw worden en plaats en gedaan zijn bekend. Er kan een nieuwe DuMo-toets worden uitgevoerd. De principes van de toets zijn hetzelfde als voor de ingreep, maar nu met nieuwe installaties en nieuwe Rc-waarden. De Mo-coëfficiënt wordt niet aangepast. De historische waarde die zich in het gebouw bevond voor de ingreep, is ook nog na de ingreep aanwezig.

Er wordt gestreefd naar een energielabel D. Dit label is sinds 2007 de minimale eis voor het monument. De score die behaald moet worden voor het D-label is minimaal 163 punten. De Du-index moet dan minimaal uitkomen op 117 punten.

De toets is niet helemaal betrouwbaar. De onderstaande punten geven aan waar de toets niet betrouwbaar is:

- Er is voor de gebouwschil uitgegaan van een Rc-waarde van 3,5 m^2K/W. In de toets wordt er niet verder gegaan dan een Rc-waarde van 3,0 m^2K/W;
- Voor het monumentenglas is er ingevuld dat het HR++ glas is. Voor de nieuw te bouwen delen is er driebubbel glas opgegeven;
- Niet alle installaties die in het gebouw worden toegepast zijn in de toets terug te vinden. Zo is er niet de juiste installatie voor het opwekken van warm tapwater in te voeren. Hiervoor wordt een HR-combi ketel ingevoerd;
- Een deel van het gebouw wordt ook in de avonduren en in de nacht gebruikt. Dit is alleen in te voeren voor het gehele gebouw. Het aantal uren dat hier wordt ingevoerd heeft grote invloed op de Du-index. Er is ingevoerd dat er buiten de kantooruren nog 10 uren per dag zijn, 70 uren per week, waarin het gebouw wordt gebruikt. Het gebouw is dan in gebruik van 07:00 tot 24:00 uur;

7. Ontwerp

Het presentatieboekje van het schetsontwerp is opgenomen als bijlage 7

Ontwerp beslissingen DO+ niveau:
- binnenwanden
- afwerkingen
- isolatiemateriaal binnenwanden
- verloop leidingen

Binnenwanden
Er worden veel binnenwanden geplaatst in de nieuwe situatie. Er zijn verschillende manieren hoe deze wanden opgebouwd kunnen worden, dit kan zijn:
- metal stud wanden;
- houtskeletwanden;
- blokkenwanden (steenachtig).

De eerste twee genoemden zijn lichte scheidingswanden. Akoestische en thermische isolatie wordt bereikt met het toepassen van isolatiemateriaal in de wand. Bij steenachtige wanden wordt deze isolatie behaald door de massa van de wand. Hoe dikker de wand, hoe hoger de isolatiewaarde.

Als het gaat om geluidsoverdracht van de ene hotelkamer naar de andere hotelkamer, dan zijn er geen eisen in het bouwbesluit waaraan voldaan moet worden. Wel zijn er eisen over het geluid van de toiletspoeling, kraan, mechanische ventilatie en de lift. Dit geluid mag op de (aangrenzende) hotelkamer voor maximaal 35 dB(A) hoorbaar zijn. Voor het volume van het geluid dat van buiten het gebouw binnendringt zijn er geen eisen vastgelegd in het bouwbesluit.

De geluidsisolatie is tussen de repetitieruimten van groot belang. Alle wanden tussen de ruimten zijn bestaande wanden.

Constructie

Fundering
Onder de nieuw te bouwen delen, wordt er een fundering aangelegd. De grondsoort in Ede is een zandgrond. Deze grondsoort leent zich goed voor een fundering op staal. Een bijkomend voordeel van het toepassen van dit soort fundering is dat er niet geheid hoeft te worden waardoor schade door trillingen aan het bestaande gebouw minimaal zijn.

Om te bepalen welke afmetingen deze fundering moet krijgen, zijn er een aantal gegevens van belang:

- veiligheidsklasse van het gebouw;
- hoeveelheid krachten die moeten worden afgedragen.

Het gebouw huist meerdere functies, allen vallen onder veiligheidsklasse 3 (tabel 4.3 tabellenboek voor Bouw- en waterbouwkundigen).

Brandcompartimentering
Met veel verschillende functies in het gebouw met een intensief gebruik is het van groot belang dat de brandveiligheid goed is geregeld. Dit begint bij het verdelen van de brandcompartimentering.
De ventilatiekanalen lopen door deze compartimenten heen. De kanalen moeten worden voorzien van brandwerende kleppen, zodat de rook en eventueel het vuur niet wordt verspreid door de kanalen.
Verder worden de compartimenten van elkaar gescheiden door middel van brandwerende deuren. De deuren vallen automatisch dicht wanneer het brandalarm gaat. Zo wordt er voorkomen dat brand zich snel kan verspreiden. De wanden tussen de verschillende functies zijn 60 minuten bestendig tegen branddoorslag en brandoverslag. De wanden tussen de verblijfruimten van eenzelfde functie zijn 30 minuten bestendig. Voor functies waar een hoge akoestische isolatie wordt gewenst is dit hoger omdat er meer isolatiemateriaal is gebruikt.

Op tekening aangeven:
- brandcompartimenten, subbrandcompartimenten, rookcompartimenten;
- vluchtroutes

8. Literatuur

Kazerne
- www.cultureelerfgoed.nl;
- www.veluwsepoort.nu;
- www.jeoudekazernenu.nl
- Archief van Nederlands instituut voor Militaire Historie (406 → 3.2.42 → 228)
- Gelders archief
-

Duurzame Monumenten
- van de Ven, H. e.a. (2011) *Handboek Duurzame Monumentenzorg Theorie en praktijk van duurzaam monumentenbeheer,* DeckersSnoeck, Zwijndrecht (B)
- www.stichtingduurzaamrenoveren.nl;
- www.paushuize.nl
-

Adviesbureau(s)
- LBP Sight → Henk Versteeg
- Jan van Noordenne
- Marc Backx, Cofely

Energieverbruik monumenten
- installaties in monumenten → info@cultureelerfgoed.nl

http://www.monumenten.nl/kennisbank/onderhoud/energiebesparing-monumenten (13-10-2011)
http://www.dgmr.nl/energie-en-duurzaam-bouwen/publicaties/isolatiematerialen/ (13-10-2011)
http://www.ipdubo.nl/index.php?mc=402 (13-10-2011)

Klimaatinstallaties
- http://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzame/energie/ (09-11-2011)
- www.eneco.nl;
- www.agentschapnl.nl;
- www.milieubarometer.nl;
- www.bodembelang.nl;
- www.bodemdata.nl
- www.paushuize.nl
- www.duinwijck.nl
- Handboek installatietechniek, ISSO → www.issodigitaal.nl
- www.solaraccess.nl;
- http://www.intact-ecodesign.nl/ → 07-09-2011
- www.warmbouwen.nl → 08-09-2011
- http://www.dhpa-online.nl/warmtepomp-concepten/ → 08-09-2011
- http://www.nvoe.nl/ → 08-09-2011
- www.techneco.nl → 09-09-2011
- www.milieucentraal.nl → 06-09-2011
- http://www.ekbouwadvies.nl/bouwbesluit/energiezuinigheid/rcwaarde.asp --> 12-09-2011
- www.cofely-gdfsuez.nl (28-9-2011)
- Dutch green building council (28-9-2011)
- http://www.bio-verwarming.nl/ (14-10-2011)
- http://www.houtpelletverwarming.com/houtpelletverwarming.html (14-10-2011)
- http://www.energieprojecten.nl/edu/ut_wkk.html (17-10-2011)
- http://www.wkk.nu/ (17-10-2011)
- http://www.ikleefgroen.nl/verwarming/wkk-warmtekrachtkoppeling/ (17-10-2011)
- http://www.energ.nl/ (17-10-2011)
- http://www.essent.nl/content/particulier/producten/warmte/warmtetechniek/biomassa.html (17-10-2011)
- http://www.ecofyt.nl/index.php?lang=nl&id=9 (18-10-2011)
- http://www.agentschapnl.nl/onderwerp/warmte-koude-opslag (18-10-2011)
- http://www.hydreco.nl/?gclid=CM-P19Xx8asCFcKEDgodBSDmKg (18-10-2011)
- http://www.greenchoice.nl/thuis/zelf-opwekken/met-water/warmte-koude-opslag-kopen (18-10-2011)

- http://www.energiepodium.nl/ (18-10-2011)
- http://www.vwg.net/gbw/bouwdata/installatie.html (25-10-2011)
- http://www.indieco.nl/producten02.php (3-11-2011)
- http://www.technea.nl/home/ (03-11-2011)
- http://www.vitens.nl/Lists/Vragen/detail.aspx?ID=11 (24-10-2011)
- http://nl.wikipedia.org/wiki/Fotovolta%C3%AFsche_cel (28-10-2011)
- http://duurzaamopgewekt.nl/referenties/?gclid=COmtvIuNi6wCFcyHDgodIFTuqQ (28-10-2011)
- http://www.duurzame-energiebronnen.nl/water-energie.php (28-10-2011)
- http://www.duurzame-energiebronnen.nl/windaanbod-windenergie.php (28-10-2011)
- http://www.energieuitwater.nl/EWA (28-10-2011)
- http://www.bouwtrefpunt.nl/kennisbank/45-lage-temperatuur-verwarming.htm (31-10-2011)
- http://www.warmtepomp-info.nl/#wko (4-11-2011)
- http://nl.wikipedia.org/wiki/Warmtepomp (4-11-2011)
- www.energyfuture.nl → filmpjes over energie opwekken
- http://www.pyrosolar.nl/html/buffervaten_____.html (08-11-2011)
- http://www.kilianwater.nl/ (09-11-2011)
- http://www.bioenergieclusteroostnederland.nl/informatie/22-energie-uit-biomassa/15-opwekking-van-warmte-en-elektriciteit-met-houtchips-.html (09-11-2011)
- http://www.kone.com/countries/nl_NL/eco-efficientie/oplossingen/Pages/default.aspx (04-12-2011)
-

Overig:
- www.ekbouwadvies.nl; → 06-09-2011
- www.erfgoednederland.nl; → 08-09-2011
- Cijfers en tabellen 2007, SenterNovem;
- www.bouwbesluitonline.nl → 09-09-2011
- http://www.energiewereld.nl/wat-is-grijze-energie.aspx (14-10-2011)
- http://www.theplanettimes.com/index.php?option=com_content&view=article&id=78:bouwen-met-leem&catid=4:green-lifestyle&Itemid=7 (01-11-2011)
- http://www.naturalhomes.nl/wetenswaardigheden/4__voor-_nadelen.htm (01-11-2011)
- http://www.knauf.nl/show/nl/product/map/12,18/Gipsgebonden-pleisters (01-11-2011)

Referentieprojecten
- University College;
- Paushuize Utrecht → methoden en installaties die zijn gebruikt
- De tempel monumentaal kantoorgebouw, Den Haag, http://kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=710
- Rijksmonument villa rusthoek, Baarn, http://kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=447

Gasterra:
- http://www.duurzaamvastgoed.com/gasterra-tekent-huurcontract-met-triodos-gebouw-van-g-naar-a (18-10-2011)
- http://www.rtl.nl/components/financien/rtlz/nieuws/2011/23/bank-maakt-kantoor-duurzaam.xml (18-10-2011)
- http://www.new-energy.tv/e_besparing/triodos_en_gasterra_baanbrekend_contract2.html (18-10-2011)
- http://www.energievastgoed.nl/2011/07/triodos-bank-%e2%80%9cverduurzamen-naar-a-label-is-eenvoudig%e2%80%9d/#comment-1035 (18-10-2010)
- http://www.vakbladwarmtepompen.nl/index.php?D=2&cmd=33&file=NewsArticles_1.0.0&view=1&category=&id=519 (18-10-2011)
- http://www.triodos.nl/nl/over-triodos-bank/nieuws/actueel/gasterra-triodos-baanbrekend-contract/ (18-10-2011)
- http://www.gasterra.nl/nieuws/berichten/Pages/GasTerrasluitbaanbrekend.aspx (18-10-2011)

www.energiecijfers.nl, bezocht op 8-11-2011

Isolatiematerialen:

- http://www.ecotherm.nl/hr_isolatie_hoge_isolatiewaarde_pur/thermische_eigenschappen.aspx (11-10-2011)
- http://www.ekbouwadvies.nl/tabellen/lambda.asp (11-10-2011)
- http://www.aluthermo.be/nl/index.php (11-10-2011)
- http://www.eco-logisch.nl/Details.asp?ProductID=827 (11-10-2011)
- http://www.isovlas.nl/?page=website/index&pagina_naam=organisatie (11-10-2011)
- http://milieuadvieswinkel.be/downloads/mutsvoorjehuis/Handleiding%20Muts%20Volledig.pdf 11-10-2011
- http://www.dubomat.nl/Bouwfolies-c23.html 11-10-2011
- http://www.ecologischbouwen.be/onderdakplaten_pavatex_isolair_celit.htm 11-10-2011
- http://www.steico.com/index.php?id=140&L=7 11-10-2011
- http://www.deskundig-isoleren.be/hennepwol.html#lambda 11-10-2011
- http://isofloc.nl/index.php?nl-website 11-10-2011
- http://home.hccnet.nl/michel.post/klussen/isoleren.htm (13-10-2011)
- http://home.hccnet.nl/michel.post/klussen/isoleren.htm (13-10-2011)
- http://www.vanavermaet.be/ned/producten.asp?id=06 (13-10-2011)
- http://www.vibe.be/downloads/4.Jeugdwerkinfrastructuur/Technische_fiches/TF_jeugd_Isolatie.pdf (13-10-2011)
- http://www.curbain.be/nl/energie/information/typedisolant_ISO.php (13-10-2011)
- http://www.weston.nl/isolatie/pir-isolatie.php (13-10-2011)
- http://www.wiersmavloerisolatie.nl/index.php/hoe-werkt-vloerisolatie/besparing (13-10-2011)
- http://www.isolatiemateriaal.nl/dakisolatie-hellenddak-isolatie-pir-isolatie-tr26-zijdig-alu-1200x600x100-rd430-5plpak-p-86.html?oscsid=ee288366b1a67dc5104d98de584180bc (14-10-2011)
- http://www.clubgreen.nl/vraag/huis-isoleren.html (14-10-2011)
- http://www.isoproc.be/NL/isofloc_cellulosevlokken_isolatie.php (14-10-2011)
- http://www.polyurethanes.basf.de/pu/Nederland/Informatie/hrisolatie (14-10-2011)
- http://www.dutchbluelabel.nl/ (14-10-2011)
- http://isofloc.nl/index.php?nl-ecologie-en-gezondheid 14-10-2011
- http://www.ecomagazine.be/nl/focus-producten/261-verwarming-en-isolatie.html (17-10-2011)
- http://www.kwaasteniet.eu/pdf/aanvulling_isolatie.pdf (17-10-2011)
- http://www.delba-isolatie.be/toepassingen_adv_dak_opbeschot.htm (18-10-2011)
- http://www.dubolimburg.be/dakisolatie/nagroeibaar.php (18-10-2011)
- http://www.isoexpert.be/isolatiemateriaal (19-10-2011)
- http://www.isobouw.nl/nl/1/50/voordelen.aspx (25-10-2011)
- http://www.dekruipruimte-isolatiespecialist.nl/vloerisolatie/schapenwol-isolatie.html (25-10-2011)
- http://www.hoe-koop-ik.nl/vloerisolatie/alles_over/basiskennis/isolatiewaarde (25-10-2011)
- http://www.vwg.net/gbw/bouwdata/isolatie.html (25-10-2011)
- http://www.vwg.net/gbw/bouwdata/isolatie_levinfo.html (25-10-2011)
- http://www.isolerendoejezo.nl/wand/muur-isolatie-methodes/buitenmuren-van-binnenuit-isoleren-met-schapenwol (31-10-2011)
- http://www.milieuadvieswinkel.be/index.php/02.01.02.01.01.05.05.16 (31-10-2011)
- http://nl.wikipedia.org/wiki/Aardgas (14-10-2011)
- http://www.eco-logisch.nl/Doscha-Schapenwol-isolatie---DRP-1423 (01-11-2011)
- http://www.doscha.nl/home.htm (01-11-2011)
-

Monumentenglas:

- http://www.monumentenglas.nl/ (14-10-2011)
- http://www.vanveenglas.nl/1093/monumentenglas.html (14-10-2011)
- http://www.vanruysdael.com/ (14-10-2011)
- http://evmglass.com/monumentenglas/ (14-10-2011)
- http://www.old-style.nl/?gclid=CLKJ1tGd6KsCFYOIDgodDlmyJQ (14-10-2011)
-

Ventilatie:

- http://www.itho.nl/index.php?pageID=88 (19-10-2011)
- http://www.kikmachinale.nl/html/ventilatie_eisen.html (24-10-2011)
-

Kosten :

- www.renovatiekosten.nl
-

http://www.agentschapnl.nl/nl/programmas-regelingen/energiezuinig-gebouwbeheer (25-10-2011)
http://www.slimmemaatregelen.nl/ (25-10-2011)

- **alle websites in het rood zijn bezocht tussen 29-8-2011 en 5-9-2011**
-
-

http://senternovem.databank.nl/Default.aspx?sel_guid=91c5b0c2-f47a-45b7-82e6-3e307296e8cd

9. Bijlagen

Bijlage 1 Omschrijving monumentenregister
Bijlage 2 Strategieën Handboek Duurzame Monumentenzorg
Bijlage 3 Bepaling Mo-coëffici:ent
Bijlage 4 Bepaling Du-index
Bijlage 5 Bepaling binnenklimaat
Bijlage 6 Luchttoevoer per ruimte
Bijlage 7 Benodigde hoeveelheid lucht per dag
Bijlage 8 Warmtebehoefte berekening per functie
Bijlage 9 Warmtebehoefte berekening zonder na-isolatie en met enkel glas
Bijlage 10 Benodigde energie voor opwarmen water
Bijlage 11 Werking VAV systeem - SolidAir

Bijlage 1: Omschrijving monumentenregister

INFANTERIEKAZERNE 'Johan Willem Friso' (2) bestaande uit een fors risalerend middenpaviljoen van drie bouwlagen, geflankeerd door lange vleugels van twee bouwlagen uiterst links en rechts afgesloten door risalerende hoekpaviljoens van twee bouwlagen. Deze onderdelen worden afgesloten door een afgeplat schilddak gedekt met rode kruispannen met in de schilden meerdere dakkapellen. Tegen de achtergevel bevinden zich drie diepe aanbouwen bestaande uit een brede driebeukige middenaanbouw met uiterst links en rechts een éénbeukige aanbouw. De hogere middenbeuk van de middenaanbouw wordt afgesloten door een groot zadeldak met lichtlantaarn met aan weerszijden een smaller zadeldak ter afsluiting van de lagere zijbeuken. De aanbouwen uiterst links en rechts worden afgesloten door een zadeldak. Alle zadeldaken aan de achterzijde zijn gedekt met rode Hollandse pannen. De gevels zijn opgetrokken in bruinrode baksteen in kruisverband met zandstenen speklagen, waterlijsten en deuromlijstingen.

Centraal in de symmetrische VOORGEVEL bevindt zich het risalerend middenpaviljoen bestaande uit een licht risalerende middenas aan weerszijden geflankeerd door drie vensterassen. In de middenas bevindt zich op de begane grond de ingangspartij bestaande uit een halfronde, dubbele paneeldeur met glasindeling met zandstenen omlijsting. De rondboog met gebeeldhouwde sluitsteen wordt omsloten door een rechthoekig zandstenen veld met in de zwikken eikenblad in relief. Uiterst links bevindt zich in relief een heroïsche vrouwenfiguur en uiterst rechts twee klimmende leeuwen. Bovenaan het zandstenen veld bevindt zich de naam 'JOHAN WILLEM/FRISOKAZERNE'. Op de verdiepingen bevinden zich twee vensters onder één rondboog. De gehele gevel wordt onder de bakgoot met geprofileerde klossen afgesloten door een rijk fries, bestaande uit geprofileerde baksteen en tandlijsten in diverse kleuren. De middenas wordt aan weerszijden geflankeerd door een bakstenen pilaster met natuurstenen banden. Links en rechts van de middenas bevinden zich in iedere bouwlaag drie vensters. Het middenpaviljoen wordt boven de bakgoot afgesloten door een bakstenen dakhuis uit circa 1950 met vensters bestaande uit vijf assen, in het midden versierd met een fronton-motief. Aan weerszijden van het middenpaviljoen bevinden zich de lange vleugels bestaande uit vijftien assen. In iedere as bevindt zich op de begane grond en de verdieping een venster. Op de begane grond worden deze vensters afgesloten door een segmentboog, op de verdieping door een latei. In de vierde en twaalfde as bevindt zich op de begane grond een deur met bovenlicht met op de verdieping een venster bestaande uit twee meerruits draairamen. De gevel wordt aan de bovenzijde afgesloten door een rijk fries met in het dakschild oorspronkelijke, later gewijzigde en/of toegevoegde dakkapellen. Uiterst links en rechts van de vleugels bevindt zich een hoekpaviljoen met risalerende middentravee. De middentravee, bestaande uit twee assen eindigt in een klein dakhuis, op dezelfde wijze uitgevoerd als dat van het middenpaviljoen. Op de begane grond bevinden zich twee venster afgesloten door een segmentboog met op de verdieping twee vensters afgesloten door een rondboog met natuurstenen aanzet- en sluitstenen. De middentravee wordt aan weerszijden geflankeerd door een venster-as met identieke vensterindeling. De LINKERZIJGEVEL betreft de zijgevel van het hoofdvolume en de zijgevel van de uiterst linkse aanbouw. Centraal in de zijgevel van het hoofdvolume bevindt zich een uitgemetseld rookkanaal aan weerszijden geflankeerd door een venster-as met op de begane grond en de verdieping een venster.

De ACHTERGEVEL bestaat uit de topgevels van de aanbouwen en de tussenliggende achtergevels van het hoofdvolume. De achtergevel van de middenaanbouw bestaat uit een grote topgevel aan weerszijden geflankeerd door een kleine lagere topgevel. In de grote topgevel bevinden zich rondboogvormige spaarvelden toenemend in grootte met in het spaarveld een rondboogvormige muuropening. In het centrale spaarveld bevinden zich drie smalle hoge rondboogvensters. In de lagere topgevels bevinden zich rechthoekige vensters. In alle gevels bevinden zich regelmatig verdeelde vensters.

De RECHTERZIJGEVEL bestaat uit de zijgevel van de lage achter aanbouw en de zijgevel van het hoofdvolume. In de zijgevel van de aanbouw bevinden zich regelmatig verdeelde meerruits ramen. In de zijgevel van het voorste deel bevinden zich op de begane grond en de verdieping van links naar rechts twee kleine toiletramen gevolgd door twee vensters.

Het INTERIEUR is grotendeels niet meer in oorspronkelijke staat bewaard gebleven.

Waardering

INFANTERIEKAZERNE 'Johan Willem Friso' gebouwd in 1904-1906 in neo-renaissance stijl als onderdeel van het kazernecomplex 'Ede-West'.

- Van architectuurhistorische waarde als voorbeeld van een infanteriekazerne uit 1906 in neo-renaissance stijl met gaaf exterieur.

- Van stedenbouwkundige waarde vanwege de functioneel-ruimtelijke relatie met de Mauritskazerne in het bijzonder en de andere onderdelen van het complex, strategisch gelegen buiten de randstad op de Veluwe in de nabijheid van het spoor.

- Van cultuurhistorische waarde als onderdeel van symmetrisch opgezette infanteriekazernes van het lineaire type met een beginnende decentralisatie, dat zich uiteindelijk zal ontwikkelen tot het paviljoenstelsel. Als lineair type kazerne van belang voor de geschiedenis van de Nederlandse krijgsmacht.

Bijlage 2: Strategieën Handboek Duurzame Monumentenzorg

Strategie 1
Traditionele prestaties
- werk mee met historische constructies en materialen;
- traditionele gebouwen lenen zich goed voor hergebruik;
- ruimte biedt plaats voor energiebesparende installaties;
- kijk naar bufferend vermogen van wanden.

Strategie 2
Minimale ingrepen
- doe zo weinig mogelijk en alleen als het echt nodig is;
- materiaalbehoud voor technische perfectie.

Strategie 3
Reversibiliteit
- kies voor omkeerbare oplossingen (bij veranderingen);
- ingrepen moeten goed herstelbaar zijn;
- nieuw werk moet verenigbaar zijn met het bestaande.

Strategie 4
Passend gebruik
- gebruik is passend wanneer dit geen veranderingen vergt in belangrijke historische bouwmassa in combinatie met strategie 2 en 3;
- gebouw en functie in evenwicht;
- functie moet bij gebouw passen.

Strategie 5
Aangepaste comforteisen
- voorzichtig omgaan met maatregelen die temperatuur en ventilatie sterk doen veranderen;
- hogere temperatuur in vertrekken leidt tot een lagere luchtvochtigheid van de lucht en vaak ook tot condensatie op en in koudere delen van het gebouw;
- voorkom schommelingen in RV (per graad stijging of daling van de temperatuur verandert de RV met 2%);
- voor juiste RV en temperatuur zie blz 62 van het handboek;
- vloerverwarming is een goede oplossing om te voldoen aan de comforteisen maar wel een lagere temperatuur te bereiken;
- voorkom onregelmatig verwarmen;
- naden en kieren dragen bij aan de ventilatie;
- probeer verlichting bij de vraagplek te houden.

Strategie 6
Hergebruik van materialen
- gebruik vrijkomende materialen zoveel mogelijk weer in hetzelfde pand.

Strategie 7
Traditionele of milieubewuste materialen
- vervang aangetaste materialen het liefst met hetzelfde materiaal. Andere materialen hebben andere bouwfysische eigenschappen, dat kan problemen opleveren;
- vervang niet meer materiaal dan strikt noodzakelijk is;
- vervang materialen alleen door andere materialen als deze duurzamer zijn;
- kies voor nieuwe constructieonderdelen altijd zo duurzaam mogelijke materialen.

Strategie 8
Aangrenzende, onverwarmde ruimten (AOR's)
- energieprestatie wordt beter wanneer er tussen verwarmde ruimte en buitenschil een aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR) aanwezig is;
- AOR kan ook in de vorm van doos-in-doos-constructie;
- AOR moet afsluitbaar zijn;
- AOR is niet verwarmd, geïsoleerd en gekoeld, let goed op vochttransport!

Strategie 9
Nieuwe installaties
- als de huidige installaties nog mee kunnen, installeer dan alleen nieuwe installaties wanneer deze aanzienlijk energiezuiniger zijn;
- leg nieuwe installaties zo logisch en praktisch mogelijk neer, zodat er later gemakkelijk onderhoud aan kan worden gepleegd;
- relevante installatietypen en –elementen zijn:
    - verwarmingssystemen, systemen voor volledige klimaatbehandeling;
    - leidingen voor rookgasafvoer;
    - ventilatiesystemen en –kanalen;
    - waterleidingsystemen;
    - elektrische systemen.
- let op daling van de relatieve luchtvochtigheid bij het verwarmen van het gebouw;
- lage temperatuur verwarming in combinatie met een warmtepomp is een goede duurzame oplossing wanneer er genoeg ‘manoeuvreerruimte’ in het gebouw aanwezig is;
- maak zo veel mogelijk gebruik van daglicht;
- als er aanvullende verlichting nodig is, doe dit dan zo duurzaam mogelijk of kijk naar de oude armaturen die wellicht nog gebruikt kunnen worden;
- tapwater kan worden verwarmd zonder fossiele brandstoffen, bv door een zonneboiler;
- probeer zo min mogelijk kanalen, leiding- of kabeltracés te maken;
- maak, bij het gebruik van techniek, een juiste balans tussen de eisen die gebouw, milieu en gebruiker stellen.

Strategie 10
Na-isolatie
- kieren maken dat de constructie van het monument al zo lang staat, omdat door natuurlijke ventilatie overtollig vocht opgenomen en weggevoerd wordt;
- isoleer bij voorkeur alleen de buitenschil;
- isoleer geen binnenmuren, muren waartegen aanbouwen staan, kappen boven bergzolders, vloeren boven droge kruipruimten;
- vermijd binnenisolatie;
- let er op dat bij het vervangen van glas, de condensatie nu op een andere manier zich een weg naar buiten werkt;
- isoleer de begane grond vloer bij natte kruipruimtes en zorg dat de kruipruimte goed geventileerd wordt, bijvoorbeeld door een niet gebruikt rookkanaal door te trekken naar de kruipruimte;

Strategie 11
Gebruik of infiltratie van regenwater
- regenwater kan worden gebruikt voor huishoudelijke toepassingen zoals het doorspoelen van het toilet, sproeien van de tuin en voor de wasmachine;
- hemelwater kan worden opgeslagen in een reservoir;
- koppel de hemelwaterafvoer af van het riool. Op deze manier gaat er minder hemelwater naar het riool en is er minder kans dat er bij hevige regenval vervuild water uit het riool in het oppervlaktewater terechtkomt;
- water kan goed infiltreren in zanderige bodems;
- voor goede infiltratie is een open structuur rond het monument nodig.

Strategie 12
Drinkwaterbesparende maatregelen
- om drinkwater te besparen kan je gebruik maken van doorstroombegrenzers;
- voorkom lekverliezen en leidingverliezen;
- pas kleinere spoelreservoirs toe bij de toiletten;
- gebruik waterbesparende douchekoppen en kranen;
- houdt de afstand tussen het warmwatertoestel en het tappunt zo kort mogelijk om koud water verlies te voorkomen;
- isoleer de leidingen.

Strategie 13

Uitbuiten van hoge ruimte
- houdt de goede daglichtintreding intact;
- vermijd het gebruik van verlaagde plafonds.

Strategie 14
Beperken van schadelijke emissies
- voorkom het vrijkomen van schadelijke stoffen;
- zorg voor goede ventilatie.

Strategie 15
Bescherming van planten en dieren

Strategie 16
Gebruiksvoorlichting
- de gebruiker van het pand moet goed weten hoe de installaties werken om er zo optimaal gebruik van kunnen te maken. Zo voorkom je schade aan het monument door verkeerd gebruik van de duurzame maatregelen.

Strategie 17
Regelmatig onderhoud
- voor het behoud van het monument zijn regelmatig onderhoud en herstel van groot belang;
- het voorkomen van gebreken voorkomt grote herstelwerkzaamheden waardoor er weer bouw en grondstoffen worden gespaard;
- ook bij onderhoud gaat het om minimaal ingrijpen, vervang alleen dat wat stuk of aan vervanging toe is. Kijk ook naar de oorzaak van de schade en/of aantasting;
- vergeet het onderhoud van de installaties niet.

Strategie 18
Interactie Du en Mo
- formuleer ambities voor de aspecten duurzaamheid en monumentenbehoud;
- breng de eisen en de wensen van de nieuwe functie in beeld;
- kijk of de twee bovenstaande stappen met elkaar te combineren zijn, zie afbeelding blz 125 handboek.

Strategie 19
Afweging van verschillende belangen
- bij monumentenbehoud spelen altijd meerdere belangen mee;
- breng de verschillende belangen goed in kaart;
- kies voor innovatieve oplossingen;
- belangen kunnen zijn: historische bouwmaterie, algemeen belang, bewoners/gebruikers, interieurelementen en roerende objecten, milieubelasting.

Strategie 20
Afstemming restauratiestrategie op DuMo-profiel
- gebruik DuMo-profiel om vroegtijdig meest passende restauratiestrategie te bepalen.

Bijlage 3: Bepaling Mo-coëfficiënt

Verzamelstaat bepaling Mo-coëfficiënt Object: Johan Willem Friso kazerne te Ede						
Vraag	**Item**	**Score P**	**Score Q**	**Score R**	**Score S**	
1	Kwaliteit bouwstijl en -type 1- indien zeldzaam of…					Architectuurhistorische waarde
	Kwaliteit bouwstijl en -type 2- indien algemeen	x				
2	Kwaliteit architectuur 1- indien zeldzaam of…					
	Kwaliteit architectuur 2- indien algemeen	x				
3	uitvoeringskwaliteit 1- indien zeldzaam of…					
	uitvoeringskwaliteit 2- indien algemeen	x				
4	Betekenis in oeuvre architect			x		
5	Belang m.b.t. geschiedenisthema's	x				Cultuur-historische waarde
6	Belang m.b.t. lokale historische ontwikkelingen	x				
7	Relatie met historische persoon of gebeurtenis		x			
8	Betekenis van omgeving voor gebouw		x			Context-waarde
9	Betekenis van gebouw voor omgeving	x				
10	Hoeveel resteert van historische materie		x			Compleetheid
11	Technische staat		x			
Totaalscore (optelling kolommen P, Q, R en S)		6	4	1		
Toegekende Aanraakbaarheidscategorie (A, B, C, Xa, Xb of Xc)			C			
Getalswaarde van de Mo-coëfficiënt			1,4			

Score P	Geeft een zeer positieve score op het beoordeelde punt weer
Score Q	Geeft een positieve tot redelijke score op het beoordeelde punt weer
Score R	Geeft een matige score op het beoordeelde punt weer
Score S	Geeft een negatieve of zelfs storende score op het beoordeelde punt weer

Bijlage 4:

Bijlage 5: Bepaling binnenklimaat

5.1 Oefenruimte winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	25,70	25,69	OK	3,83	-0,33		7	2336	1168
21	21	26,27	26,27	OK	3,83	-0,12		5	2485	1242
22	22	26,85	26,83	OK	3,83	0,10		5	2641	1321
23	23	27,40	27,45	OK	3,83	0,30		7	2807	1403
24	24	27,98	28,03	OK	3,83	0,52		11	2981	1491
25	25	28,56	28,61	OK	3,83	0,75		17	3165	1582
26	26	29,17	29,15	OK	3,83	0,99		26	3358	1679
27	27	29,73	29,77	OK	3,83	1,20		35	3562	1781
28	28	30,32	30,36	OK	3,83	1,43		47	3777	1888
29	29	30,91	30,94	OK	3,83	1,66		60	4002	2001
30	30	31,51	31,52	OK	3,83	1,90		72	4239	2120
31	31	32,10	32,12	OK	3,83	2,13	onnauwkeu	82	4488	2244

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,5	0,08

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,10 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	28,10	28,10	OK	4,02	-1,43		47	2336	1168
21	21	28,53	28,53	OK	3,94	-1,12		31	2485	1242
22	22	28,95	28,96	OK	3,86	-0,81		19	2641	1321
23	23	29,36	29,37	OK	3,83	-0,51		10	2807	1403
24	24	29,76	29,77	OK	3,83	-0,21		6	2981	1491
25	25	30,16	30,17	OK	3,83	0,08		5	3165	1582
26	26	30,54	30,59	OK	3,83	0,37		8	3358	1679
27	27	30,95	30,99	OK	3,83	0,68		15	3562	1781
28	28	31,36	31,39	OK	3,83	0,98		25	3777	1888
29	29	31,77	31,80	OK	3,83	1,29		40	4002	2001
30	30	32,18	32,21	OK	3,83	1,60		56	4239	2120
31	31	32,60	32,61	OK	3,83	1,91		73	4488	2244
			33,74	16,87	3,83	-12,91	ongeldig	100	611	306

5.2 winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,7	98,94
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
14	14	21,85	21,90	OK	3,98	-0,51		11	1597	798
15	15	22,48	22,44	OK	3,94	-0,34		7	1704	852
16	16	23,05	23,07	OK	3,88	-0,20		6	1816	908
17	17	23,67	23,63	OK	3,83	-0,03		5	1936	968
18	18	24,23	24,20	OK	3,83	0,12		5	2062	1031
19	19	24,80	24,77	OK	3,83	0,27		6	2195	1098
20	20	25,37	25,35	OK	3,83	0,42		9	2336	1168
21	21	25,95	25,91	OK	3,83	0,58		12	2485	1242
22	22	26,52	26,49	OK	3,83	0,73		16	2641	1321
23	23	27,10	27,07	OK	3,83	0,88		22	2807	1403
24	24	27,66	27,68	OK	3,83	1,03		27	2981	1491
25	25	28,26	28,23	OK	3,83	1,20		35	3165	1582
			32,93	16,46	3,83	-8,69	ongeldig	100	611	306

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,7	98,94
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,7	0,11

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,12 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
17	17	25,06	25,06	OK	4,01	-0,50		10	1936	968
18	18	25,57	25,56	OK	3,95	-0,31		7	2062	1031
19	19	26,08	26,07	OK	3,88	-0,13		5	2195	1098
20	20	26,58	26,58	OK	3,83	0,06		5	2336	1168
21	21	27,06	27,05	OK	3,83	0,24		6	2485	1242
22	22	27,54	27,54	OK	3,83	0,42		9	2641	1321
23	23	28,02	28,03	OK	3,83	0,60		13	2807	1403
24	24	28,51	28,51	OK	3,83	0,79		18	2981	1491
25	25	29,00	28,99	OK	3,83	0,97		25	3165	1582
26	26	29,48	29,49	OK	3,83	1,16		33	3358	1679
27	27	29,97	29,98	OK	3,83	1,34		43	3562	1781
28	28	30,46	30,48	OK	3,83	1,53		53	3777	1888
			32,93	16,46	3,83	-8,42	ongeldig	100	611	306

5.3 Uitvoeren winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,7	98,94
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** **[C]**	Stralings-temp. **Ts** **[C]**	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** **[C]**	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** **[W/m2K]**	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	**opm.**	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** **[Pa]**	Optredende damp-spanning **pa** **[Pa]**
14	14	21,85	21,90	OK	3,98	-0,51		11	1597	798
15	15	22,47	22,45	OK	3,93	-0,35		8	1704	852
16	16	23,05	23,07	OK	3,88	-0,20		6	1816	908
17	17	23,67	23,63	OK	3,83	-0,03		5	1936	968
18	18	24,23	24,20	OK	3,83	0,12		5	2062	1031
19	19	24,80	24,77	OK	3,83	0,27		6	2195	1098
20	20	25,37	25,35	OK	3,83	0,42		9	2336	1168
21	21	25,95	25,91	OK	3,83	0,58		12	2485	1242
22	22	26,52	26,49	OK	3,83	0,73		16	2641	1321
23	23	27,10	27,07	OK	3,83	0,88		22	2807	1403
24	24	27,66	27,68	OK	3,83	1,03		27	2981	1491
25	25	28,26	28,23	OK	3,83	1,20		35	3165	1582
			32,93	16,46	3,83	-8,69	ongeldig	100	611	306

5.4 Hotel winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met]	1	58,2
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** **[C]**	Stralings-temp. **Ts** **[C]**	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** **[C]**	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** **[W/m2K]**	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** **[Pa]**	Optredende damp-spanning **pa** **[Pa]**
20	20	25,84	25,81	OK	3,83	0,87		21	2336	1168
21	21	26,41	26,39	OK	3,83	-0,61		13	2485	1242
22	22	26,98	26,97	OK	3,83	-0,34		7	2641	1321
23	23	27,56	27,54	OK	3,83	-0,07		5	2807	1403
24	24	28,14	28,12	OK	3,83	0,20		6	2981	1491
25	25	28,72	28,70	OK	3,83	0,48		10	3165	1582
26	26	29,30	29,29	OK	3,83	0,75		17	3358	1679
27	27	29,89	29,86	OK	3,83	1,04		28	3562	1781
28	28	30,47	30,46	OK	3,83	1,31		41	3777	1888
29	29	31,06	31,05	OK	3,83	1,59		56	4002	2001
30	30	31,65	31,64	OK	3,83	1,88		71	4239	2120
31	31	32,24	32,24	OK	3,83	2,16	onnauwkeu	84	4488	2244
			34,07	17,04	3,83	-17,45	ongeldig	100	611	306

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met]	1	58,2
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,5	0,08

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,10 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** **[C]**	Stralings-temp. **Ts** **[C]**	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** **[C]**	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** **[W/m2K]**	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** **[Pa]**	Optredende damp-spanning **pa** **[Pa]**
20	20	28,30	28,27	OK	4,04	-2,28	onnauwkeu	87	2336	1168
21	21	28,73	28,70	OK	3,97	-1,89		72	2485	1242
22	22	29,16	29,12	OK	3,89	-1,50		51	2641	1321
23	23	29,58	29,54	OK	3,83	-1,12		32	2807	1403
24	24	29,98	29,94	OK	3,83	-0,76		17	2981	1491
25	25	30,38	30,34	OK	3,83	-0,39		8	3165	1582
26	26	30,76	30,76	OK	3,83	-0,03		5	3358	1679
27	27	31,19	31,14	OK	3,83	0,35		8	3562	1781
28	28	31,57	31,57	OK	3,83	0,72		16	3777	1888
29	29	32,00	31,96	OK	3,83	1,11		31	4002	2001
30	30	32,41	32,37	OK	3,83	1,49		50	4239	2120
31	31	32,82	32,78	OK	3,83	1,87		71	4488	2244
			34,07	17,04	3,83	-16,59	ongeldig	100	611	306

5.5

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	25,69	25,70	OK	3,83	-0,34		7	2336	1168
21	21	26,26	26,28	OK	3,83	-0,13		5	2485	1242
22	22	26,84	26,85	OK	3,83	0,10		5	2641	1321
23	23	27,41	27,43	OK	3,83	0,31		7	2807	1403
24	24	27,99	28,01	OK	3,83	0,53		11	2981	1491
25	25	28,60	28,55	OK	3,83	0,77		18	3165	1582
26	26	29,15	29,18	OK	3,83	0,98		25	3358	1679
27	27	29,76	29,73	OK	3,83	1,22		36	3562	1781
28	28	30,33	30,34	OK	3,83	1,43		47	3777	1888
29	29	30,93	30,91	OK	3,83	1,67		60	4002	2001
30	30	31,53	31,49	OK	3,83	1,91		73	4239	2120
31	31	32,10	32,12	OK	3,83	2,13	onnauwkeu	82	4488	2244
			33,74	16,87	3,83	-13,59	ongeldig	100	611	306

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,7	0,11

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,12 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	26,97	26,97	OK	3,87	0,89		22	2336	1168
21	21	27,46	27,48	OK	3,83	-0,63		13	2485	1242
22	22	27,94	27,96	OK	3,83	-0,37		8	2641	1321
23	23	28,43	28,43	OK	3,83	-0,11		5	2807	1403
24	24	28,91	28,92	OK	3,83	0,14		5	2981	1491
25	25	29,40	29,41	OK	3,83	0,41		8	3165	1582
26	26	29,89	29,89	OK	3,83	0,67		14	3358	1679
27	27	30,38	30,39	OK	3,83	0,94		24	3562	1781
28	28	30,88	30,87	OK	3,83	1,21		36	3777	1888
29	29	31,37	31,37	OK	3,83	1,47		50	4002	2001
30	30	31,87	31,86	OK	3,83	1,75		64	4239	2120
31	31	32,37	32,36	OK	3,83	2,02	onnauwkeu	78	4488	2244
			33,74	16,87	3,83	-13,18	ongeldig	100	611	306

5.6 Expositieruimte winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,6	93,12
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
15	15	22,54	22,50	OK	3,94	-0,50		10	1704	852
16	16	23,13	23,11	OK	3,89	-0,34		7	1816	908
17	17	23,72	23,71	OK	3,83	-0,18		6	1936	968
18	18	24,27	24,31	OK	3,83	-0,03		5	2062	1031
19	19	24,84	24,88	OK	3,83	0,13		5	2195	1098
20	20	25,41	25,45	OK	3,83	0,29		7	2336	1168
21	21	25,99	26,02	OK	3,83	0,46		9	2485	1242
22	22	26,56	26,60	OK	3,83	0,62		13	2641	1321
23	23	27,14	27,17	OK	3,83	0,78		18	2807	1403
24	24	27,72	27,75	OK	3,83	0,95		24	2981	1491
25	25	28,31	28,32	OK	3,83	1,12		31	3165	1582
26	26	28,89	28,91	OK	3,83	1,28		39	3358	1679

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,6	93,12
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,7	0,11

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,12 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
15	15	24,11	24,12	OK	4,13	-1,07		29	1704	852
16	16	24,62	24,63	OK	4,08	-0,87		21	1816	908
17	17	25,13	25,14	OK	4,02	-0,67		15	1936	968
18	18	25,64	25,65	OK	3,96	-0,48		10	2062	1031
19	19	26,17	26,13	OK	3,89	-0,27		7	2195	1098
20	20	26,65	26,67	OK	3,83	-0,08		5	2336	1168
21	21	27,13	27,15	OK	3,83	0,11		5	2485	1242
22	22	27,61	27,63	OK	3,83	0,30		7	2641	1321
23	23	28,10	28,11	OK	3,83	0,49		10	2807	1403
24	24	28,59	28,59	OK	3,83	0,69		15	2981	1491
25	25	29,07	29,08	OK	3,83	0,88		21	3165	1582
26	26	29,57	29,56	OK	3,83	1,08		30	3358	1679
			33,09	16,55	3,83	-9,04	ongeldig	100	611	306

Bijlage 6: Luchttoevoer per ruimte

ruimtenummer	functie	luchttoevoer dm3/s	luchttoevoer m3/h	opp ruimte
-0.01	bergruimte	74,90	269,64	74,9
-0.02	bergruimte	27,70	99,72	27,7
-0.03	bergruimte	27,80	100,08	27,8
0.01	verblijfruimte	567,36	2042,50	118,2
0.02	keuken	21,00	75,60	44,3
0.03	keuken zonder kooktoestel	83,04	298,94	17,3
0.04	verblijfruimte	1511,04	5439,74	314,8
0.05	toiletten	7,00	25,20	bij 0.01
0.06	verblijfruimte	28,68	103,25	47,8
0.07	verblijfruimte	28,56	102,82	47,6
0.08	verblijfruimte	28,68	103,25	47,8
0.09	verblijfruimte	28,56	102,82	47,6
0.10	verblijfruimte	120,12	432,43	200,2
0.11	gang	18,62	67,03	26,6
0.12	verblijfruimte	28,68	103,25	47,8
0.13	verblijfruimte	28,56	102,82	47,6
0.14	verblijfruimte	28,62	103,03	47,7
0.15	verblijfruimte	28,56	102,82	47,6
0.16	verblijfruimte	120,18	432,65	200,3
0.17	gang	18,62	67,03	26,6
0.18	gang	67,34	242,42	96,2
0.19	verblijfruimte	21,10	75,96	21,1
0.20	verblijfruimte	16,90	60,84	16,9
0.21	verblijfruimte	17,10	61,56	17,1
0.22	verblijfruimte	17,10	61,56	17,1
0.23	verblijfruimte	21,30	76,68	21,3
0.24	verblijfruimte	14,50	52,20	14,5
0.25	verblijfruimte	14,70	52,92	14,7
0.26	verblijfruimte	14,20	51,12	14,2
0.27	toiletten	7,00	25,20	22,6
0.28	garderobe	14,40	51,84	14,4
0.29	gang	192,08	691,49	274,4
0.30	garderobe	14,40	51,84	14,4
0.31	toiletten	7,00	25,20	22,7
0.32	bergruimte	55,40	199,44	55,4
0.33	verblijfruimte	446,40	1607,04	297,6
0.34	gang	125,44	451,58	179,2
0.35	gang	27,16	97,78	38,8
0.36	verblijfruimte	25,00	90,00	25
0.37	verblijfruimte	14,80	53,28	14,8
0.38	verblijfruimte	65,40	235,44	109
0.39	verblijfruimte	256,08	921,89	426,8
0.40	verblijfruimte	51,66	185,98	86,1
0.41	verblijfruimte	65,22	234,79	108,7
0.42	verblijfruimte	256,32	922,75	427,2
0.43	verblijfruimte	21,10	75,96	21,1
0.44	verblijfruimte	16,90	60,84	16,9
0.45	verblijfruimte	17,10	61,56	17,1
0.46	verblijfruimte	17,10	61,56	17,1

0.47	verblijfruimte	21,70	78,12	21,7
0.48	gang	53,48	192,53	76,4
0.49	bergruimte	47,10	169,56	47,1
0.50	verblijfruimte	70,38	253,37	117,3
0.51	toiletten	7,00	25,20	bij 0.50
1.01	gang	152,67	549,61	218,1
1.02	verblijfruimte	34,77	125,17	18,3
1.03	verblijfruimte	35,34	127,22	18,6
1.04	verblijfruimte	35,15	126,54	18,5
1.05	verblijfruimte	33,63	121,07	17,7
1.06	verblijfruimte	29,64	106,70	15,6
1.07	verblijfruimte	27,93	100,55	14,7
1.08	verblijfruimte	30,78	110,81	16,2
1.09	verblijfruimte	40,47	145,69	21,3
1.10	verblijfruimte	32,49	116,96	17,1
1.11	verblijfruimte	32,49	116,96	17,1
1.12	verblijfruimte	32,49	116,96	17,1
1.13	verblijfruimte	40,47	145,69	21,3
1.14	verblijfruimte	27,55	99,18	14,5
1.15	verblijfruimte	27,93	100,55	14,7
1.16	verblijfruimte	26,22	94,39	13,8
1.17	verblijfruimte	40,47	145,69	21,3
1.18	verblijfruimte	38,19	137,48	20,1
1.19	verblijfruimte	38,19	137,48	20,1
1.20	verblijfruimte	45,79	164,84	24,1
1.21	verblijfruimte	38,19	137,48	20,1
1.22	verblijfruimte	37,43	134,75	19,7
1.23	verblijfruimte	39,33	141,59	20,7
1.24	verblijfruimte	26,03	93,71	13,7
1.25	verblijfruimte	27,93	100,55	14,7
1.26	verblijfruimte	27,55	99,18	14,5
1.27	verblijfruimte	40,28	145,01	21,2
1.28	verblijfruimte	32,68	117,65	17,2
1.29	verblijfruimte	32,68	117,65	17,2
1.30	verblijfruimte	32,68	117,65	17,2
1.31	verblijfruimte	41,61	149,80	21,9
1.32	verblijfruimte	46,30	166,68	46,3
1.33	verblijfruimte	24,40	87,84	24,4
1.34	verblijfruimte	59,30	213,48	59,3
1.35	trappenhuis	40,78	146,79	bij 1.01
1.36	gang	38,92	140,11	55,6
1.38	trappenhuis	40,78	146,79	bij 1.34
1.39	gang	51,24	184,46	73,2
2.01	gang	127,89	460,40	182,7
2.02	verblijfruimte	33,63	121,07	17,7
2.03	verblijfruimte	35,34	127,22	18,6
2.04	verblijfruimte	35,34	127,22	18,6
2.05	verblijfruimte	33,06	119,02	17,4
2.06	verblijfruimte	27,55	99,18	14,5
2.07	verblijfruimte	28,50	102,60	15
2.08	verblijfruimte	28,12	101,23	14,8
2.09	verblijfruimte	41,04	147,74	21,6

2.10	verblijfruimte	30,97	111,49	16,3
2.11	verblijfruimte	33,06	119,02	17,4
2.12	verblijfruimte	30,97	111,49	16,3
2.13	verblijfruimte	34,96	125,86	18,4
2.14	verblijfruimte	26,22	94,39	13,8
2.15	verblijfruimte	27,74	99,86	14,6
2.16	verblijfruimte	26,98	97,13	14,2
2.17	verblijfruimte	34,96	125,86	18,4
2.18	verblijfruimte	39,33	141,59	20,7
2.19	verblijfruimte	37,24	134,06	19,6
2.20	verblijfruimte	39,52	142,27	20,8
2.21	verblijfruimte	36,29	130,64	19,1
2.22	verblijfruimte	39,52	142,27	20,8
2.23	verblijfruimte	35,72	128,59	18,8
2.24	verblijfruimte	27,36	98,50	14,4
2.25	verblijfruimte	27,74	99,86	14,6
2.26	verblijfruimte	26,22	94,39	13,8
2.27	verblijfruimte	35,53	127,91	18,7
2.28	verblijfruimte	29,83	107,39	15,7
2.29	verblijfruimte	30,97	111,49	16,3
2.30	verblijfruimte	29,83	107,39	15,7
2.31	verblijfruimte	38,38	138,17	20,2
2.32	verblijfruimte	17,20	61,92	17,2
2.33	verblijfruimte	19,20	69,12	19,2
2.34	verblijfruimte	17,30	62,28	17,3
2.35	verblijfruimte	111,50	401,40	111,5
2.36	trappenhuis	30,63	110,25	bij 2.01
2.37	gang	132,02	475,27	188,6
2.38	trappenhuis	30,63	110,25	bij 2.33
2.39	gang	13,37	48,13	19,1
2.40	gang	9,31	33,52	13,3
3.01	gang	23,17	83,41	33,1
3.02	verblijfruimte	36,48	131,33	19,2
3.03	verblijfruimte	36,67	132,01	19,3
3.04	verblijfruimte	28,31	101,92	14,9
3.05	verblijfruimte	34,20	123,12	18
3.06	verblijfruimte	33,06	119,02	17,4
3.07	verblijfruimte	34,20	123,12	18
3.08	verblijfruimte	31,16	112,18	16,4
3.09	verblijfruimte	34,39	123,80	18,1
3.10	verblijfruimte	30,40	109,44	16
x	liftschacht	8,06	29,03	
xx	badkamers in hotel	826,00	2973,60	
TOTAAL		9053,96	32594,27	6438,3

Bijlage 7. Benodigde hoeveelheid ventilatielucht per dag

Deel van de dag	In gebruik	bezetting	Luchttoevoer m^3/h	Luchttoevoer totaal m^3/h
Ochtend	Hotelkamers	100%	3497,18	12030,45
07:00 – 09:30 uur	Restaurant	100%	5370,82	
	Repetitieruimten	25%	422,28	
	Kantoren	25%	520,35	
	Winkel	0%	16,89	
	Expositieruimten	0%	250,09	
	Grand café	0%	204,25	
	Grote Zaal	100%	1748,59	
Ochtend	Hotelkamers	0%	349,72	10919,76
09:30 – 12:00 uur	Restaurant	25%	1359,94	
	Repetitieruimten	100%	1689,12	
	Kantoren	100%	2081,38	
	Winkel	100%	168,91	
	Expositieruimten	100%	2500,85	
	Grand café	25%	1021,25	
	Grote Zaal	100%	1748,59	
Middag	Hotelkamers	25%	874,30	14938,06
12:00 – 14:30 uur			262,29	
	Restaurant	100%	5439,74	
	Repetitieruimten	75%	1266,84	
			42,23	
	Kantoren	75%	1561,03	
			52,03	
	Winkel	100%	168,91	
	Expositieruimten	100%	2500,85	
	Grand café	50%	1021,25	
	Grote Zaal	100%	1748,59	
Middag	Hotelkamers	0%	349,72	10919,76
14:30 – 18:00 uur	Restaurant	25%	1359,94	
	Repetitieruimten	100%	1689,12	
	Kantoren	100%	2081,38	
	Winkel	100%	168,91	
	Expositieruimten	100%	2500,85	
	Grand café	25%	1021,25	
	Grote Zaal	100%	1748,59	
Avond	Hotelkamers	50%	1748,59	9323,13
18:00 – 20:30 uur			174,86	
	Restaurant	100%	5439,74	
	Repetitieruimten	50%	1021,25	
			84,46	
	Kantoren	0%	208,14	
	Winkel	0%	16,89	
	Expositieruimten	0%	250,09	
	Grand café	0%	204,25	
	Grote Zaal	0%	174,86	
Avond	Hotelkamers	50%	1748,59	5874,40
20:30 – 23:00 uur			174,86	
	Restaurant	0%	537,08	
	Repetitieruimten	0%	168,91	
	Kantoren	0%	208,14	
	Winkel	0%	16,89	
	Expositieruimten	0%	250,09	
	Grand café	50%	1021,25	
	Grote Zaal	100%	1748,59	

In de bovenstaande tabel is te zien dat er in de eerste helft van de middag de meeste ventilatielucht nodig is, bijna 13.000 m^3/h. Inclusief de bergruimtes, verkeersruimtes, openbare toiletten (5370,82

m^3/h) komt de totaal benodigde capaciteit op 20.308,88 m^3/h. De nachtperiode is niet meegenomen in de berekening, omdat het ventileren van de ruimten dan minimaal is.

Wanneer de ruimten niet in gebruik zijn wordt er wel geventileerd (basisventilatie). Er wordt gerekend met 10% van de luchttoevoer die nodig is bij volledige bezetting van een ruimte (wanneer er 75% van de hotelkamers niet wordt gebruikt, wordt er geventileerd met 10% van de lucht die nodig is om de 75% hotelkamers te ventileren wanneer deze wel in gebruik zijn → 3497,18*0,75*0,1).

Bijlage 8. Warmtebehoefte berekening per functie

Grand café

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	118,2	0,29	(20- 5)	514,17
Dichte delen gevel:	55,74	0,29	(20- -10)	484,94
Ramen:	24,52	1,6	(20- -10)	1176,96
Dak:	-	-	-	-
	Totaal			2176,07

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * (12,4*8,9*3,5) * 0,1 * (20 - -10) / 3600	386,26

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (2042,50/3600) * (20 – 15)	3404,17

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 2176,07	1088,04

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 7054,54 W.
De specifieke warmte behoefte is 59,68 W/m^2.

Restaurant

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	314,8	0,29	(20- 5)	1369,38
Dichte delen gevel:	13,86	0,29	(20- -10)	120,58
Ramen:	8,64	1,6	(20- -10)	414,72
	45,98	1,0	(20- -10)	1379,4
Dak:	-	-	-	-
	Totaal			3284,08

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * (7,06*44,58*3,5) * 0,1 * (20 - -10) / 3600	1101,57

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (5439,74/3600) * (20 – 15)	9066,23

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 3284,08	1642,02

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 15093,90 W.
De specifieke warmte behoefte is 47,95 W/m^2.

Kantoor

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	18,04	0,29	(20- 5)	78,47
Dichte delen gevel:	7,53	0,29	(20- -10)	65,51
Ramen:	3,67	1,6	(20- -10)	176,16
Dak:	-	-	-	-

	Totaal	320,14

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten}) =$	Q_{inf} (W)
1200 * (18,04*3,5) * 0,1 * (20 - -10) / 3600	63,14

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas}) =$	Q_{vent} (W)
1200 * (64,94/3600) * (20 – 15)	108,23

Opwarmtoeslag

$0,5 * Q_{transmissie} =$	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 320,14	160,07

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 651,58 W.
De specifieke warmte behoefte is 36,12 W/m^2.

Hotel

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^{2}K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	-	-	-	-
Dichte delen gevel:	7,15	0,29	(22- -10)	66,35
Ramen:	3,67	1,6	(22- -10)	187,90
Dak:	-	-	-	
	Totaal			254,25

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten}) =$	Q_{inf} (W)
1200 * (17,82*3,5) * 0,1 * (22 - -10) / 3600	66,53

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas}) =$	Q_{vent} (W)
1200 * (121,89/3600) * (22 – 15)	284,41

Opwarmtoeslag

$0,5 * Q_{transmissie} =$	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 254,25	127,13

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 732,32 W.
De specifieke warmte behoefte is 41,10 W/m^2.

Expositieruimte

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^{2}K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	1157,80	0,29	(20- 5)	5036,43
Dichte delen gevel:	274,38	0,29	(20- -10)	2387,11
Ramen:	138,04	1,6	(20- -10)	6625,92
	45,98	1,0	(20- -10)	1379,40
Dak:	1327,37	0,29	(20- -10)	11548,12
	Totaal			26976,98

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten}) =$	Q_{inf} (W)
1200 * 3242,17 * 0,1 * (20 - -10) / 3600	3242,17

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas}) =$	Q_{vent} (W)
1200 * (2500,85/3600) * (20 – 15)	4168,08

Opwarmtoeslag

$0,5 * Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 26976,98	13488,49

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 45374,87 W.
De specifieke warmte behoefte is 39,19 W/m^2.

Repetitieruimte

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	47,7	0,29	(18- 5)	387,32
Dichte delen gevel:	14,1	0,29	(18- -10)	114,49
Ramen:	8,64	1,6	(18- -10)	387,07
Dak:	51,17	0,29	(18- -10)	415,50
	Totaal			1304,38

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * 238,48 * 0,1 * (18 - -10) / 3600	222,58

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * 103,03/3600 * (18 – 15)	103,03

Opwarmtoeslag

$0,5 * Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 1304,38	652,19

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 2282,18 W.
De specifieke warmte behoefte is 47,84 W/m^2.

Grote repetitieruimte

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	200,2	0,29	(18- 5)	1625,62
Dichte delen gevel:	120,34	0,29	(18- -10)	977,16
Ramen:	47,42	1,6	(18- -10)	2124,42
Dak:	216,58	0,29	(18- -10)	1758,63
	Totaal			6485,83

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * 1082,26 * 0,1 * (18 - -10) / 3600	1010,11

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * 432,43/3600 * (18 – 15)	432,43

Opwarmtoeslag

$0,5 * Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 6485,83	3242,92

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 11171,29 W.
De specifieke warmte behoefte is 55,80 W/m^2.

Grote zaal

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	297,6	0,29	(20-5)	1294,56

Dichte delen gevel:	418,69	0,29	(20-18)	242,84
Ramen:	20,8	1,0	(20-18)	41,6
Dak:	297,6	0,29	(20-18)	172,61
	Totaal			1751,61

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * 1874,88 * 0,1 * (20 -18) / 3600	124,99

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * 1607,04/3600 * (20 – 15)	2678,40

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 1751,61	875,81

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 5430,81 W.
De specifieke warmte behoefte is 18,25 W/m^2.

Bijlage 9. Warmtebehoefte berekening zonder na-isolatie en met enkel glas

Grand café

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	118,2	1,53	(20- 5)	2712,69
Dichte delen gevel:	55,74	1,53	(20- -10)	2558,47
Ramen:	24,52	5,2	(20- -10)	3825,12
Dak:	-	-	-	-
	Totaal			9096,28

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * (12,4*8,9*3,5) * 0,1 * (20 - -10) / 3600	386,26

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (2042,50/3600) * (20 – 15)	3404,17

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 *	4548,14

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 17434,85 W.
De specifieke warmte behoefte is 147,50 W/m^2.

Restaurant

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	314,8	1,53	(20- 5)	7224,66
Dichte delen gevel:	13,86	1,53	(20- -10)	636,17
Ramen:	8,64	5,2	(20- -10)	1374,84
Dak:	-	-	-	-
	Totaal			9235,67

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * (7,06*44,58*3,5) * 0,1 * (20 - -10) / 3600	1101,57

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (5439,74/3600) * (20 – 15)	9066,23

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 9235,67	4617,84

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 24021,31 W.
De specifieke warmte behoefte is 76,31 W/m^2.

Kantoor

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	18,04	1,53	(20- 5)	828,04
Dichte delen gevel:	7,53	1,53	(20- -10)	345,63
Ramen:	3,67	5,2	(20- -10)	572,52
Dak:	-	-	-	-
	Totaal			1746,19

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * (18,04*3,5) * 0,1 * (20 - -10) / 3600	63,14

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (64,94/3600) * (20 – 15)	108,23

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 1746,19	873,10

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 2790,66 W.
De specifieke warmte behoefte is 154,69 W/m^2.

Hotel

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	-	-	-	-
Dichte delen gevel:	7,15	1,53	(22- -10)	350,06
Ramen:	3,67	5,2	(22- -10)	610,69
Dak:	-	-	-	
	Totaal			960,75

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * (17,82*3,5) * 0,1 * (22 - -10) / 3600	66,53

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (121,89/3600) * (22 – 15)	284,41

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 254,25	127,13

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 1438,82 W.
De specifieke warmte behoefte is 80,83 W/m^2.

Expositieruimte

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	1157,80	1,53	(20- 5)	26571,51
Dichte delen gevel:	274,38	1,53	(20- -10)	12594,04
Ramen:	138,04	5,2	(20- -10)	21534,24
Dak:	1327,37	1,53	(20- -10)	60926,28
	Totaal			121626,07

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * 3242,17 * 0,1 * (20 - -10) / 3600	3242,17

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * (2500,85/3600) * (20 – 15)	4168,08

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)

0,5 * 121626,07	60813,04

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 189849,36 W.
De specifieke warmte behoefte is 163,97 W/m^2.

Repetitieruimte

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	47,7	1,53	(18- 5)	218,84
Dichte delen gevel:	14,1	1,53	(18- -10)	604,04
Ramen:	8,64	5,2	(18- -10)	1257,98
Dak:	51,17	1,53	(18- -10)	2192,12
	Totaal			4272,98

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * 238,48 * 0,1 * (18 - -10) / 3600	222,58

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * 103,03/3600 * (18 – 15)	103,03

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 4272,98	2136,49

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 6735,08 W.
De specifieke warmte behoefte is 141,20 W/m^2.

Grote repetitieruimte

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	200,2	1,53	(18- 5)	918,92
Dichte delen gevel:	120,34	1,53	(18- -10)	5155,37
Ramen:	47,42	5,2	(18- -10)	6904,35
Dak:	216,58	1,53	(18- -10)	9278,29
	Totaal			22256,93

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten})$ =	Q_{inf} (W)
1200 * 1082,26 * 0,1 * (18 - -10) / 3600	1010,11

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas})$ =	Q_{vent} (W)
1200 * 432,43/3600 * (18 – 15)	432,43

Opwarmtoeslag

0,5 * $Q_{transmissie}$ =	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 22256,93	11128,47

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 34827,94 W.
De specifieke warmte behoefte is 173,97 W/m^2.

Grote zaal

Buitenschil	A (m^2) * U (W/m^2K) * $\Delta T_{(binnen-buiten)}$ (°C) = Q_T (W)			
Begane grond vloer:	297,6	1,53	(20-5)	6829,92
Dichte delen gevel:	418,69	1,53	(20-18)	1281,19
Ramen:	20,8	5,2	(20-18)	216,32

Dak:	297,6	1,53	(20-18)	910,66
	Totaal			9237,96

Infiltratie

$\rho * c * q_{v,inf} * \Delta(T_{binnen-buiten}) =$	Q_{inf} (W)
1200 * 1874,88 * 0,1 * (20 -18) / 3600	124,99

Ventilatie

$\rho * c * q_{v,vent} * \Delta(T_{binnen-inblaas}) =$	Q_{vent} (W)
1200 * 1607,04/3600 * (20 – 15)	2678,40

Opwarmtoeslag

$0,5 * Q_{transmissie} =$	Q_{opwarm} (W)
0,5 * 9237,96	4618,98

De totale warmtebehoefte komt hiermee op 16660,33 W.
De specifieke warmte behoefte is 55,98 W/m^2.

De totale warmtebehoefte in een situatie zonder isolatie en met enkel glas is 535 kW. In een jaar met 1080 piekuren is dit 577800 kWh (2080 GJ)

Bijlage 10. Benodigde energie voor opwarmen water

Douchen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,225 * 4180 * (38-10)/3600	7315

Wassen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,075 * 4180 * (40-10)/3600	26125

Afwassen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,03063 * 4180 * (60-10)/3600	1778,24

Koffie en thee

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,01225 * 4180 * (100-10)/3600	1280,125

Voedsel bereiding

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,02042 * 4180 * (80-10)/3600	1659,69

Na aanpassen hoeveelheid water:

Douchen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 2,70 * 4180 * (38-10)/3600	87780

Voedsel bereiding

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,060 * 4180 * (80-10)/3600	4876,67

Duurzaam herbestemmen

Herbestemming Johan Willem Friso Gebouw te Ede voor Stichting Akoesticum

BIJLAGEN



Marije Pet

Morelstraat 67
3552 GM Utrecht

06 30 08 33 60
marije.pet@student.hu.nl

Studentnummer 1538463
Bouwkunde – Restauratie
TBWK-AFR8-03

Afstudeerbureau

Architectuurbureau Sluijmer en Van Leeuwen
Kerkstraat 21
3581 RA Utrecht

Begeleider:
Dhr. J. M. Sluijmer

030 23 18 761

Hogeschool Utrecht

Eerste begeleider:
Dhr. J. Spreksel

Tweede begeleider:
Dhr. C. Hensbergen

Bijlagen

Bijlage 1: Bouwhistorische bijlagen
Bijlage 2: Bouwfysica bijlagen
Bijlage 3: Installatie bijlagen
Bijlage 4: Constructie bijlagen
Bijlage 5: Tekeningen

Bijlage 1:

1a. Waardestelling monumentenregister
1b. Schema aanraakbaarheid monument
1c. Strategieën handboek Duurzame Monumentenzorg
1d. Waardestelling i.o.v. gemeente Ede
1e. Uitkomsten DuMo toets
1f. Tekeningen datering

Bijlage 1a: Omschrijving monumentenregister

INFANTERIEKAZERNE 'Johan Willem Friso' (2) bestaande uit een fors risalerend middenpaviljoen van drie bouwlagen, geflankeerd door lange vleugels van twee bouwlagen uiterst links en rechts afgesloten door risalerende hoekpaviljoens van twee bouwlagen. Deze onderdelen worden afgesloten door een afgeplat schilddak gedekt met rode kruispannen met in de schilden meerdere dakkapellen. Tegen de achtergevel bevinden zich drie diepe aanbouwen bestaande uit een brede driebeukige middenaanbouw met uiterst links en rechts een éénbeukige aanbouw. De hogere middenbeuk van de middenaanbouw wordt afgesloten door een groot zadeldak met lichtlantaarn met aan weerszijden een smaller zadeldak ter afsluiting van de lagere zijbeuken. De aanbouwen uiterst links en rechts worden afgesloten door een zadeldak. Alle zadeldaken aan de achterzijde zijn gedekt met rode Hollandse pannen. De gevels zijn opgetrokken in bruinrode baksteen in kruisverband met zandstenen speklagen, waterlijsten en deuromlijstingen.

Centraal in de symmetrische VOORGEVEL bevindt zich het risalerend middenpaviljoen bestaande uit een licht risalerende middenas aan weerszijden geflankeerd door drie vensterassen. In de middenas bevindt zich op de begane grond de ingangspartij bestaande uit een halfronde, dubbele paneeldeur met glasindeling met zandstenen omlijsting. De rondboog met gebeeldhouwde sluitsteen wordt omsloten door een rechthoekig zandstenen veld met in de zwikken eikenblad in relief. Uiterst links bevindt zich in relief een heroïsche vrouwenfiguur en uiterst rechts twee klimmende leeuwen. Bovenaan het zandstenen veld bevindt zich de naam 'JOHAN WILLEM/FRISOKAZERNE'. Op de verdiepingen bevinden zich twee vensters onder één rondboog. De gehele gevel wordt onder de bakgoot met geprofileerde klossen afgesloten door een rijk fries, bestaande uit geprofileerde baksteen en tandlijsten in diverse kleuren. De middenas wordt aan weerszijden geflankeerd door een bakstenen pilaster met natuurstenen banden. Links en rechts van de middenas bevinden zich in iedere bouwlaag drie vensters. Het middenpaviljoen wordt boven de bakgoot afgesloten door een bakstenen dakhuis uit circa 1950 met vensters bestaande uit vijf assen, in het midden versierd met een fronton-motief. Aan weerszijden van het middenpaviljoen bevinden zich de lange vleugels bestaande uit vijftien assen. In iedere as bevindt zich op de begane grond en de verdieping een venster. Op de begane grond worden deze vensters afgesloten door een segmentboog, op de verdieping door een latei. In de vierde en twaalfde as bevindt zich op de begane grond een deur met bovenlicht met op de verdieping een venster bestaande uit twee meerruits draairamen. De gevel wordt aan de bovenzijde afgesloten door een rijk fries met in het dakschild oorspronkelijke, later gewijzigde en/of toegevoegde dakkapellen. Uiterst links en rechts van de vleugels bevindt zich een hoekpaviljoen met risalerende middentravee. De middentravee, bestaande uit twee assen eindigt in een klein dakhuis, op dezelfde wijze uitgevoerd als dat van het middenpaviljoen. Op de begane grond bevinden zich twee venster afgesloten door een segmentboog met op de verdieping twee vensters afgesloten door een rondboog met natuurstenen aanzet- en sluitstenen. De middentravee wordt aan weerszijden geflankeerd door een venster-as met identieke vensterindeling. De LINKERZIJGEVEL betreft de zijgevel van het hoofdvolume en de zijgevel van de uiterst linkse aanbouw. Centraal in de zijgevel van het hoofdvolume bevindt zich een uitgemetseld rookkanaal aan weerszijden geflankeerd door een venster-as met op de begane grond en de verdieping een venster.

De ACHTERGEVEL bestaat uit de topgevels van de aanbouwen en de tussenliggende achtergevels van het hoofdvolume. De achtergevel van de middenaanbouw bestaat uit een grote topgevel aan weerszijden geflankeerd door een kleine lagere topgevel. In de grote topgevel bevinden zich rondboogvormige spaarvelden toenemend in grootte met in het spaarveld een rondboogvormige muuropening. In het centrale spaarveld bevinden zich drie smalle hoge rondboogvensters. In de lagere topgevels bevinden zich rechthoekige vensters. In alle gevels bevinden zich regelmatig verdeelde vensters.

De RECHTERZIJGEVEL bestaat uit de zijgevel van de lage achter aanbouw en de zijgevel van het hoofdvolume. In de zijgevel van de aanbouw bevinden zich regelmatig verdeelde meerruits ramen. In de zijgevel van het voorste deel bevinden zich op de begane grond en de verdieping van links naar rechts twee kleine toiletramen gevolgd door twee vensters.

Het INTERIEUR is grotendeels niet meer in oorspronkelijke staat bewaard gebleven.

Waardering

INFANTERIEKAZERNE 'Johan Willem Friso' gebouwd in 1904-1906 in neo-renaissance stijl als onderdeel van het kazernecomplex 'Ede-West'.

- Van architectuurhistorische waarde als voorbeeld van een infanteriekazerne uit 1906 in neo-renaissance stijl met gaaf exterieur.

- Van stedenbouwkundige waarde vanwege de functioneel-ruimtelijke relatie met de Mauritskazerne in het bijzonder en de andere onderdelen van het complex, strategisch gelegen buiten de randstad op de Veluwe in de nabijheid van het spoor.

- Van cultuurhistorische waarde als onderdeel van symmetrisch opgezette infanteriekazernes van het lineaire type met een beginnende decentralisatie, dat zich uiteindelijk zal ontwikkelen tot het paviljoenstelsel. Als lineair type kazerne van belang voor de geschiedenis van de Nederlandse krijgsmacht.

Bijlage 1b: Strategieën Handboek Duurzame Monumentenzorg

Strategie 1
Traditionele prestaties
- werk mee met historische constructies en materialen;
- traditionele gebouwen lenen zich goed voor hergebruik;
- ruimte biedt plaats voor energiebesparende installaties;
- kijk naar bufferend vermogen van wanden.

Strategie 2
Minimale ingrepen
- doe zo weinig mogelijk en alleen als het echt nodig is;
- materiaalbehoud voor technische perfectie.

Strategie 3
Reversibiliteit
- kies voor omkeerbare oplossingen (bij veranderingen);
- ingrepen moeten goed herstelbaar zijn;
- nieuw werk moet verenigbaar zijn met het bestaande.

Strategie 4
Passend gebruik
- gebruik is passend wanneer dit geen veranderingen vergt in belangrijke historische bouwmassa in combinatie met strategie 2 en 3;
- gebouw en functie in evenwicht;
- functie moet bij gebouw passen.

Strategie 5
Aangepaste comforteisen
- voorzichtig omgaan met maatregelen die temperatuur en ventilatie sterk doen veranderen;
- hogere temperatuur in vertrekken leidt tot een lagere luchtvochtigheid van de lucht en vaak ook tot condensatie op en in koudere delen van het gebouw;
- voorkom schommelingen in RV (per graad stijging of daling van de temperatuur verandert de RV met 2%);
- voor juiste RV en temperatuur zie blz 62 van het handboek;
- vloerverwarming is een goede oplossing om te voldoen aan de comforteisen maar wel een lagere temperatuur te bereiken;
- voorkom onregelmatig verwarmen;
- naden en kieren dragen bij aan de ventilatie;
- probeer verlichting bij de vraagplek te houden.

Strategie 6
Hergebruik van materialen
- gebruik vrijkomende materialen zoveel mogelijk weer in hetzelfde pand.

Strategie 7
Traditionele of milieubewuste materialen
- vervang aangetaste materialen het liefst met hetzelfde materiaal. Andere materialen hebben andere bouwfysische eigenschappen, dat kan problemen opleveren;
- vervang niet meer materiaal dan strikt noodzakelijk is;
- vervang materialen alleen door andere materialen als deze duurzamer zijn;
- kies voor nieuwe constructieonderdelen altijd zo duurzaam mogelijke materialen.

Strategie 8
Aangrenzende, onverwarmde ruimten (AOR's)
- energieprestatie wordt beter wanneer er tussen verwarmde ruimte en buitenschil een aangrenzende onverwarmde ruimte (AOR) aanwezig is;
- AOR kan ook in de vorm van doos-in-doos-constructie;
- AOR moet afsluitbaar zijn;
- AOR is niet verwarmd, geïsoleerd en gekoeld, let goed op vochttransport!

Strategie 9
Nieuwe installaties

- als de huidige installaties nog mee kunnen, installeer dan alleen nieuwe installaties wanneer deze aanzienlijk energiezuiniger zijn;
- leg nieuwe installaties zo logisch en praktisch mogelijk neer, zodat er later gemakkelijk onderhoud aan kan worden gepleegd;
- relevante installatietypen en –elementen zijn:
    - verwarmingssystemen, systemen voor volledige klimaatbehandeling;
    - leidingen voor rookgasafvoer;
    - ventilatiesystemen en –kanalen;
    - waterleidingsystemen;
    - elektrische systemen.
- let op daling van de relatieve luchtvochtigheid bij het verwarmen van het gebouw;
- lage temperatuur verwarming in combinatie met een warmtepomp is een goede duurzame oplossing wanneer er genoeg 'manoeuvreerruimte' in het gebouw aanwezig is;
- maak zo veel mogelijk gebruik van daglicht;
- als er aanvullende verlichting nodig is, doe dit dan zo duurzaam mogelijk of kijk naar de oude armaturen die wellicht nog gebruikt kunnen worden;
- tapwater kan worden verwarmd zonder fossiele brandstoffen, bv door een zonneboiler;
- probeer zo min mogelijk kanalen, leiding- of kabeltracés te maken;
- maak, bij het gebruik van techniek, een juiste balans tussen de eisen die gebouw, milieu en gebruiker stellen.

Strategie 10
Na-isolatie

- kieren maken dat de constructie van het monument al zo lang staat, omdat door natuurlijke ventilatie overtollig vocht opgenomen en weggevoerd wordt;
- isoleer bij voorkeur alleen de buitenschil;
- isoleer geen binnenmuren, muren waartegen aanbouwen staan, kappen boven bergzolders, vloeren boven droge kruipruimten;
- vermijd binnenisolatie;
- let er op dat bij het vervangen van glas, de condensatie nu op een andere manier zich een weg naar buiten werkt;
- isoleer de begane grond vloer bij natte kruipruimtes en zorg dat de kruipruimte goed geventileerd wordt, bijvoorbeeld door een niet gebruikt rookkanaal door te trekken naar de kruipruimte;

Strategie 11
Gebruik of infiltratie van regenwater

- regenwater kan worden gebruikt voor huishoudelijke toepassingen zoals het doorspoelen van het toilet, sproeien van de tuin en voor de wasmachine;
- hemelwater kan worden opgeslagen in een reservoir;
- koppel de hemelwaterafvoer af van het riool. Op deze manier gaat er minder hemelwater naar het riool en is er minder kans dat er bij hevige regenval vervuild water uit het riool in het oppervlaktewater terechtkomt;
- water kan goed infiltreren in zanderige bodems;
- voor goede infiltratie is een open structuur rond het monument nodig.

Strategie 12
Drinkwaterbesparende maatregelen

- om drinkwater te besparen kan je gebruik maken van doorstroombegrenzers;
- voorkom lekverliezen en leidingverliezen;
- pas kleinere spoelreservoirs toe bij de toiletten;
- gebruik waterbesparende douchekoppen en kranen;
- houdt de afstand tussen het warmwatertoestel en het tappunt zo kort mogelijk om koud water verlies te voorkomen;
- isoleer de leidingen.

Strategie 13

Uitbuiten van hoge ruimte
- houdt de goede daglichtintreding intact;
- vermijd het gebruik van verlaagde plafonds.

Strategie 14
Beperken van schadelijke emissies
- voorkom het vrijkomen van schadelijke stoffen;
- zorg voor goede ventilatie.

Strategie 15
Bescherming van planten en dieren

Strategie 16
Gebruiksvoorlichting
- de gebruiker van het pand moet goed weten hoe de installaties werken om er zo optimaal gebruik van kunnen te maken. Zo voorkom je schade aan het monument door verkeerd gebruik van de duurzame maatregelen.

Strategie 17
Regelmatig onderhoud
- voor het behoud van het monument zijn regelmatig onderhoud en herstel van groot belang;
- het voorkomen van gebreken voorkomt grote herstelwerkzaamheden waardoor er weer bouw en grondstoffen worden gespaard;
- ook bij onderhoud gaat het om minimaal ingrijpen, vervang alleen dat wat stuk of aan vervanging toe is. Kijk ook naar de oorzaak van de schade en/of aantasting;
- vergeet het onderhoud van de installaties niet.

Strategie 18
Interactie Du en Mo
- formuleer ambities voor de aspecten duurzaamheid en monumentenbehoud;
- breng de eisen en de wensen van de nieuwe functie in beeld;
- kijk of de twee bovenstaande stappen met elkaar te combineren zijn, zie afbeelding blz 125 handboek.

Strategie 19
Afweging van verschillende belangen
- bij monumentenbehoud spelen altijd meerdere belangen mee;
- breng de verschillende belangen goed in kaart;
- kies voor innovatieve oplossingen;
- belangen kunnen zijn: historische bouwmaterie, algemeen belang, bewoners/gebruikers, interieurelementen en roerende objecten, milieubelasting.

Strategie 20
Afstemming restauratiestrategie op DuMo-profiel
- gebruik DuMo-profiel om vroegtijdig meest passende restauratiestrategie te bepalen.

Bijlage 1c: Bepaling Mo-coëfficiënt

Verzamelstaat bepaling Mo-coëfficiënt Object: Johan Willem Friso kazerne te Ede						
Vraag	**Item**	**Score P**	**Score Q**	**Score R**	**Score S**	
1	Kwaliteit bouwstijl en -type 1- indien zeldzaam of…					Architectuurhistorische waarde
	Kwaliteit bouwstijl en -type 2- indien algemeen	x				
2	Kwaliteit architectuur 1- indien zeldzaam of…					
	Kwaliteit architectuur 2- indien algemeen	x				
3	uitvoeringskwaliteit 1- indien zeldzaam of…					
	uitvoeringskwaliteit 2- indien algemeen	x				
4	Betekenis in oeuvre architect			x		
5	Belang m.b.t. geschiedenisthema's	x				Cultuur-historische waarde
6	Belang m.b.t. lokale historische ontwikkelingen	x				
7	Relatie met historische persoon of gebeurtenis		x			
8	Betekenis van omgeving voor gebouw		x			Context-waarde
9	Betekenis van gebouw voor omgeving	x				
10	Hoeveel resteert van historische materie		x			Compleetheid
11	Technische staat		x			
Totaalscore (optelling kolommen P, Q, R en S)		6	4	1		
Toegekende Aanraakbaarheidscategorie (A, B, C, Xa, Xb of Xc)		C				
Getalswaarde van de Mo-coëfficiënt		1,4				

Score P	Geeft een zeer positieve score op het beoordeelde punt weer
Score Q	Geeft een positieve tot redelijke score op het beoordeelde punt weer
Score R	Geeft een matige score op het beoordeelde punt weer
Score S	Geeft een negatieve of zelfs storende score op het beoordeelde punt weer

GEMEENTE EDE

EERSTE INFANTERIE- OF MAURITSKAZERNE (GEBOUW 41) NIEUWE KAZERNELAAN 2 TE EDE BOUWHISTORISCH ONDERZOEK EN WAARDENBEPALING

Opdrachtgever Gemeente Ede Ruimtelijke Ontwikkeling en Beheer jan 2010







MONUMENTEN ADVIES BUREAU

COLOFON

Adres object van onderzoek
Gebouw 41 Mauritskazerne
Nieuwe Kazernelaan 2
Ede

Status object
Rijksmonument; mon. nr. RM523489 / 6

Opdrachtgever
Gemeente Ede
ROB/ONT-RP
De heer M. Bonekamp/projectbureau Ede-oost
Postbus 9024
6710 HM EDE

Opname en documentatie
drs. F.A.C. Haans
ing. G. Korenberg

Fotografie
drs. F.A.C. Haans

Tekeningen
ing. G. Korenberg

Dit is een uitgave van het Monumenten Advies Bureau
In opdracht van de Gemeente Ede, projectbureau Ede-oost
26 januari 2010 Copyright MAB rapporten Nijmegen 2010

MONUMENTEN ADVIES BUREAU
bureau voor architectuur- en bouwhistorisch onderzoek, cultuurhistorische gebiedsanalyses, restauratie, onderhoud en bouwtechnisch onderzoek, publieksvoorlichting en publicaties over cultuurhistorie

drs. C.J.B.P. Frank
drs. F.A.C. Haans

mw. drs. C.H.J.M. van den Broek
mw. bsc. V. Delmee
drs. J.H.J. van Hest
ing. G. Korenberg
mw. drs. M. Lemmens
mw. drs. L. Valckx

Bredestraat 1
6542 SN NIJMEGEN
tel: 024-3786742
fax:024-3792477
E-mail: Info@monumentenadviesbureau.nl
Website: www.monumentenadviesbureau.nl

INHOUD

0	**VOORWOORD**	**2**
1	**HISTORISCHE ONTWIKKELINGEN**	**5**
2	**BOUWHISTORISCHE BESCHRIJVING**	**41**
3	**MONUMENTALE WAARDENSTELLING**	**77**
4	**BRONNEN / LITERATUUR**	**82**
5	**BIJLAGE (WAARDEN- EN DATERINGSKAARTEN**	**83**

VOORWOORD

"Waar sierlijkheid in vorm met doelmatigheid kan worden vereenigd is zij van geene geringe beteekenis. Nimmer mag het doelmatige echter aan het sierlijke worden opgeofferd." Aldus de stelling van M. Timmerman ten aanzien van de bouw van kazernes in zijn publicatie over de gezondheidsleer van de krijgsmacht en zeemacht uit 1865.[1]

In de periode waarin Timmerman dit op geschrift vastlegde was er op het gebied van doelmatigheid en hygiëne bij de huisvesting van militairen nog de nodige winst te boeken. Hoewel er sedert de 17de- en met name de 18de eeuw voor legering van garnizoenen (met name in de vestingsteden) reeds speciaal hiervoor gebouwde kazernes werden gebouwd, wordt pas vanaf de oprichting van de Koninklijke Nederlandse Krijgsmacht in 1814 gaandeweg structureel nagedacht over stichting van nieuwe legerkampen en beter geschikte bouwtypen voor huisvesting en training van militairen. Daarbij werd ook nagedacht over de combinatie van doelmatigheid met toepassing van een specifieke vormentaal en stijlkenmerken. Immers in de 19de eeuw werd het steeds belangrijker gevonden dat een belangrijk gebouw zich middels een specifieke bouwvorm en architectuur presenteerde.

Ook de architectuur van de Krijgsmacht moest in de tweede helft van de 19de eeuw een specifiek eigen, herkenbaar karakter krijgen. De kazernes uit de 18de- en vroege 19de eeuw leken immers nog sterk op andere grote stedelijke complexen zoals kloosters, pesthuizen, tuchthuizen en gasthuizen. Met de aanstelling van ondermeer de Rijksbouwmeesters voor Justitie, Financiën en Onderwijs ontwikkelde zich een karakteristieke Rijksarchitectuur. De krijgsmacht maakte voor haar forten, kazernes en dergelijke echter nog altijd gebruik van eigen, meestal bij het Korps der Genie bouwkundige ingenieurs. Zij sloten vanaf de late 19de eeuw in hun ontwerpen echter aan bij de tendensen en stijlen die in ondermeer ook door de Rijksbouwkundigen werden toegepast.
De in dit rapport behandelde Mauritskazerne in Ede is een goed voorbeeld van een belangrijke fase in de ontwikkelingsgeschiedenis van de kazernebouw tussen 1800 en 1980. Naast deze kazerne kent het gebied Veluwse Poort (voorheen Ede-Oost) nog meer monumentale kazernes, die elk op zich weer belangrijke fasen van de kazernebouw uit de 20ste eeuw vertegenwoordigen. Geen plaats in Nederland kent dan ook zo'n unieke verzameling kazernes als Ede, waar maar liefst zeven kazernes uit verschillende perioden naast elkaar liggen aan de Nieuwe Kazernelaan.

Doordat Defensie reeds enige tijd een traject van afstoting van militaire terreinen en gebouwen in gang heeft gezet, mede ten gevolge van voortdurende reorganisaties en gewijzigde taken van de Krijgsmacht, komt het militaire erfgoed uit de 19de- en de 20ste eeuw steeds meer in de verdrukking. Ook wanneer militaire complexen reeds beschermd zijn als monument (zoals ook de Mauritskazerne) wordt er bij herbestemming van het geheel het nodige opgeofferd, waardoor de leesbaarheid van de cultuurhistorie afneemt.

De kazernes in Ede worden op korte termijn door defensie verlaten, waardoor de monumentale kazernes, waaronder de thans onderzochte Maurits- en Frisokazerne Dit te herontwikkelen gebied gaat deel uitmaken van een nog grotere nieuwe stedelijke ontwikkeling, het project Veluwse Poort.

Samen met het ten zuiden van de spoorlijn Ede-Wageningen gelegen voormalige Enka-complex, vallen de kazernes dus onder het plan Veluwse Poort. Het totale gebied van dit plan beslaat 200 hectare, hierop zullen 3500 tot 4500 woningen gerealiseerd worden. Voor commerciële aktiviteiten, maatschappelijke- en culturele voorzieningen is 20 hectare gereserveerd.

De meest waardevolle kazernegebouwen van de zeven kazernes zijn aangemerkt als rijksmonument, gemeentelijk monument of karakteristiek pand. Deze zullen worden ingepast in de deelprojecten. Een aantal waardevolle gebouwen die momenteel nog geen status hebben, zoals de stallen van de Arthur Koolkazerne, zullen alsnog de monumentstatus krijgen. Alle andere gebouwen zullen gesloopt worden, mogelijk wordt hier al mee begonnen in 2011.

Na de overdracht wordt voor de interimfase, tot de nieuwbouw en herbestemming van de gespaarde kazernegebouwen plaats vindt, gezocht naar tijdelijke gebruikers. Mogelijk kunnen enkele kazernegebouwen al snel door hun definitieve gebruiker betrokken worden. Nieuwbouw zal volgens verwachting niet eerder starten dan in 2013 of 2014.

[1] *Timmerman*, *M.R.*, Handleiding der gezondheidsleer, vooral met betrekking tot den krijgs- en zeemansstand. Gr. 8o. Utrecht, 1865 J.G van Terveen en Zoon

De grote hoeveelheden woningen die gebouwd gaan worden, maken een betere ontsluiting van het gebied noodzakelijk. Vanaf de N224 in het noorden zal de Parklaan worden aangelegd, die verdiept en parallel aan de oostkant van de Nieuwe Kazernelaan zal lopen. Vlak voorlangs de Simon Stevinkazerne en de Elias Beeckmankazerne buigt de weg daarna af naar het oosten en gaat tussen de Beeckmankazerne en de van Essenkazerne door. Tussen de drie oude artilleriekazernes en de Mauritskazerne sluit de Parklaan dan aan op de Klinkenbergerweg. De Parklaan zal zodoende het gebied van de zeven kazernes in drie hoofdmoten verdelen, in de plannen enclaves genoemd. Ieder enclave zal zijn eigen accenten krijgen voor landschap en bebouwing.

De Nieuwe Kazernelaan slingert zich langs de oostkant van Ede langs het uitgestrekte kazerneterrein. Door de hekken en het groen heen toont zich een ware staalkaart van Nederlandse kazernebouw sinds het begin van de vorige eeuw. Ede bereikte nog net de mijlpaal van honderd jaar garnizoensplaats, maar daarna is het ook snel afgelopen. In 2010 vertrekt Defensie.

Even verderop, aan de zuidkant van het spoor ligt het sinds enkele jaren verlaten terrein van Enka, de destijds revolutionaire kunstvezelfabriek. Enka en Defensie: samen stootten ze in de eerste helft van de 20ste eeuw geleidelijk aan het van oorsprong boerendorp Ede omhoog in de vaart der volkeren. Samen ook vormden ze lange tijd een stevige barrière tussen Ede en de Veluwe, maar straks niet meer. Ede wil hier dan een serie nieuwe woonwijken neerzetten, met als startpunt een paar prima basisingrediënten: groen, bijna on-Nederlandse hoogteverschillen van zo'n 25 meter, monumentale kazernes en industriële gebouwen.

Vooral vlakbij het station mag de nieuwbouw er best een beetje stedelijk uitzien, maar niet té, dat past niet bij het groene Ede, zegt gemeentelijk projectleider Rob Tutert. Een flink deel van de nieuwe wijken krijgt eerder een dorps karakter, zeker tegen de Veluwe aan. En mensen van buiten Ede zijn welkom. Mensen die in Wageningen werken bijvoorbeeld, zegt Tutert: „Dat ontwikkelt zich tot Food Valley, met onderwijs en research op het gebied van voeding. Daar gaan hoogopgeleiden uit de hele wereld werken."

Tot dusver heeft Ede geen kantoren-imago, maar ook daar wil de gemeente verandering in brengen. En de Christelijke Hogeschool staat goed aangeschreven. Het succes daarvan kan de gemeente wellicht uitponden door meer onderwijsvoorzieningen binnen te halen.

Momenteel wordt met de overheid onderhandeld over de Defensie-terreinen. Die zou de overheid gewoonweg kunnen verkopen aan de gemeente. Het alternatief is dat de rijksoverheid het gebied gaat mede ontwikkelen. „Voor Ede is dit gewoon een enorm project", zegt Tutert. De gemeente hoopt over tien tot vijftien jaar klaar te zijn.[2]

Op het kazerneterrein staan reeds diverse complexen een groot deel van het jaar leeg. Ze worden slechts voor een korte tijd in gebruik genomen ter voorbereiding van een Buitenlandse missie. Aangezien defensie binnen korte tijd het geheel definitief zal gaan verlaten, is het tijd geworden om het traject van herbestemming verder in te slaan. Thans staan voor onderzoek naar hergebruik de beide oudste kazernes, de Eerste infanteriekazerne (Frisokazerne) en Tweede infanteriekazerne (Mauritskazerne) in de planning, waarvoor de gemeente eerst een waardenstellend bouwhistorisch onderzoek wenselijk achtte. Voor uitvoering van dit onderzoek is kort geleden het Monumenten Advies Bureau benaderd, dat enkele jaren geleden voor projectontwikkelaar Van Wijnen ook reeds in de gemeente Ede bouwhistorisch onderzoek uitvoerde naar de oude gemeentelijke gasfabriek.

Hoewel beide kazernes in vrijwel dezelfde periode naar ontwerp van dezelfde bouwkundige tot stand zijn gekomen en in opzet, exterieur en interieur veel overeenkomsten vertonen is voor de overzichtelijkheid gekozen om elk van beide kazernes te beschrijven in aparte rapporten. Dit rapport heeft de Mauritskazerne tot onderwerp.
Het rapport vangt aan met een hoofdstuk over de historische ontwikkeling. Daarin wordt eerst de ontwikkeling van de kazernebouw in Nederland globaal tussen 1814 en 1980 beschreven, waarbij duidelijk wordt tot welk ontwikkelingsstadium de onderzochte kazerne behoort. Deze architectuurhistorische schets wordt gevolgd door een beschrijving van de ontwikkeling van het interieur van de verblijven voor soldaten en onderofficieren vanaf de 19de eeuw. Daarna volgt een historische schets

[2] Voor de beschrijving van de ontwikkelingen van Ede-Oost is deels gebruik gemaakt van een artikel uit dagblad Trouw uit 2006

van de kazernes in Ede, waarna aan de hand van bronnenmateriaal en bouwhistorische gegevens de ontwikkelingsgeschiedenis van de Mauritskazerne zelf wordt geschetst.

Hoofdstuk 2 omvat een beschrijving van de omgeving en het exterieur en interieur van het gebouw in zijn huidige staat, rijk geïllustreerd met overzichts- en detailfoto's. Hoofdstuk 3 bevat de monumentale waardenstelling op hoofdlijnen en een zogenaamde getrapte waardenstelling op details. Hoofdstuk 4 bevat de conclusies van het onderzoek. De getrapte waardenstelling is ook overzichtelijk weergegeven in kleuren op de in de bijlage opgenomen tekeningen, conform de Richtlijnen voor bouwhistorisch onderzoek (versie 2009) opgesteld en uitgegeven door de Rijksgebouwendienst in samenwerking met de RCE en SBN. We hopen met deze rapportage een zinvolle bijdrage te hebben geleverd aan de totstandkoming van een herbestemming die de monumentale kwaliteiten van het gebouw op een maximaal mogelijke wijze respecteert en waar mogelijk versterkt.

Drs. F.A.C. Haans, Monumenten Advies Bureau
Nijmegen, 26 januari 2010

1 Historische ontwikkelingen

1.1 ONTWIKKELING VAN DE KAZERNEBOUW (1814-1980)

Als beginpunt is genomen 1814 omdat toen bij Koninklijk Besluit van 9 januari 1814 de organisatie van het Staande leger werd vastgesteld, de datum dus van de oprichting van de Koninklijke landmacht. Nadat ons land in 1813-1814 bevrijd was van de Franse overheersing werden bij Koninklijk Besluit van 26 juni 1814 nr. 1, regels opgesteld voor het kazerneren en legeren van de troepen.
'Overwegende, dat het welzijn van 's lands dienst in het algemeen vordert, dat de huisvesting van de troepen van de staat op eene geregelde wijze worde ingerigt, en te dien aanzien de noodige bepalingen en verordeningen worden gemaakt: Gehoord het rapport van Onzen kommissaris-generaal van oorlog; Hebben besloten en besluiten: Art. 1. Het kazerneren der troepen, en het stallen der paarden, wordt aan de stedelijke regeringen opgedragen...'

In dit reglement van kazernering, dat uit 95 artikelen bestond, werden zowel de legering in kazernes als bij particulieren geregeld (voor de laatsten waren vooral de financiële vergoedingen van belang).
In de tijd van de Republiek (± 1590-1795) werden de in de steden verblijvende militairen in eerste instantie ondergebracht in de vestingwerken en in leegstaande gebouwen, zoals kloosters en kerken. Aangezien er vaak te weinig ruimte beschikbaar was, kregen velen van hen onderdak bij de burgerij. Dat dit laatste soms veel overlast met zich meebracht, laat zich gemakkelijk raden. In sommige steden werden daarom barakken gebouwd, die speciaal voor de legering van troepen waren bestemd. Een vroeg voorbeeld vinden we in Breda, waar omstreeks 1630 de Hoge Barakken verrezen. Vooral in de achttiende eeuw kwamen er meer van dit soort gebouwen tot stand in ondermeer Grave, Venlo en Den Bosch.

De eerste grote impuls voor de kazernebouw kwam pas na het ontstaan van het Koninkrijk der Nederlanden in 1815, toen de opkomst van het kader-militieleger een grote behoefte aan legeringsruimte creëerde. De nieuwe gebouwen, die in de periode 1820-1860 van de grond kwamen, waren veelal vierkant van vorm en bestonden uit verschillende bouwlagen. Hoewel deze kazernes een grote hoeveelheid troepen moesten huisvesten, waren zij door hun bouwwijze maar ten dele voor dit doel geschikt, omdat in de slaapvertrekken vaak onvoldoende licht en lucht konden doordringen.



Foto van de 18de-eeuwse infirmerie in Grave, oorspronkelijk een kazerne vanuit de lucht in de jaren '20. De infirmerie is in de jaren '60 gesloopt. Een vergelijkbare kazerne uit dezelfde periode (omstreeks 1740) in Grave aan de Ruyterstraat is wel behouden gebleven (het Noorderblok) en herbestemd tot appartementen (collectie BHIC Grave).

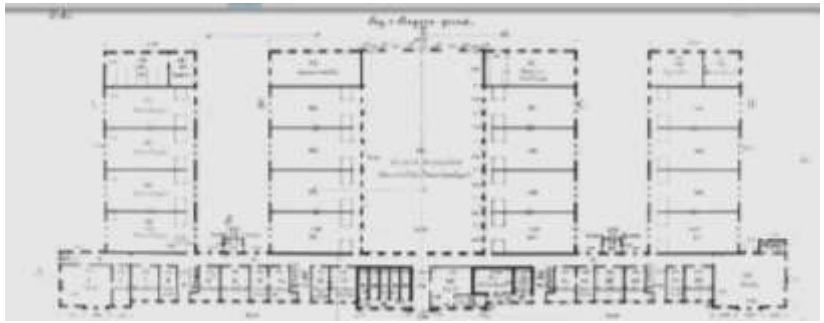


Kazerne het Groot Blok in Venlo uit 1732-33, verwoest in de Tweede Wereldoorlog (foto collectie Archief Venlo)



De Mortelkazerne in Den Bosch uit 1744 kon ruim 800 manschappen huisvesten.

Kazernebouw in Nederland was in de 19e eeuw gebaseerd op Franse ideeën. Een kazerne bestond vaak uit een groot, massief aandoend gebouw geschikt voor massalegering, soms aangevuld met kleinere gebouwen zoals stallen en magazijnen. Ze waren meestal van het zogenaamde vierkante type met een geheel omsloten binnenplaats. De hygiënische omstandigheden lieten te wensen over mede door de te geringe toetreding van licht en lucht.
Om dit laatste te verbeteren werd vanaf 1874 vanuit Frankrijk **het lineaire type kazerne** geïntroduceerd. Voorbeelden hiervan in Nederland zijn de Ripperdakazerne te Haarlem uit 1882 en de Chassékazerne in Breda. Het lineaire type kenmerkt zich door een hoofdgebouw van meer dan 100 meter lang met meerdere bouwlagen. Aansluitend aan de achterzijde bevinden zich vier dwarsvleugels voor de legering van manschappen. Maar ook in dit type zijn de voorziening van daglicht en lucht niet optimaal door het plaatsen van houten afscheidingen in de dwarsvleugels, de te geringe afstand tussen de dwarsvleugels en ook door het overkappen ten bate van exercitie van de ruimte tussen de twee binnenste vleugels.



Plattegrond (oorspronkelijk ontwerp) van de Frisokazerne in Ede uit 1904 met onder de 130 meter lange voorvleugel met hoekpaviljoens en een fors middenpaviljoen en daarachter vier lage haaks op de voorbouw geplaatste vleugels, waarin de manschappen gehuisvest waren. In het midden is een overdekte exercitie- plaats aanwezig (archief Ede).



De Haarlemse Ripperda-kazerne uit 1882. Een belangrijk voorbeeld van het lineaire type.(Foto www.jeoudekazernenu.nl)



De Mauritskazerne in Ede uit 1904 van kapitein der genie Van Stolk (?) op een foto genomen kort na de bouw. Een goed voorbeeld van een lineaire kazerne, waarvan sterk vergelijkbare voorbeelden ook in Nijmegen zijn gebouwd (gemeentearchief Ede).

Dit probleem werd wel opgelost met de bouw van **het H-vormige type kazerne** zoals de van Essenkazerne uit 1906 in Ede. De gebouwen vormen hier een H waarvan de vleugels de appèlplaatsen omsluiten. In dit kazernetype is de aanzet naar het paviljoensysteem te herkennen.

Het **paviljoensysteem** kenmerkt zich door de scheiding van functies zoals legering, kantine, buro's, wachtgebouw in verschillende los van elkaar staande gebouwen, gegroepeerd als paviljoens rond een centrale appèl-, cq. exercitieplaats. Deze paviljoenbouw werd voor het eerst toegepast voor de Kromhoutkazerne uit 1910 in Utrecht. Vanaf 1910 tot aan 1940 is het paviljoensysteem het dominante type voor de bouw van kazernes.

Paviljoenbouw is net als de andere oudere typen een manier om een kazerneplattegrond vorm te geven en zegt niets over de toegepaste bouwstijl, die kan iedere stijl aannemen die de opdrachtgever en architect wensen.



De Kazerne Bereden Wapens te Ede (later Van Essenkazerne genoemd) kort na de bouw. Deze nog bestaande kazerne is uitgevoerd in een mengvorm van rationalisme en chaletstijl (kapdetails) en heeft een H-vormige plattegrond. Het terrein is nog nauwelijks in cultuur gebracht en toont nog elementen van het heidelandschap! (WWW.jeoudekazernenu.nl, en collectie archief Ede)

De bouwstijl van de kazernes uit de periode 1880-1905

Voor kazernes aan het einde van de 19e eeuw tot aan de Eerste Wereldoorlog werd, vooral de voor die tijd voor overheidsgebouwen populaire, neo-renaisancestijl toegepast. Ook rijksbouwmeesters als W.C. Metzelaar en D.E.C. Knuttel werkten in deze stijl. Bij het leger werden de kazernes van het lineaire type, maar ook bij de eerste kazernes volgens het paviljoensysteem uitgevoerd in neo-renaissancestijl.

Enkele kenmerken van de neo-renaissancestijl zijn: het gebruik van baksteen, geleed door horizontale banden in natuursteen of pleisterwerk, het gebruik van aanzet- en sluitstenen in ontlastingsbogen boven vensters. Ook kunnen decoraties worden toegepast zoals gekleurde tegeltjes of siermetselwerk. In eerste jaren van de 20ste eeuw werd vooral een sobere variant van deze stijl toegepast.



De neorenaissance-invloeden zijn ook zichtbaar bij de infanteriekazernes uit de vroege 20ste eeuw, zoals hier bij de Snijderskazerne in Nijmegen uit 1906. De architectuur is exact gelijk aan die van de Maurits en Frisokazerne in Ede.

Tussen het eind van de Eerste Wereldoorlog en de tweede helft van de jaren '30 gebeurde er op het gebied van kazernebouw vrijwel niets. Niemand in politiek Den Haag was bereid aan defensie veel geld uit te geven, mede ingegeven door de ten gevolge van de ervaringen van de oorlog sterk pacifistisch getinte publicaties van de invloedrijke krijgshistoricus en voormalig militair G.W.J. Koolemans Beijnen. Dit veranderde drastisch toen de situatie in Duitsland met de machtsovername door de nazi's sterk wijzigde. Gevreesd werd voor een nieuw Europees conflict. Bijgevolg begon iedereen in Europa zijn leger uit te breiden en te moderniseren.

Nederland kon niet achterblijven en er werden grotere aantallen dienstplichtigen opgeroepen die langer geoefend werden. De bestaande kazernes hadden te weinig capaciteit om dit grotere leger te huisvesten en er werd een bouwprogramma gestart dat brak met de tot dan gevoerde praktijk. Het grootste deel van de nieuwe kazernes was geen individueel ontwerp meer zoals voorheen, maar werd volgens een standaardontwerp gebouwd. In totaal werd er opdracht gegeven voor de bouw van 16 infanteriekazernes, 8 kazernes voor de andere wapens en de uitbreiding van 15 bestaande kazernes.

Kapitein der genie A.G. Boost kreeg opdracht voor het ontwerpen van de 16 infanteriekazernes bestemd voor de zogenaamde grensbataljons. In zeer korte tijd, eind 1937, begin 1938 werd onder leiding van Boost een grondtype met twee varianten ontworpen, beide volgens het paviljoensysteem.

Het eerste ontwerp was voor 12 kazernes voor één bataljon infanterie. Dit type bestaat uit een hoofdgebouw met toegangspoort met daarachter een exercitieterrein, omgeven door drie legeringsgebouwen en een keukengebouw. Het tweede type was bestemd voor twee bataljons met regimentsstaf met als basis het eerste type, echter in plaats van een poortgebouw afzonderlijke gebouwen en meer legeringsgebouwen. Wel weer de groepering rond het centrale exercitieterrein. Van de basisplattegrond werd afgeweken als de vorm van het bouwkavel dit vereiste. Net zoals bij alle kazernes van en voor die tijd, werden er uit hygiënische overwegingen toilet- en wasruimtes in aparte gebouwen buiten de legeringsgebouwen geplaatst. Pas in de jaren '60 zouden bij alle vooroorlogse kazernes van de Landmacht deze voorzieningen in de legeringsgebouwen geplaatst worden.

In het ontwerp van de gebouwen van de “Boostkazernes” zijn vanwege brandgevaar betonnen vloeren toegepast. Voor het dak werden houten kapspanten gebruikt en in de gevels stalen raam- en deurkozijnen met eveneens stalen deuren en ramen. De gevels bestaan uit een steens binnenblad waar tegen een pleisterlaag werd aangebracht en een halfsteens buitenblad.

Bij de door kapitein Boost ontworpen kazernes valt in de eerste plaats de overeenkomst met de woonhuizen uit de vooroorlogse periode op. Een kazernegebouw van Boost met zijn meestal roodbruine gevelstenen en het

hellende prominent aanwezige dak met overstek lijkt niet anders dan een utilitaire, vergrote uitvoering van een woonhuis uit het Interbellum.



De door Boost ontworpen Elias Beeckmankazerne in Ede met op de voorgrond de appèlplaats, gefotografeerd kort na de bouw (archief Ede)

De door Boost toegepaste stijl wordt omschreven als zakelijk-expressionistisch. Hierin vallen de kenmerken te herkennen van de Amsterdamse- en Delftse school en het Nieuwe Bouwen. De hoofdvormen van de gebouwen zijn met hun hellende daken echter nog traditioneel te noemen.

De Nederlandse architectuur uit de vooroorlogse jaren kent diverse stromingen en is internationaal vermaard. De Amsterdamse School, beroemd vanwege zijn woningbouwprojecten, wordt ingedeeld bij de expressionistische stroming. De minder vermaarde Delftse School zet zich hier tegen af, men grijpt terug op het rationalisme van Berlage en is vooral ook sterk traditionalistisch getint. De schoonheid van een gebouw, aldus de opvattingen van de Delftse School, ligt in eenvoud en harmonie. Na de Tweede Wereldoorlog vindt deze stroming zijn hoogtepunt in de wederopbouw buiten de grote steden. Een goed voorbeeld hiervan is de woningbouw in het oudste gedeelte van het vlak na de Tweede Wereldoorlog gebouwde Emmeloord.

Hoewel de aanhangers van de meer expressionistisch ingestelde Amsterdamse School en de traditioneler getinte Delftse School elkaars stijlopvatingen soms sterk kritiseerden, zijn er echter meer overeenkomsten dan verschillen tussen de beide stromingen. Deze zijn: comfortabele huiselijke schaal, mathematische proporties en met vakmanschap uitgevoerde baksteenbouw.

Vooral de Delftse School stijl, die ook wel als traditionalistisch omschreven wordt (of wat smalend voor moderne huizen als retrostijl), is bij de meeste naoorlogse architecten niet erg geliefd. Echter veel woonhuizen uit de huidige tijd grijpen terug op de stijlkenmerken uit de jaren '30 en zijn populair bij een breed koperspubliek. Deze populariteit heeft ook onverwacht gunstige gevolgen voor kazernes in deze stijl na de afstoting. Een gaaf voorbeeld van de Delftse School in kazernebouw voor de Tweede Wereldoorlog is de Koning Willem I kazerne in Den Bosch.



De Koning Willem I kazerne in Den Bosch, begonnen in 1939 in Delftse Schoolstijl. (www.jeoudekazernenu.nl)

In de inleiding hierboven werd al aangestipt dat een kazerne kan verouderen. Was het gebruik van paarden al voor de Tweede Wereldoorlog op zijn retour, na de oorlog zou motorisering en mechanisering een grote rol gaan spelen bij de Landmacht. Grote hoeveelheden voertuigen stroomden in en vooral de kazernes voor één bataljon infanterie van Boost waren al snel aan de beurt voor aanpassing. Die ene in/uitgang door de poort in het hoofdgebouw was niet praktisch voor al die voertuigen, die elkaar daar ook al niet passeren konden i.v.m. de beperkte breedte. Ook uit veiligheidsoogpunt bleek het verstandiger een tweede in/uitgang te hebben. Deze werden dan ook aangelegd. De hoofdingang werd veelal naar voren geplaatst, zodat men voor het hoofdgebouw langs naar de parkeerplaatsen en de rest van het complex kon.

Begin jaren '50 zou er een nieuwe generatie kazernes voor de dan sterk groeiende Landmacht gebouwd worden op lokaties dicht bij oefenterreinen. Er werden vooral grote kazernes gebouwd met veel ruimte voor parkeerplaatsen en garages. De kazernes zijn groot genoeg om een brigade, in vredestijd zo`n 2500 tot 3000 man, te huisvesten. Er was haast met de bouw omdat de Koude Oorlog in alle hevigheid was los gebarsten. Op 15 juni 1951 werd de bouwopdracht voor legeringsruimte voor 24.000 man gegeven. Al op 1 februari 1952 moest de legeringsruimte voor 12.000 man gerealiseerd zijn en een half jaar later de rest. De uiteindelijke oplevering zou iets opschuiven, maar niet veel. Normaal zou voor de helft van het bouwvolume 4 jaar staan, nu moest het inclusief winter in 7 maanden.

Voor de grootschalige bouwwerkzaamheden werd de combinatie Midden Nederland N.V. opgericht. Hierin werkten een zevental grote aannemers en ingenieursbureaus samen. Tevens waren er nog 80 onderaannemers en 1100 leveranciers bij de bouw betrokken.
Net zoals vlak voor de Tweede Wereldoorlog werd er een standaardontwerp gemaakt, onder leiding van het Hoofd van het Centraal Bouwbureau der Genie kolonel-ingenieur J.C. Stumphius. Luitenant-kolonel J. H. Hoogendoorn speelde een belangrijke rol in het ontwerpproces. Er werd gekozen voor skeletbouw, in Nunspeet en Havelte werd het betonskelet in het werk gestort. Voor Ermelo, Ossendrecht en Schaarsbergen werden prefab betonelementen gebruikt en staalskeletbouw voor 't Harde.



De manschappenkantine van de Generaal Spoorkazerne in Ermelo uit de late jaren ’50 (foto van www.legerplaats.nl/ermelo)

Het paviljoensysteem werd niet helemaal losgelaten, de legeringsgebouwen liggen naast de appèlplaatsen die weer centraal op het kazerneterrein liggen. Functies werden nog verder gescheiden dan voorheen. Er kwam een losse eetzaal voor soldaten, een korporaalmess, onderofficiersmess en een officiershotel met mess, allemaal in aparte gebouwen. Voor vermaak een kantine en een filmzaal, sportaccomodatie en een kazerne-ziekenverblijf. Voor instructie een lesgebouw, talloze magazijnen, een overdekte pistoolschietbaan en een brandstofdepot. Het kazernecommando en de eventuele brigadestaf zetelden in een apart bureelgebouw.
De fraaie stijl van de Interbellumkazernes was gesneuveld in de nieuwe tijd. Het resultaat is echter ook niet lelijk en sluit aan bij de vormentaal die voor veel nieuwe gebouwen uit die tijd toegepast wordt.. De stijl sluit aan bij het Nieuwe Bouwen met zijn platte daken, strak vormgegeven gevels en stalen kozijnen, - ramen en -deuren.

Bij de Wittenbergkazerne bij Garderen uit de jaren ’50 werden in de jaren ’70 een reeks nieuwe legeringsgebouwen gerealiseerd, strak, modern in betonsteen, met door een doorgang van elkaar gescheiden manschappenverblijven onder platte daken en midden boven de gang en verblijven een eetzaal/kantine (bij sommige omgevormd tot manschappenbar). Na voltooiing van deze gebouwen werd de kazerne omgedoopt in 1978 in Generaal Kootkazerne. Deze bouwwerken behoorden tot de laatste nieuwe kazernegebouwen die in de 20ste eeuw zijn gerealiseerd.



Legeringsgebouwen uit de jaren ’70 op het terrein van de Gen. Kootkazerne bij Garderen. (www.legerplaats.nl/garderen)

1.2. Ontwikkeling van de inrichting van de legeringszalen:[3]

In de jaren zestig van de 19de eeuw stonden in de slaapzalen de ledikanten (kribben) links en rechts met het hoofdeind tegen de muur geplaatst. De onderlinge afstand van de kribben mocht niet minder zijn dan 45 cm en was het plafond lager dan drie meter, dan moest de onderlinge afstand worden vergroot. Een krib was van hout, 180 cm lang en 120 cm breed. De bodem voor het matras bestond uit een aantal uitneembare planken, die, met een plankbreedte tussenruimte, naast elkaar waren gelegd, d.w.z. dwars op de bedding van de krib. De krib diende tot slaapplaats voor twee personen.
Door de fourier werden de volgende artikelen (fournitures) per krib verstrekt:
- een grijs linnen matras, gevuld met gekruld paardehaar en wol,
- een grijs linnen hoofdpeluw(kussen), gevuld als een matras; de afmetingen van het kussen waren 120 x 37 cm,
- een strozak van ruw grijs linnen gevuld met stro,
- twee bedlakens van wit Vlaams linnen (210 x 160 cm),
- twee witte wollen dekens in de winter (1 oktober-1 juni),
- één witte wollen deken in de zomer (1 juni-1 oktober),
- twee wissel bedlakens.

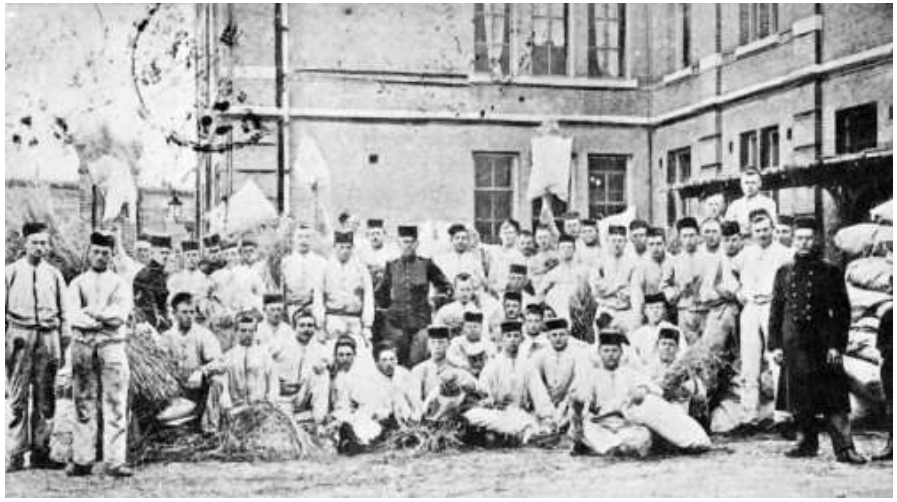
Kennelijk vormden de dekens en kribben geliefde handelswaar want 'Alle de kribben en fourniturен zullen met een bijzonder merk worden geteekend. 't welk moeijelijk uit- of na te maken zal zijn, tot voorkoming van het verruilen of verknopen'.

De dekens werden éénmaal per jaar gewassen, de lakens in de winter éénmaal per maand en in de zomer om de twintig dagen.
Korporaals sliepen bij de manschappen op de kamer. Onderofficieren hadden een gemeenschappelijke kamer. De sergeant-majoor en de fourier hadden samen een kamer, met ieder een eigen bed.
Aan het hoofdeind hing boven iedere krib aan de muur een kribbekastje met twee planken, ter breedte van de krib (120 cm). Het kastje was bestemd voor het opbergen van de kledingstukken en de ransels van de beide militairen die in het bed sliepen. Aan weerskanten van dat kastje, ter

[3] De tekst van deze paragraaf is ontleend aan een artikel van M. Talens, Het **nachtleger** en de bijbehorende kasten [bedden en kledingkasten in kazernes van het Nederlandse leger, 1814-1994].

hoogte van de bovenste plank, waren twee pennen aangebracht voor het ophangen van de patroontas en de sabel of bajonet. Onder de benedenplank werden de schoenen aan een spijker opgehangen. In de kamer stonden tafels en banken voor het nuttigen van de maaltijden en om andere bezigheden te verrichten, bijv. het wapenonderhoud. Voor de persoonlijke verzorging waren wasbakken en lampetkannen aanwezig.

Sociale controle moest misstanden voorkomen: 'De manschappen waaruit de chambree (kamer) bestaat, zullen elkander wederkeerig gadeslaan tot voorkoming van alle ver-waarlozing, aangezien de schaden daardoor veroorzaakt, komen zouden voor hunne gezamenlijke rekening, zoo wel als voor die van den sergeant-majoor, welke verzuimd mogt hebben dit artikel in alle zijne uitgestrektheid te surveilleren, of te doen surveilleren'.
Maar sociale controle bleek al snel niet voldoende en aanpassingen volgden 'In het belang der zeden en van de gezondheid van den soldaat' werd in 1824 een ander nachtleger ingevoerd ter vervanging van de tweepersoonskrib. Iedere man verkreeg een bedkoets - één-mans nachtleger genoemd - van grijs zeildoek (zogenaamd presenningsdoek) met eikenhouten ramen en schragen.



Het vullen van de strozakken op de Menno van Coehoornkazerne in Arnhem rond 1900. Foto F. Malgro . (www.historischklarendal.nl)

De houten ramen waren voorzien van een vlechtwerk van singels. Het nieuwe bed was 178cm lang en 70 cm breed. De bedkoets hing aan haken tussen twee schragen. Hij kon echter ook aan de muur of aan de zoldering worden opgehangen. Als matras werd gebruik gemaakt van een wit linnen bedzak, (bij voorkeur) gevuld met gehakt haverstro (strozak). Ook de wit linnen kussenzak was met stro gevuld. Verder werden er twee bedlakens, twee wollen dekens in de winter (16 oktober-1 juni) en één wollen deken in de zomer verstrekt.

Het stro werd 1 x per jaar in maart vernieuwd en in oktober aangevuld. De strozakken waren in dezelfde maanden in de was gegeven. De bedlakens werden 1 x per maand verschoond, de bed- en kussenzakken en de dekens werden één maal per jaar gereinigd. 's-Zaterdags moesten,volgens reglement, de bedden en de dekens worden uitgeklopt en de 10e van iedere maand de bedkussens worden uitgebor steld.

Onderofficieren konden zich op eigen kosten voorzien van matrassen en kussens (hoofdpeluwen), gevuld met paardenhaar en wol. De kosten van zo'n matras en kussen bedroeg f 14,- wanneer blauw-wit geruit linnen, en f 12,- indien grijs linnen werd gebruikt. Per maand werd hiervoor f 2,- van het soldij ingehouden. De bedkoets verviel in 1844 en werd vervangen door een zwarte ijzeren krib. Die krib bestond uit twee eindstukken, twee zijden en een raam. Het raamwerk was samengesteld uit 5 lange en 13 korte, brede gevlochten repen bandijzer. De zijstukken hadden een laag hekwerk met vijf spijltjes. De eindstukken waren afgedicht met een ijzeren plaat. De krib had een lengte van 180 cm en een breedte van 71 cm.

Boven de kribben waren kleine kastjes aan de muur gehangen voor het opbergen van de militaire- en privé eigendommen. De kastjes waren van hout en voorzien van twee afsluitbare deurkastjes. Het gebruik van zwart geverfde kistjes was toegestaan, mits deze goed gesloten konden worden en zodanige afmetingen hadden, dat zij onder het bed konden worden geplaatst. De maximale maten waren: een lengte van 65 tot 110 cm, en een breedte van 65 cm en een hoogte van 30 cm. Op de kistjes moesten de naam en de voorletters, de rang, de eenheid en het kleding- en/of wapennummer zijn vermeld. Bij de Jagers waren de kistjes groen.



Een slaapzaal in de Menno van Coehoornkazerne in Arnhem in de late 19de eeuw, met de ijzeren kribben en kastjes boven de bedden. Op de kastjes o.a. lampetkannen. (www.historischklarendal.nl)

In de slaapvertrekken dienden - als de ruimte dat toeliet - per man een (was)tafel en een waskom aanwezig te zijn. Tevens moesten er per kamer een waterkit, een spiegel en een vuil-wateremmer zijn. Was in het legeringsgebouw een waslokaal met stromend water aanwezig dan bleven de (was)tafel, de waterkommen, de waterkit en de vuilwateremmer achterwege. Deze situatie bleef min of meer zo tot 1940.

Door gebrek aan allerhande materieel na de Tweede Wereldoorlog, werd gebruik gemaakt van hetgeen er nog in de diverse kazernes aanwezig was. Bovendien werd er bij de Nederlandse industrie een order geplaatst voor het aanmaken van 15.000 stalen kribben met bijbehorende dubbele stalen kribkasten. De kribben waren geheel gelast. De zijstukken hadden een 15 cm hoog hekwerk met twee ronde spijltjes. Het raamwerk was samengesteld uit vier lange en zeven korte, brede gevlochten repen bandijzer. Aan het hoofd- en aan het voeteneinde was een plaatje aangebracht voor het bevestigen van een naamkaartje. De lengte van de krib was 190 cm, de breedte 80 cm. De kribben konden worden gestapeld en waren grijs geverfd. De kribkasten werden - door middel van twee ingebouwde buizen - over de ronde staanders van de krib geschoven en zo aan de binnenkant van het voeteneind bevestigd. De deurtjes waren daarbij naar voren gericht.



Een fraai kijkje in de Cantine van de Menno van Coehoornkazerne rond 1900 . (www.historischklarendal.nl)

In het begin van de jaren vijftig werd begonnen met het verstrekken van nieuwe lichtgrijze ledikanten met een spiraalverenbodem. De lengte van zo'n ledikant was 190 cm, de breedte 70cm. Aan het hoofd- en aan het voeteneind waren drie spijltjes aangebracht en aan het voeteneind tevens een plaats voor het naamkaartje. De ledikanten konden worden gestapeld. Als matras en hoofdkussen werd nog steeds gebruik gemaakt van de strozak en kussenzak. De overtrekken waren sinds 1945 blauw-wit geblokt. Per man werden drie dekens verstrekt.

In 1965 - na 151 jaar - was het tijdperk van de strozak voorbij. Men begon toen met het verstrekken van een polyester matras en twee witte lakens. De afmetingen van de matras bedroegen 189 x 69 x 10 cm. Dat matras werd verstrekt met een vaste witte hoes waar overheen weer een blauw-wit geblokt overtrek werd getrokken. Het hoofdkussen was van hetzelfde materiaal en had eveneens een blauw-wit geblokt overtrek. De overtrekken werden één maal per 14 dagen in de was gegeven, de dekens moesten wekelijks worden uitgeklopt.



Recruten van het 2de Tankbataljon in Amersfoort op de slaapzaal in de jaren '60.

Om de ligging te verbeteren en rugklachten te verminderen werd het spiraal in 1961 verstevigd door het te ondersteunen met twee stalen strippen die aan weerszijden van de spiraalbodem waren geklonken. Hierdoor was doorzakken in de lengte vrijwel uitgesloten.

In 1975 kregen de ledikanten een lengte van 200 cm en een breedte van 90 cm. Die nieuwe ledikanten hadden geen spiraalveren bodems meer, maar een plaatstalen bodem met ronde ventilatiegaten. Ze konden niet worden gestapeld.

In 1986 werden de schuimrubber matrassen verbeterd. Zij waren steviger en voorzien van een los wit overtrek waar overheen weer een beige of beige/wit gestreept katoenen matrasovertrek (tijk) kwam. Her matrasovertrek was aan één van de korte zijden voorzien van een zogenaamde hotelsluiting. De blauw-wit geblokte overtrekken kwamen hierdoor geleidelijk te vervallen en werden opgenomen in de mobilisatievoorraad.

Ook de PSU-kasten ondergingen in de loop der jaren diverse veranderingen. Van de vele houten en stalen kasten (zowel hang als staand) ging men naar één staande stalen kast. Voor het dienstplichtig personeel werd een hang/legkast met één deur (70 x 55 cm) versterkt en voor het beroeps- en semiberoepspersoneel een hanglegkast met twee deuren (100 x 55cm).



Aan tafel vlnr: mars Jumèn, Roel Meinen en Krol



Staand mar Roel Meinen en op de rug gezien mar Kemperman



Dit zijn een paar kamergenoten van de inzender van de foto's, dpl wmr Patrick Kolfschoten (64-4) tijdens de basisopleiding op de Koning Willem III kazerne.
Het is vrijdagavond en voordat de mannen de volgende dag met weekendverlof gaan, moet eerst de PSU onder handen genomen worden. Dat betekent de hele avond poetsen, poetsen en nog eens poetsen.

Reactie van mar Arie van der Landen, lichting 64-3:
Dat het vrijdagavond is, moet een vergissing zijn.
Op de donderdagavond was het altijd poetsen geblazen en groot corvee. Vrijdags in de namiddag gingen we na inspectie richting station en dan naar huis!

Plaatjes uit de jaren '60 (1965) van de marechaussee's bezig met onderhoud van de PSU op hun slaapzaal in de Koning Willem III-kazerne Apeldoorn. De geblokte overtrekken zijn op het plaatje rechtsboven nog net zichtbaar! (WWW.marechausseenostalgie.nl)

Het inrichten van een PSU-kast luisterde ook nauw. Op de kastjes en kasten lag altijd een deel van de gepoetste uitrusting. De aantallen en de soort varieerde in de loop der jaren. Na 1945 was het gebruikelijk dat op de kast de volgende gepoetste en "geblancode" artikelen lagen:
- de helm,
- de opgevulde patroontassen,
- de opgevulde broodzak (gevechtstas),
- de opgevouwen ransel met de mantelriemen.

Later werd één en ander aangevuld met de pioniersdrop, het gasmasker cpl. en de slaapzak. Daar de (Amerikaanse model) helm nogal wankel op de uitrusting lag, en veelvuldig op de grond viel, werd deze in het begin van de jaren zeventig in de kast opgeborgen. Met het verstrekken van de nieuw model kasten eind 1970 werd alle uitrusting in de kast opgeborgen. Het inrichten van de kast was en is afhankelijk van de soort kast. De onderdeelscommandant bepaalde en bepaalt welk model van inpakken in zijn onderdeel gewenst werd en wordt. Als voorbeeld dient het sinds 1953 uitgegeven Handboek voor de soldaat. Details werden/worden echter aangegeven door middel van een kasttekening op het publicatiebord op de legeringskamer .

Geconcludeerd kan worden dat er vanaf de jaren vijftig sneller veranderingen werden doorgevoerd dan de tijd ervoor. Daar de gemiddelde lengte van de Nederlander groter werd, moest ook de lengte van de bedden worden aangepast. Ook het in de was geven van de bedtoebehoren gebeurde veelvuldiger. Wekelijks werd nu het kussensloop en één laken in de was gegeven, het bovenlaken wordt dan onderlaken. De dekens behoren wekelijks te worden uitgeklopt en krijgen één maal per jaar een chemische reiniging.

De opbergplaats voor de PSU op planken wijzigde in kleine afsluitbare houten kribbekastjes daarna in staande houten hang/legkasten - soms gedeeltelijk boven het bed geplaatst - naar
stalen hang/legkasten en van een hangslotsluiting in een slotsluiting. Deze wijzigingen in het meubilair geschiedde heel geleidelijk en kreeg pas een versnelling bij het bouwen van de legerplaatsen in de jaren vijftig en het moderniseren van de kazernes in de jaren zeventig en tachtig. Een en ander was ook van toepassing op de waslokalen. Van lange (dubbele) zinkenen granieten wasbakken met kranen voor ca. 10 man naar ronde granieten wasbakken met een kranenkolom in het midden en een paar spiegels aan de wand. In dezelfde periode van nieuwbouw en verbouw kwamen er vaste wastafels met spiegels en douches in de waslokalen in plaats van een douchegebouw ergens op het kazerneterrein.

LITERATUUR
- Schukking, W.H. 'De historische ontwikkeling van den kazernebouw'; De Militaire Spectator, 102(1933) 76-83, 145-151.
- Talens, M. De ransel op de rug; (manuscript), (1994

1.3. De kazernes en hun ontwerper in Ede en Nijmegen

Over de ontwerpers van kazernes uit de 19de- en vroege 20ste eeuw bestaat veel onduidelijkheid. In de praktijk waren het meestal officieren van het Korps Genietroepen met een bouwkundige achtergrond die de kazernebouw op zich namen. Een voorbeeld daarvan zijn de kazernes die zijn gebouwd in de periode van de mobilisatie kort voor de Tweede Wereldoorlog (de 16 zogenaamde grensbataljonskazernes) naar ontwerp van kapitein der genie A.G. Boost. Deze kazernes worden ook aangeduid met de naam “Boostkazernes”.

In Nijmegen werden twee grote infanteriekazernes gebouwd in dezelfde periode waarin de twee infanteriekazernes in Ede tot stand kwamen. Deze nog bestaande (en inmiddels herbestemde) kazernes maakten deel uit van het later als Limoskazerne aangeduide complex, waartoe ook andere, iets jongere complexen toe behoorden.

Uit een vergelijking van de nog bestaande Nijmeegse kazernes met de voorbeelden in Ede blijkt dat deze in opzet en architectuur nagenoeg volkomen identiek waren opgezet. De eerste kazerne in Nijmegen (Kraijenhoff of Eerste Infanteriekazerne) werd gebouwd in 1905, de tweede (Snijders of Tweede Infanteriekazerne) werd een jaar later opgericht. Als ontwerper van de Nijmeegse kazernes werd de militair G.W.J. Koolemans Beijnen (1848-1928) aangewezen. Deze overigens destijds invloedrijke militair hield zich echter niet met de bouw van kazernes bezig! Hij was eerst docent aan de militaire academie, later als hoge officier en publicist verbonden aan de infanterie, ondermeer in Nijmegen en eindigde zijn loopbaan kort voor de Eerste Wereldoorlog als luitenant-generaal. Hij schreef diverse historische, krijgskundige en militair-

rechtelijke (krijgstuchtige) werken en werd na de Eerste Wereldoorlog een overtuigd pacifist. Zijn broer J.P. Koolemans Beijnen beëindigde in dezelfde periode zijn militaire loopbaan als generaal-majoor bij de genietroepen en hield zich voordien wel met kazernebouw bezig. Jan Pieter Koolemans Beijnen kreeg zelfs een naar hem vernoemde straat in Nijmegen, vlakbij de kazernes voor bewezen "diensten bij de onderhandelingen met het departement van oorlog in zake den bouw der infanteriekazernes aan den Groesbeekscheweg en Gelderschelaan". Het probleem is echter dat hij Nijmegen in 1902 heeft verlaten toen hij werd bevorderd tot majoor in Utrecht (waar hij commandant van het Bataljon Technische troepen v/h Regiment Genietroepen werd).

Met betrekking tot de bouw van de Nijmeegse kazernes gaan sommigen er vanuit dat die naar alle waarschijnlijkheid zijn gebouwd naar ontwerp van kapitein Vogelenzang, de eerstaanwezend ingenieur in Nijmegen (opvolger van Koolemans Beijnen) en/of van kapitein Van Stolk, de toenmalige eerstaanwezend ingenieur in Arnhem, aan wie de ontwerpen van de kazernes van Ede worden toegeschreven. [4]

Over Koolemans Beijnen en de kazernes in Nijmegen is nog het volgende te noteren; (....) Namens het Ministerie van Oorlog voerde luitenant-kolonel J.P. Koolemans Beijnen als eerstaanwezend-ingenieur de onderhandelingen. Onmiddellijk na het sluiten van de deal op 31 december 1902 begon hij de bouw van een eerste kazerne te organiseren. Volgens een niet verifieerbare bron zou architect W.M. Dudok bij het ontwerpen zijn betrokken! Dudok kende inderdaad een start van zijn loopbaan bij het leger. Hij volgde eerst de hogere burgerschool (hbs) in Amsterdam, ging vervolgens in 1900 naar de Cadettenschool in Alkmaar, waarna hij twee jaar later ging studeren aan de Koninklijke Militaire Academie (KMA) in Breda waar hij in 1905 slaagde voor het officiersexamen in de richting 'Genie hier te lande'. Dudok begon daarna zijn carrière bij het leger op 24 juli 1905 als tweede luitenant der Genie en werd tot zijn spijt geplaatst bij de telegrafistendienst van het Regiment Genietroepen in Utrecht, maar ontwierp in zijn vrije tijd gebouwen. Hij klom op tot kapitein bij de Militaire Staf der Genie in Amsterdam, waar hij zich bezig hield met fortenbouw.[5]

[4] Overigens is niet geheel zeker of het Van Stolk of Van Holk is! De bronnen geven hierover voorlopig onvoldoende uitsluitsel.

[5] Gegevens over Dudok's eerste fase van zijn loopbaan zijn ontleend aan Wikipedia



De eerste infanterie- of Mauritskazerne in Ede (boven) en de eerste infantierie- of Kraijenhoffkazerne in Nijmegen (onder) Bron: Noviomagus.nl

Volgens de bron (internet, www.noviomagus.nl) zou Dudok geadviseerd hebben bij de ontwerpen in Nijmegen, wat ons vreemd lijkt omdat hij pas

actief werd in het zelfde jaar waarin de eerste Nijmeegse kazerne werd gebouwd! Het lijkt overigens, zoals op de bovengenoemde website wordt vermeld, meer voor de hand te liggen dat luitenant-ingenieur A. Vogelenzang, de opvolger van Koolemans Beijnen in Nijmegen, verantwoordelijk was voor het 130 meter lange militair onderkomen in de neo-Hollandse renaissancestijl in Nijmegen. Het gebouw, aangeduid als Infanteriekazerne nr. 1, werd in 1904 - 1905 gebouwd door de Nijmeegse aannemers Thunissen en Kropman voor een bedrag van 230.000 gulden. Ingenieur Vogelenzang werd kort na de oplevering van de tweede kazerne (Infanteriekazerne nr. 2) in 1906 ernstig ziek en overleed in Nijmegen.
Zeker is dat bij het leger de Eerstaanwezende ingenieur van de Genie nauw betrokken was bij de bouw van kazernes. Voor Ede was dat de in Arnhem gelegerde Van Stolk (of Van Holk), voor Nijmegen Vogelenzang. De tekeningen van Ede zijn ook ondertekend door de Eerstaanwezende Ingenieur te Arnhem. De vraag blijft echter, hielden zij zich ook bezig met het architectonische ontwerp? Het probleem is namelijk dat de kazernes in Ede en Nijmegen zowel in hun opzet als detaillering vrijwel identiek zijn! Er moet dus zonder twijfel een (gestandaardiseerd) basisontwerp aan ten grondslag hebben gelegen, van de hand van een voorlopig onbekende architect of bouwkundige. Dit basisontwerp is vervolgens in Ede en Nijmegen onder verantwoordelijkheid van de ingenieurs ter plaatse uitgevoerd. De bouwkundige afdeling van de Genie zal ongetwijfeld zelf de opzet (plattegronden, structuur) hebben bepaald.



De onder luitenant-ingenieur A. Vogelenzang (advies J.P. Koolemans Beijnen??) tot stand gekomen 1ste infanteriekazerne Krayenhoff 1905

De vraag blijft dus wie de bouwkundige opgave moest voorzien van een “bouwkunstig” ontwerp en zo dus een functioneel gebouw een representatief uiterlijk in neorenaissancearchitectuur moest geven.


Een luchtfoto uit de jaren ’30 van de Krayenhoffkazerne. De sterk met de kazernes in Ede vergelijkbare opzet is duidelijk te zien (archief Nijmegen).



Een oude foto van de kantine in de Nijmeegse Kraijenhoff kazerne, die een aardig beeld geeft van het interieur voor de Tweede Wereldoorlog. (gemeentearchief Nijmegen)



Ansichtkaart van de Tweede infanteriekazerne of Snijderskazerne in Nijmegen, gezien vanaf de straat met op de voorgrond het hek en de poort (gemeentearchief Nijmegen)



Nogmaals een ansichtkaart van de Tweede infanteriekazerne of Snijderskazerne in Nijmegen, gezien vanaf het voorterrein van de andere kant (gemeentearchief Nijmegen)



Nog een foto van het interieur (van een andere!) kantine van de infanterie in Nijmegen voor de Tweede Wereldoorlog (gemeentearchief Nijmegen)



Een schilddragende leeuw, uitgevoerd in zandsteen op de trapgevel van de Krayenhoffkazerne in Nijmegen. Een dergelijke trapgevel met een leeuw was ook aanwezig bij het middenpaviljoen van de voorvleugels in Ede.

1.4 De ontwikkeling van de legerkampen in Ede

Bij de feestelijke opening van het nieuwe gemeentehuis in Ede op 27 april 1899 kondigde burgemeester jonkheer F.S. Op ten Noort grote veranderingen aan in de toen nog bescheiden agrarische gemeenschap. Daarbij sprak hij over de voorgenomen aanleg van de spoorlijn Ede-Nijkerk met de zijtak Meulunteren-Harskamp en de te realiseren tramlijn tussen Ede en Veenendaal. Ook deelde hij mee dat het militaire schietkamp in Harskamp vrijwel gereed was voor ingebruikname door het Nederlandse leger. Dat deze feiten er mede toe zouden leiden dat Ede tot een garnizoensplaats werd en daardoor belangrijk zou worden uitgebreid werd in zijn rede toen nog niet aangeroerd.

Ten gevolge van de Militiewet van 1901 werd de algemene dienstplicht ingevoerd en werd een groter leger mogelijk gemaakt. Aan de toen bestaande omvang van drie divisies werd hierdoor een vierde toegevoegd, waardoor de oorlogssterkte van 200.000 man werd bereikt. Voor huisvesting van deze forse uitbreiding had men een nieuwe garnizoensplaats op het oog. Als plaatsen kwamen hiervoor Apeldoorn en Ede in aanmerking. Niet alleen het aantal manschappen werd uitgebreid maar ook de duur van de dienstplicht, die werd verlengd van vijf naar acht jaar. Met het aannemen van de Landweerwet van 1903 werden dienstplichtigen na uitoefening van hun Militieplicht nog eens voor zeven jaar ingedeeld bij de Landweer, waarbij net als bij de Militieplicht ook herhalingsoefeningen waren inbegrepen.

Op 21 juli 1900, dus nog voor de vaststelling van de Militiewet, benaderde de minister van Oorlog de burgemeester van Ede met het verzoek om eens na te gaan welke terreinen de gemeente voor legering en oefening van een bataljon infanterie en een afdeling veldartillerie ter beschikking zou kunnen stellen. De gemeente had volgens de burgemeester geen gronden ter beschikking, maar de buurten Manen en Veldhuizen wel. De burgemeester van Ede pakte het verzoek in tegenstelling tot de burgemeester van Apeldoorn taktisch op. Hij wierp zich op als bemiddelaar en pleitbezorger voor de minister, terwijl de Apeldoornse burgemeester de formele weg bewandelde en met een afwijzing door zijn gemeenteraad werd opgezadeld.

Om echter gronden te verkrijgen waren in Ede zogenaamde ‘buurtspraken” nodig waar de geërfden van de buurten moesten stemmen over verkoop van hun gronden. Op 20 september 1900 werd de buurtspraak gehouden van de buurt Ede-Veldhuizen, waar maar liefst 142 geërfden (rechthebbenden) verschenen. Nadat men door de burgemeester en kapitein der genie J.F. de l’Espinasse was overtuigd dat de komst van militairen overwegend voordelen zou opleveren en dat het met de nadelen (men vreesde voor zedelijk verval en hogere kosten voor onderhoud van wegen en voor de bouw van een nieuwe HBS voor kinderen van officieren) wel mee zou vallen stemden uiteindelijk 93 geërfden voor verkoop van gronden voor de kazernebouw en het geven in erfpacht van heidegronden voor oefeningen. Slechts 31 geërfden stemden echt tegen. Vijf dagen later vergaderde de buurt Manen. Ook zij stemden in meerderheid voor verkoop van heidegrond ten noorden van de spoorlijn en westelijk van de Sijsselt voor de bouw van twee kazernes. De buurt kreeg daarvoor FL 10.000, -- van de Staat uitbetaald.

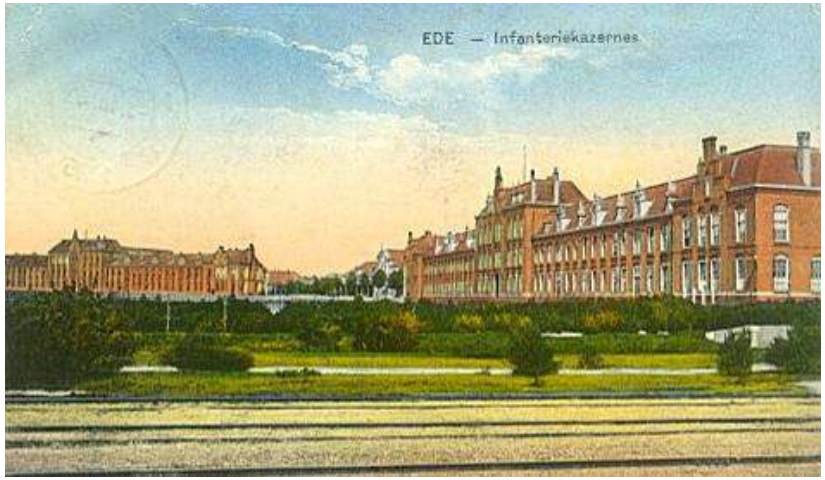


Detail van de topografische kaart van Ede en omgeving uit 1900 met omcirkeld het terrein waar de infanteriekazernes zouden worden gebouwd. Watwaswaar.nl

De geschiedenis van het garnizoen in Ede begint daadwerkelijk in 1904 met de aanbesteding van de twee eerste kazernes, die voor de infanterie bestemd waren. Het zijn allebei kazernes van het lineaire type, het meest gebruikte kazernetype in die tijd, en zijn bouwtechnisch aan elkaar gelijk. Ze kregen de voor die tijd formidabele lengte van 130 meter met achtervleugels waarin ondermeer de manschappen gelegerd werden. Ook waren er kantines voor onderofficieren in gehuisvest. De opzet van deze imposante voorvleugel met een fors drielaags risalerend middenpaviljoen geflankeerd door langgerekte twee laags vleugels, die elk afsluiten met een wederom iets hoger, risalerend hoekpaviljoen doet denken aan internationale paleisarchitectuur uit de 17de- en 18de eeuw. Voor de manschappenkantine werd een apart gebouw neergezet tussen beide kazernes. De beide kazernes zouden uiteindelijk voor Fl 900.000, -- worden gerealiseerd. In 1906 in werden ze gebruik genomen.

Naast de beide kazernes werden tussen beide gebouwen voorts een badinrichting, een scherm/gymzaal en een grote manschappenkantine gebouwd. In 1905 werden ook voertuigenloodsen aanbesteed. Kort daarop volgden een apotheek, een arsenaal (magazijn voor wapens en uitrusting) en een reeks woningen. Het leger vroeg vergunning aan voor de bouw van 10 dubbele woning voor onderofficieren nabij de Eikenlaan en 36 woningen in Ede-Zuid aan de 1ste- en 2de Parkdwarsstraat. Hier werden eerst spoorwegpersoneel en bouwvakkers voor de kazernebouw gehuisvest, later werden ze voor beroepsmilitairen bestemd. Op het kazerneterrein zelf verrezen twee dienstwoningen, terwijl aan de Berkenlaan woningen voor officieren werden gebouwd. Aan de Stationsweg verrezen tenslotte drie villa's voor hoofdofficieren met de namen "Regina", "Sonnevanck" en "Zuiderhoek". [i]

Het moge duidelijk zijn dat de bouw van dit complex met bijbehorende in de buurt van de kazernes gerealiseerde woningen een enorme impact had op het tot dan toe wat omvang betreft bescheiden dorp Ede en zijn buurtschappen. Als we bedenken dat kort daarna met de bouw van de artillerie- en cavaleriekazernes werd begonnen dan wordt duidelijk hoe in korte tijd Ede in ruimtelijke, maar ook in sociale en economische zin veranderde.



De eerste- en tweede infanteriekazerne gezien vanaf het spoor op een ingekleurde ansichtkaart van voor de Tweede Wereldoorlog (archief Ede)



De manschappenkantine van de infanterie op een oude ingekleurde ansichtkaart. Met het sierspant boven het centrale tweelaags gedeelte sloot dit gebouw in stijl al meer aan bij de kort daarop tot stand gekomen artilleriekazerne (www.legerplaats.nl/ede)



Woningen voor gehuwde militairen uit 1906 aan de Klinkenbergerweg gebouwd aan en in de omgeving van de Artillerielaan. Na de aanleg van de Klinkenbergerweg werd een deel van de woningen gesloopt maar dertien dubbele woningen bleven behouden. Deze markeerden vanaf dat moment de begrenzing van het kazerneterrein (collectie R.H. Nijhoff).

Tot aan hun naamgeving in 1934 gingen de Johan Willem Frisokazerne en de Mauritskazerne door het leven als respectievelijk Infanteriekazerne 1 en 2. De beide kazernes, met elk een lang hoofdgebouw van 130 meter, liggen vlak naast elkaar en gebruikten binnen een streng symmetrisch aangelegde structuur in die tijd dezelfde hoofdingang en gemeenschappelijke voorzieningen zoals de kantine en het niet meer bestaande Arsenaal. In 1906 werd op het terrein direct aangrenzend aan de Infanteriekazernes begonnen met de bouw van nog twee kazernes, bestemd voor de artillerie en cavalerie. Ook deze kazernes van Van Stolk zijn wat betreft hun plattegrond, opbouw en detaillering gelijk aan elkaar met een hoofdgebouw met H-vormige plattegrond, een nieuwe ontwikkeling voor die tijd en buiten Ede nergens anders toegepast. Ingebruikname van deze complexen volgde in 1908 en ook deze kazernes kregen pas in 1934 een naam: Van Essenkazerne voor de artilleriekazerne en Arthur Koolkazerne voor de cavaleriekazerne, die vanaf de Eerste Wereldoorlog als artilleriekazerne gebruikt werd.



Detail van het middendeel van de Arthur Koolkazerne, uitgevoerd in chaletstijl met rationele elementen.



De paardenstallen achter de artilleriekazerne uit 1907 op een foto uit omstreeks 1910 (gemeentearchief Ede)

De twee artilleriekazernes werden, toen de bij hen gevestigde School Reserve Officieren Bereden Artillerie nieuwe huisvesting nodig had, in 1936 aangevuld met de dichtbij gebouwde P.L. Bergansiuskazerne, die uit één gebouw met een U-vormige plattegrond bestaat.



De P.L. Bergansius Kazerne (www.jeoudekazernenu.nl)

In 1938 werden overal in Nederland, wegens de toenemende oorlogsdreiging, in een koortsachtig tempo kazernes gebouwd. Ook in Ede kwamen er nog twee kazernes bij. Aansluitend op de artilleriekazernes werd naar een standaardontwerp een infanteriekazerne gebouwd, de Elias Beeckmankazerne.
De ontwerpen voor de gebouwen zijn gedeeltelijk ook in 15 andere nieuwe kazernes en in andere bestaande kazernes gebruikt. De kazerne is opgezet volgens het toen dominante paviljoensysteem. De Elias Beeckmankazerne werd betrokken in 1939.

Op het terrein te noorden van de Elias Beeckmankazerne verrees ten bate van de artillerie de Simon Stevinkazerne, die in 1940 onder Duitse leiding voltooid zou worden.

Ook voor deze kazerne werd het paviljoensysteem gebruikt om de plattegrond vorm te geven.

De Duitsers zouden tijdens de oorlog dankbaar gebruik maken van de grote capaciteit die Ede met zijn kazernes en oefenterreinen bood, om zelf ook militairen op te leiden. De twee oudste infanteriekazernes, die feitelijk altijd al één complex vormden, gingen voor de duur van de oorlog door het leven als “Kommodore Boute Kaserne”. De drie naastgelegen artilleriekazernes, die ook als één complex te beschouwen zijn, werden omgedoopt in “Bismarckkaserne”.



De legeringspaviljoens van de Simon Stevinkazerne (www.jeoudekazernenu.nl)

Na de oorlog werd de Duitse naamgeving meteen weer teruggedraaid. De kazernes functioneerden net zoals voor die tijd niet los van en naast elkaar, maar fungeerden als een groot complex, waar vele diverse activiteiten en legeronderdelen ondergebracht werden als daar plaats voor was.

Feitelijk erkende de Landmacht de wat kunstmatige scheiding in apart naamgegeven kazernes dan ook, door in 1983 de Maurits-, Friso-, van Essen-, Kool- en Bergansiuskazerne functioneel onder te brengen onder de naam Kazernecomplex Ede-West. Deze vijf kazernes deelden ook allemaal dezelfde ingang. Niets herinnert thans nog aan de kazerne-ingangen uit het begin van de 20ste eeuw.

In 1994 kwam er weer een naamswijziging toen alle kazernes van Kazernecomplex Ede-West omgedoopt werden in Prins Mauritskazerne.

De Elias Beeckman- en Simon Stevinkazerne vallen tegenwoordig onder Kazernecomplex Ede-Oost. Van allebei de kazernes is de hoofdingang verplaats naar een gezamelijke zijweg van de Nieuwe Kazernelaan. In tegenstelling tot de kazernes op de Prins Mauritskazerne, die niet fysiek van elkaar gescheiden zijn, zijn de kazerneterreinen van de Beeckman en de Stevin wel met hekken van elkaar gescheiden.



De oude poort van de Artilleriekazerne kort voor de oorlog (GA Ede).

In de wereld van na de Koude Oorlog was een groot leger niet meer nodig en de Landmacht kromp en reorganiseerde. Was Ede eerst de thuisbasis voor zo'n 4000 militairen, anno 2009 zijn er nog maar weinig militairen gehuisvest. Vele, vaak modernere kazernes elders waren al afgestoten. Ook Ede ontkwam niet aan inkrimping en het uiteindelijke resultaat is dat Ede na 100 jaar binnenkort garnizoenstad af is. Feitelijk had de Landmacht al in 2007 Ede moeten verlaten, doch er is enig uitstel tot 1 januari 2011, er worden ondermeer nog opleidingen voor de inzet in Uruzgan gegeven. Daarna zal de gemeente Ede de kazernes overnemen van de Dienst der Domeinen.



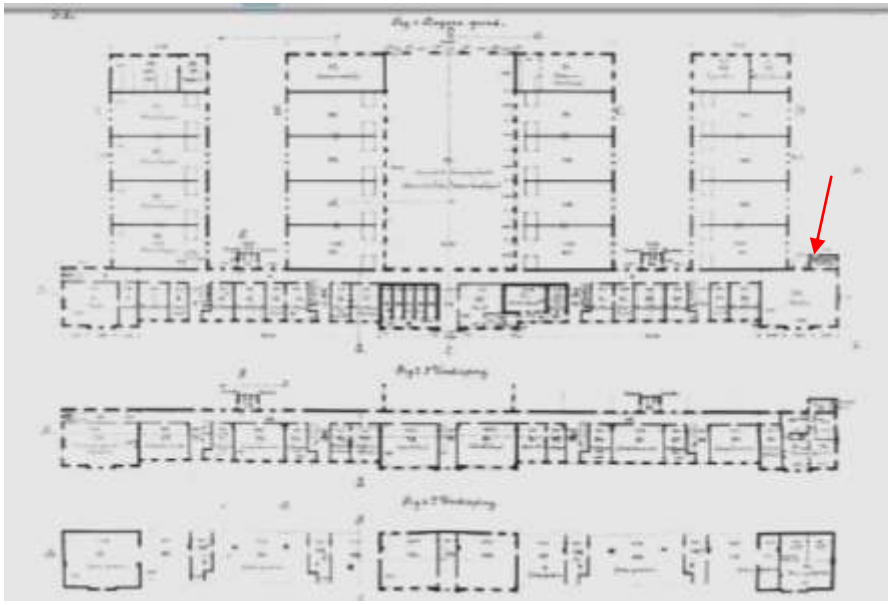
Monumentje aan het einde van de entreelaan van de infanteriekazerne omstreeks 1910 op een ingekleurde ansichtkaart (archief Ede)

De Landmacht is anno 2009 niet meer de enige gebruiker van de kazernes. Van de Prins Mauritskazerne is een deel van het terrein met een gebouw afgescheiden, dit wordt gebruikt als sociaal pension door het Leger des Heils. In het vlak buiten de poort van de Prins Mauritskazerne gelegen PMT (protestants militair tehuis) zit nu een voedselbank.

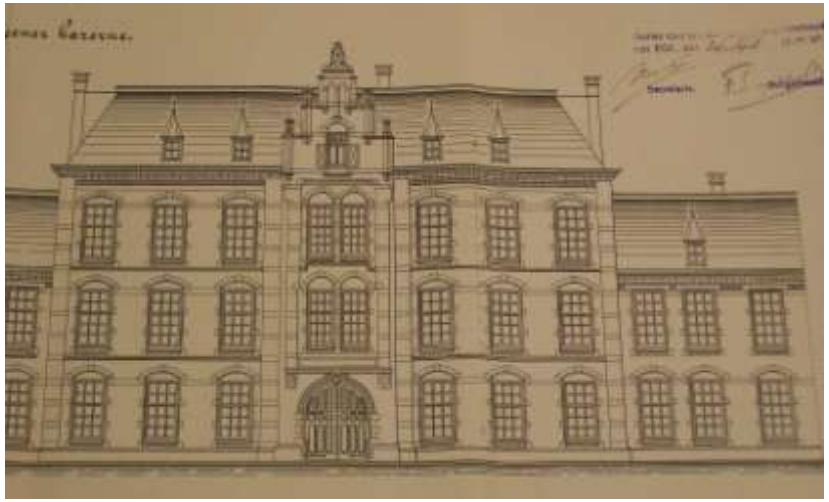
1.5 Ontwikkelingsgeschiedenis van de Eerste infanterie- of Mauritskazerne

In 1904 startte de bouw voor twee naast elkaar gelegen infanteriekazernes. Voor beide complexen is uitgegaan van één ontwerp, waarbij slechts de opzet en indeling van de zij- en achtergevels van de beide hoekpaviljoens per kazerne enkele verschillen vertonen. Zo kreeg de zijgevel van de Mauritskazerne van het rechter hoekpaviljoen een fors uitgebouwd rookkanaal, waar deze gevel bij de Frisokazerne gewoon vlak is uitgevoerd. Onder dit rechterpaviljoen werd ook een stookkeldercomplex gemaakt. Bij de Frisokazerne bevindt zich het rookkanaal met stookkelder

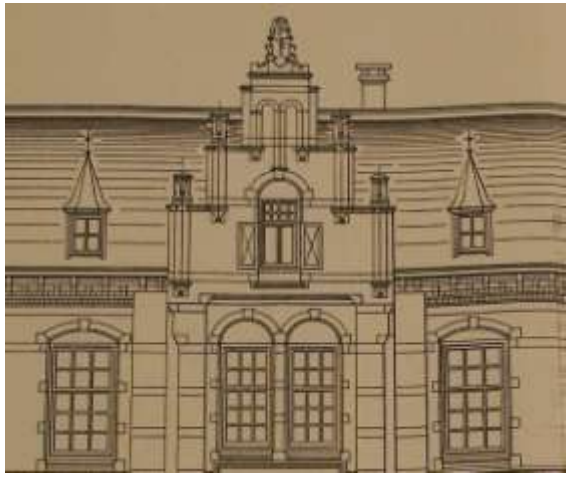
juist bij het linker paviljoen. De Frisokazerne heeft verder achter beide hoekpaviljoens een rechthoekige tweelaags uitbouw onder plat dak, waar de Mauritskazerne slechts een uitbouw heeft achter het rechter hoekpaviljoen. Hoewel van meet af aan was voorzien in de bouw van beide kazernes (de bestektekeningen bestaande uit vier bladen per kazerne dateren van beide kazernes uit 1904), werd als eerste begonnen met de bouw van de Eerste infanteriekazerne, die later werd omgedoopt in de Mauritskazerne. Al tijdens de bouw werd echter in 1905 ook begonnen aan de bouw van de Tweede infanteriekazerne (de latere Frisokazerne). Behalve een hoofdgebouw per kazerne, verrezen er ook een badinrichting, scherm- tevens gymnastiekzaal en een tussen de kazernes gelegen kantine. In 1906 werd dit aangevuld met een apotheek en een magazijn voor wapens en uitrusting, het nu niet meer bestaande Arsenaal. De minister had duidelijk haast, want al in 1906 waren deze twee enorme gebouwen gereed en betrok het 11e Regiment Infanterie (dat al in 1913 is omgedoopt in het 22ste Regiment Infanterie), de kazerne.



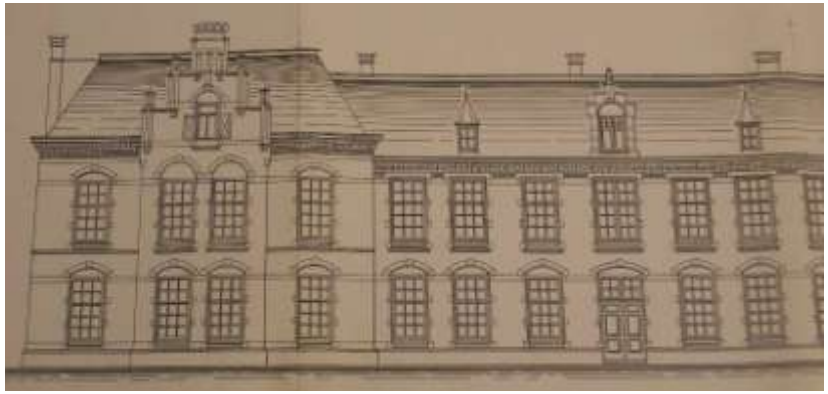
Plattegronden van het oorspronkelijke ontwerp uit september 1904 voor de Eerste infanteriekazerne, met alleen rechts achter het rechter hoekpaviljoen een ondiepe rechthoekige uitbouw (zie rode pijl). Gemeentearchief Ede.



Ontwerp voor de voorgevel van het middenpaviljoen met de aansluitende delen van de vleugels. Gemeentearchief Ede.



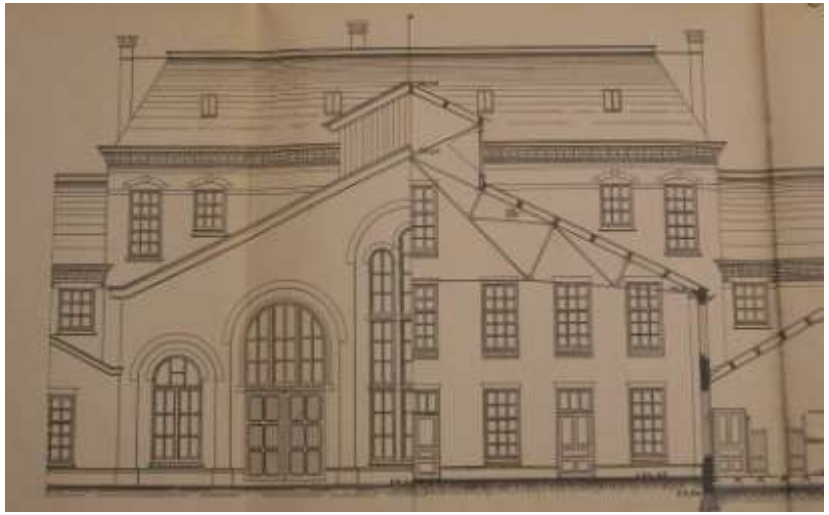
Detail van de trapgevel boven de middenrisaliet van het middenpaviljoen op de bestektekening van 1904 Gemeentearchief Ede.



Ontwerp voor de voorgevel van het linker hoekpaviljoen met aansluitende vleugel. Ook hier wordt de risaliet bekroond door een trapgevel, terwijl ook de travee met ingang en trappenhuis van de vleugel een trapgeveltje in een Vlaamse gevelopzet heeft. (Gemeentearchief Ede)



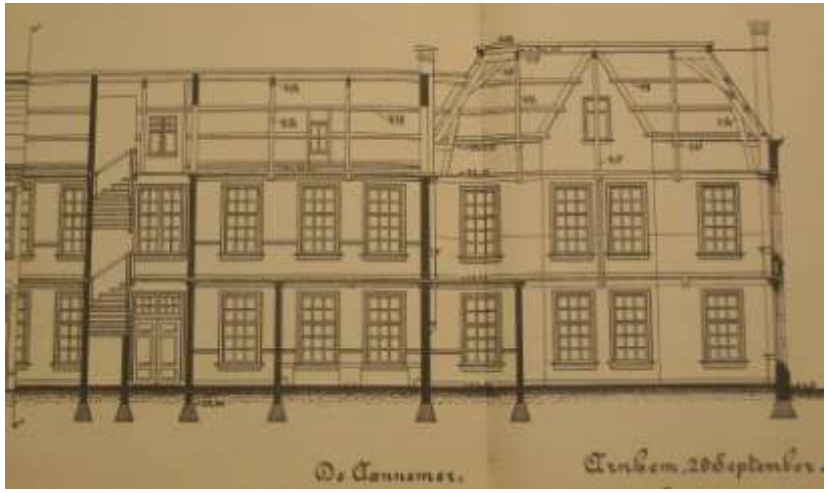
Ontwerp voor de voorgevel, detail van de linker vleugel, waar boven de beide entrees en boven de middelste vensteras een als een Vlaamse gevel opgezette trapgevel is gedacht. Ter weerszijden van die traveeën bevinden zich telkens drie vensterassen, waarvan de middelste in het dak wordt bekroond door een dakkapel met een driezijdig gesloten schilddakje, eindigend in een spits aan de voorzijde.(Gemeentearchief Ede)



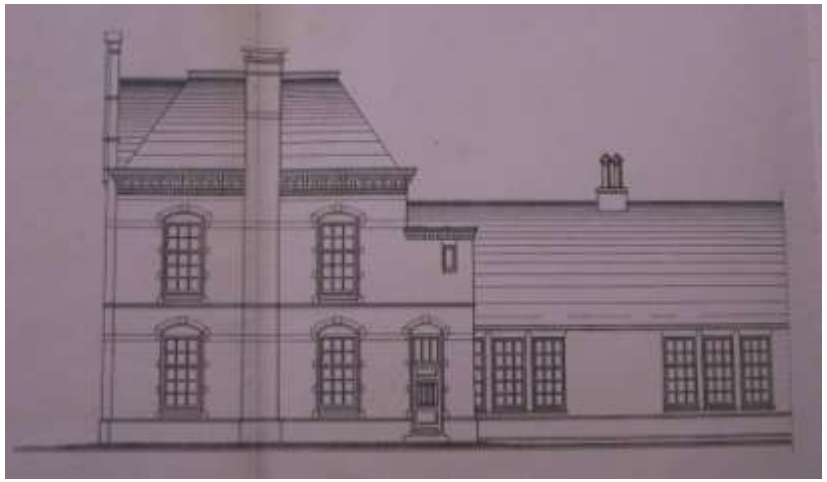
Zicht op de achtergevel van de overkapte exercitieplaats en daarachter de achtergevel van het middenpaviljoen van de voorbouw. De rechter helft van de overbouwde exercitieplaats is in doorsnede weergegeven, waarbij een vakwerkspant en de van vensters en deuren voorziene achtergevel van het middenpaviljoen zichtbaar is. Ontwerp uit 1904 Gemeentearchief Ede.



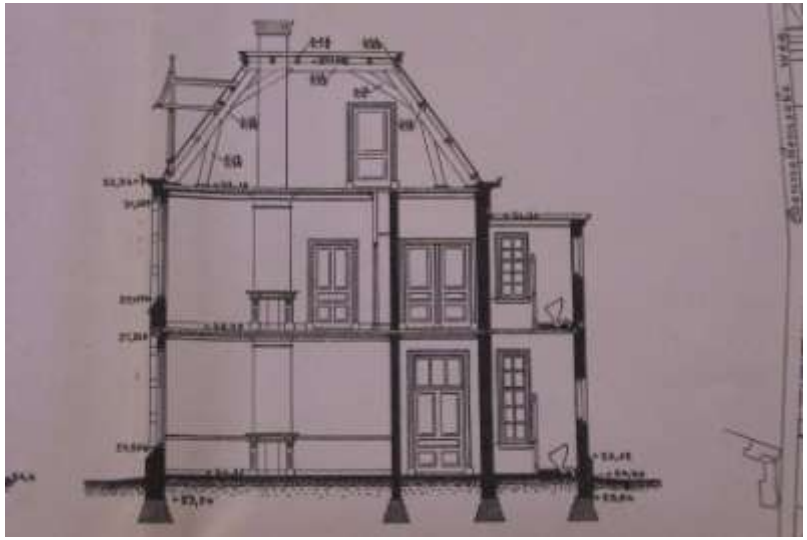
Zicht op de achtergevel van de linker vleugel en links een manschappen vleugel, met rechts de achtergevel met een houten geveltop met rondboog en links de doorsnede. Ontwerp uit 1904 (gemeentearchief Ede)



Lengtedoorsnede over de rechter vleugel en rechter hoekpaviljoen. Tekening van 20 september 1904. Gemeente Archief Ede.



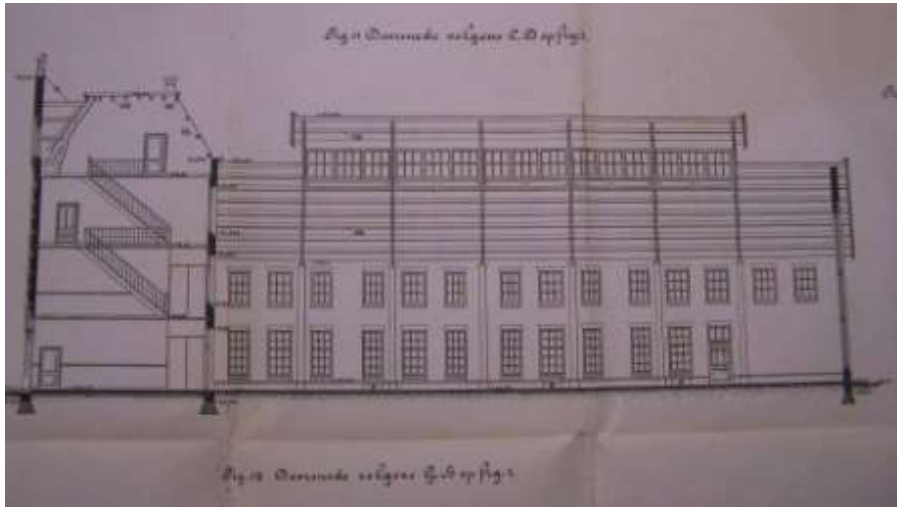
De zijgevel van het rechter hoekpaviljoen met lagere aanbouw met plat dak en een deel van de zijgevel van de manschappenzaal 1904. (gemeentearchief Ede)



Dwarsdoorsnede over het hoekpaviljoen met privaataanbouw, tekening uit 1904. Goed zichtbaar zijn hier de stookplaatsen met schoorsteenmantels, gepaneelde binnendeuren en gangdeuren en de doorsnede van een oorspronkelijke dakkapel (gemeentearchief Ede)



Lengtedoorsnede over het middenpaviljoen en de aansluitende vleugels gezien richting achtergevel, tekening uit 1904l (gemeentearchief Ede)



Lengtedoorsnede over het middenpaviljoen en de overbouwde exercitieplaats op de tekening uit 1904 Let ook op de oorspronkelijke rechthoekige vensters in de lichtbeuk op de verdieping van de zijgevel van deze exercitieplaats! (gemeente archief Ede)

Een vergelijking van de ontwerptekeningen en oude foto's met de huidige situatie maakt duidelijk dat alle trapgevels van de brede voorbouw thans verdwenen zijn. Ook zijn de oorspronkelijke dakkapellen vervangen door andersoortig gedetailleerde exemplaren. De trapgevels van de paviljoens zijn vervangen door stenen dakhuizen met een afwijkende detaillering. Zo mogelijk nog ingrijpender zijn de wijzigingen die zijn uitgevoerd aan de vier manschappenvleugels die haaks tegen de achtergevel van de voorbouw zijn geplaatst. De vleugels bezaten ook houten roederamen (thans overwegend van staal) en bij de achtergevels overkragende houten topgevelbekroningen met een vlakke onderzijde die in het midden overging in een rondboogafsluiting.

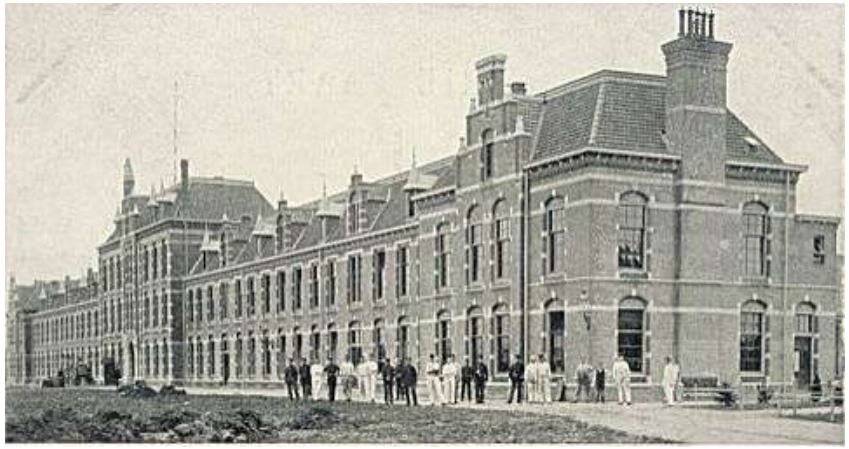
Bij de doorsneden van de manschappenvleugels is slechts een dakvlak met een zevental gordingen zichtbaar. In het bestek wordt voor deze vleugels niet gesproken over spanten (vakwerkspanten zoals nog aanwezig bij de exercitieplaats. Thans bezitten de vleugels betonnen dakconstructies, de kapconstructie boven de exercitieplaats is echter gaaf bewaard gebleven. Bij het ontwerp worden in de langsdoorsnede van de exercitieplaats op de verdieping (is de lichtbeuk) rechthoekige vensters weergegeven met houten 9-ruits roederamen. Thans zijn hier getoogde vensters aanwezig. De achtergevel van de exercitieplaats is nog overwegend origineel (met uitzondering van de later verhoogde deuren), de gevels van de vier manschappenvleugels zijn thans vanaf de plint geheel in een later stadium opnieuw opgetrokken, met uitzondering van de zijgevels van de meest rechter manschappenvleugel (de aanduiding rechts en links is hier vanuit de plattegrond gezien). Deze wijzigingen komen verderop nog nader aan bod.



Ansichtkaart met daarop de voorgevel van het middenpaviljoen met de hoofdingang. Uit het feit dat hier de aanduiding Mauritskazerne bij staat geschreven kunnen we afleiden dat deze foto op zijn vroegst dateert uit de jaren '30, toen de kazerne deze naam kreeg. Op dat moment deze gevel nog in de oorspronkelijke staat met trapgevel en oorspronkelijke dakkapellen!. De ramen zijn hier wit geverfd. Kort na de bouw stonden er nog geen bomen langs de oprijlaan. (gemeentearchief Ede)



Overzicht van de voorgevel van de Eerste infanteriekazerne (Bataljonskazerne), de latere Mauritskazerne op een ingekleurde ansicht uit vermoedelijk de periode 1910-1915, toen er nog nauwelijks aanplant op het terrein was. De kazerne staat op een hellend terrein, de centrale entreelaan heeft een aftakking die naar de kazerne leidt (gemeentearchief Ede)



Een fraaie, vroege foto van de Mauritskazerne, vermoedelijk genomen kort na de bouw (gemeentearchief Ede)



Uitvergroting van het middengedeelte van de vorige foto, met goed zichtbaar de trapgeveltjes, oorspronkelijke dakkapellen en de hoofdtrapgevel met een schilddragende leeuw in de top. De roederamen waren kort na de bouw in een donkere (groene?) tint geverfd.

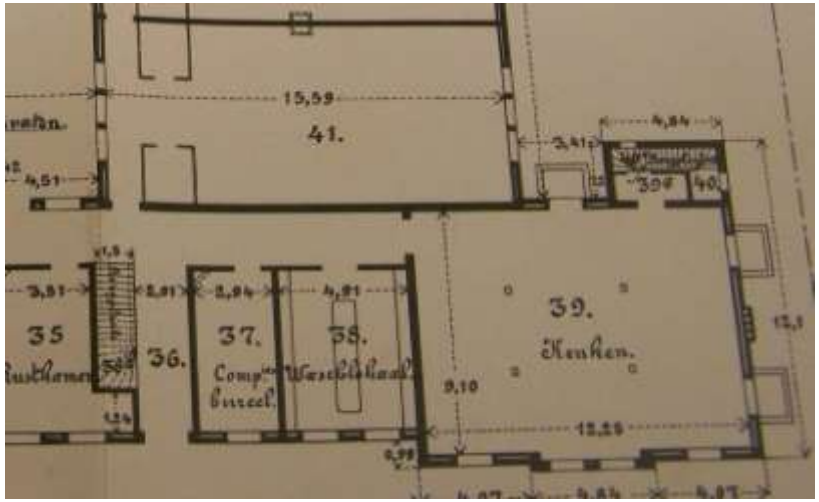


De achterzijde van de Mauritskazerne met de overbouwde exercitieruimte met flankerende manschappenzalen nog in hun oorspronkelijke opzet in 1923.

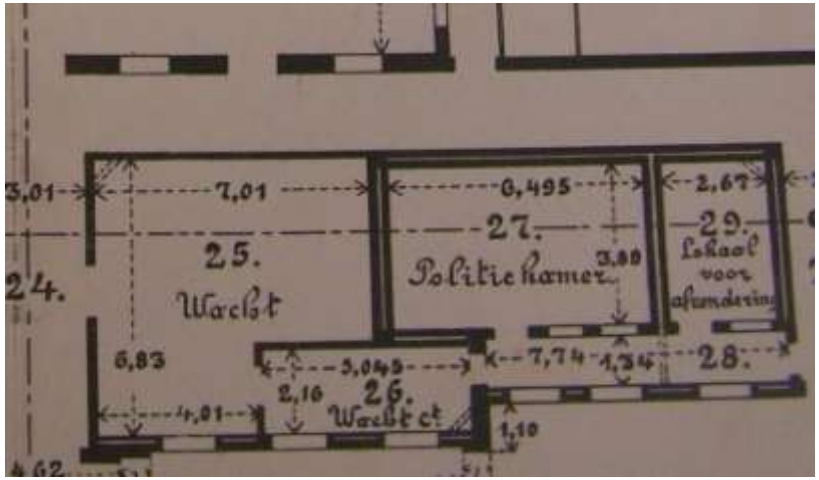
Een nadere blik op de oude plattegronden toont de oorspronkelijke functies en indelingen van het gebouw. Onder de grote voorvleugel bevindt zich onder het rechter hoekpaviljoen een keldercomplex, met de functies van stookkelder en provisiekelder. Hierboven bevond zich dan ook de keuken, waarvoor ook het zware rookkanaal tegen de rechter zijgevel diende. Verder bevonden zich op de begane grond in deze voorbouw een reeks kantoren, waslokalen en in het middenpaviljoen met de aansluitende ruimten in de vleugels rechts van de centrale hal de wacht, politiekamer met “lokaal voor afzondering” en links van de hal een reeks van vijf cellen, met daarnaast de wachtkamer voor officieren en het kantoor van de officier van de Gezondheidsdienst.

Zowel de politiekamer met het lokaal voor afzondering als de vijf cellen zijn op de tekeningen weergegeven met spouwmuren, zeer waarschijnlijk om redenen van beperking/minimalisering van geluidsoverdracht via de muren naar omliggende ruimten. Naast deze wanden zijn ook de buitengevels volgens de plattegronden voorzien van een spouwmuur (steens buitenblad, halfsteens binnenblad). In het linker hoekpaviljoen was de ziekenzaal ondergebracht met een naast gelegen bureel voor de “oppasser” met daarnaast een waslokaal en kantoren. Bij het gangeind links achter de ziekenzaal en in de uitbouwen tegen de achtergevel tussen de achtervleugels waren toiletten (urinoirs en privaten) ondergebracht. De uitbouw rechtsachter herbergde beneden de trap naar de kelder.

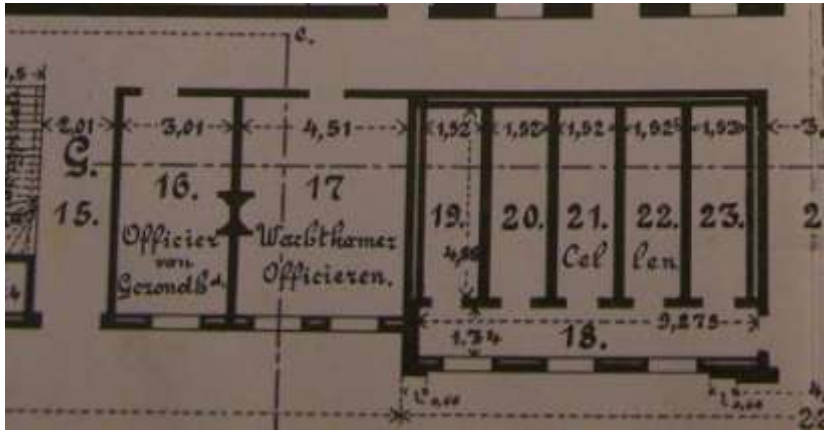
De vier achtervleugels bezaten per vleugel vier grote manschappenzalen (met drie gekoppelde vensters in de buitengevel per zaal en achterin een smaller vertrek met overwegend bergplaatsen, stalling voor rijwielen en werkplaatsen. De twee linker vleugels hadden een gang langs de rechter zijgevel, de rechter vleugels hadden gangen langs de link er zijgevel. De zalen voor de manschappen waren blijkens de doorsnede als een doos in de ruimte gebouwd, waarbij dus de grote zolderruimte vooralsnog onbenut bleef. De grote middenvleugel had volgens de plattegronden de functie van overdekte exercitieplaats en tevens “noodlogies”. Vensters in de achtergevel van de voorvleugel en de scheidende gevels met de manschappenvleugels maakten doorzichten vanuit de omliggende bouwdelen op de exercitieplaats mogelijk.



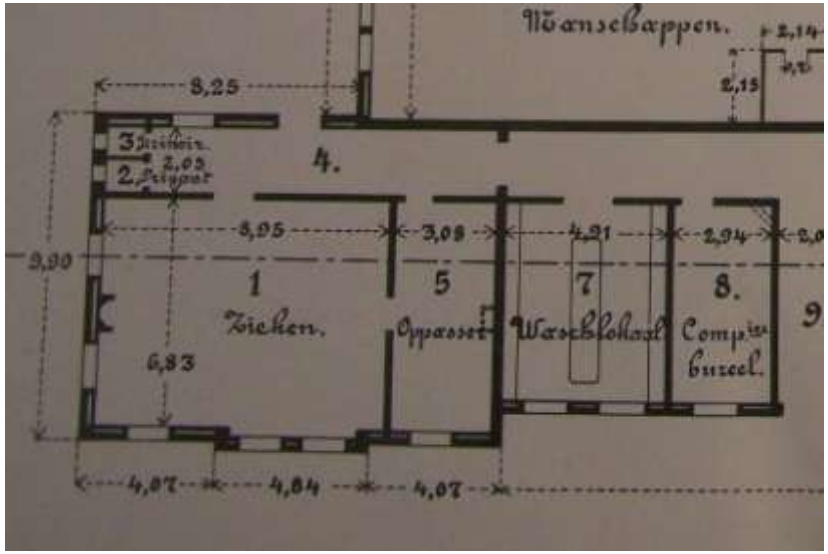
Uitsnede van de plattegrond van de voorvleugel met het rechter hoekpaviljoen, met daarin de keuken.



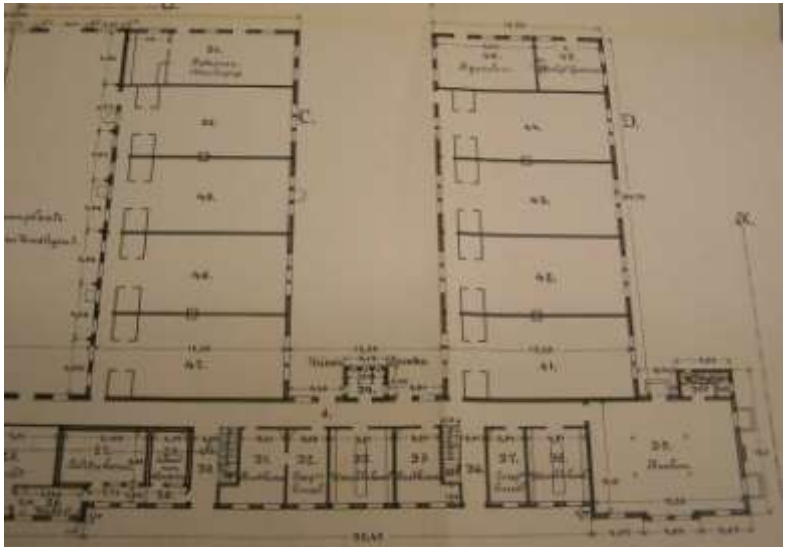
Uitsnede van het rechter deel van het middenpaviljoen met aangrenzende vleugel met de wacht, politiekamer en “lokaal voor afzondering” Let ook op de als spouwmuren weergegeven binnenmuren in dit gedeelte!



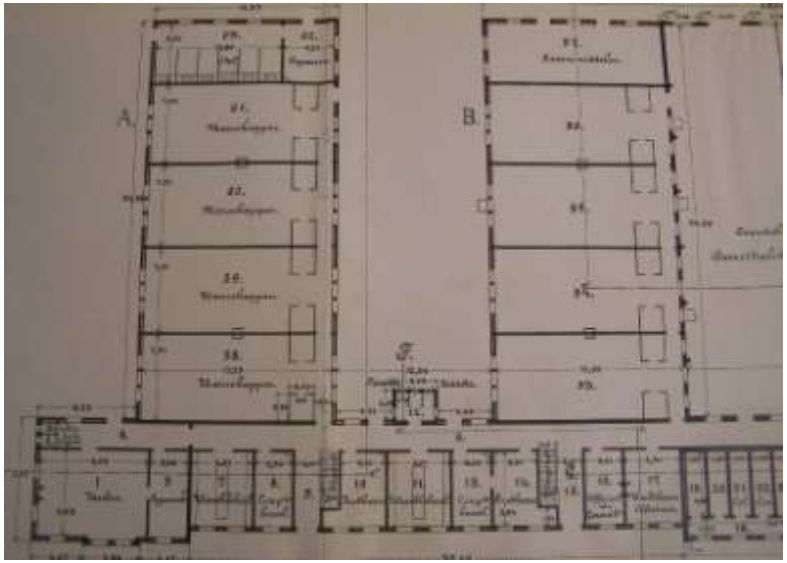
Uitsnede van het linker deel van het middenpaviljoen met aansluitende vleugel met ondermeer de vijf smalle cellen, omgeven door een spouwmuur.



Uitsnede van het linker hoekpaviljoen met ondermeer de ziekenzaal.

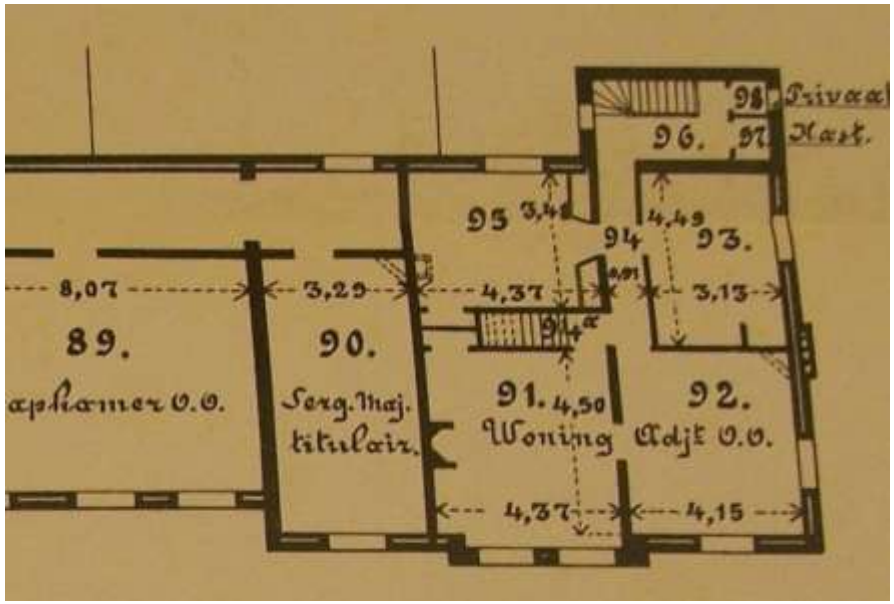


Overzicht van de begane grond van het rechter deel van het gebouw met twee manschappenvleugels en hieronder het linker deel..

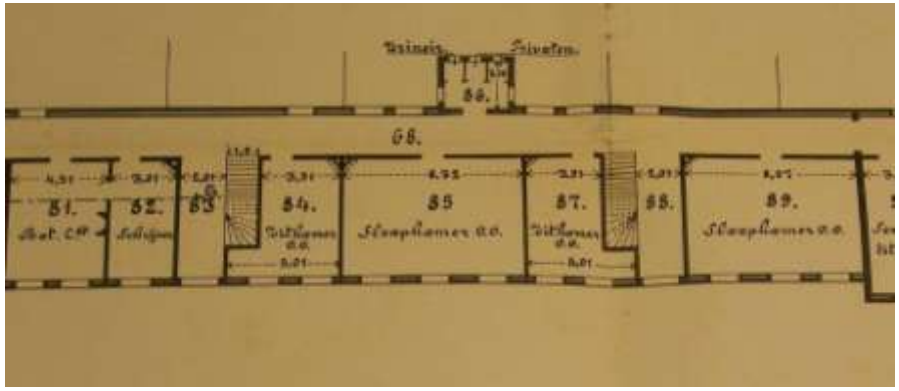


Op de verdieping van de voorvleugel was in het rechter hoekpaviljoen een woning ingericht voor de adjudant en een kamer voor de sergeant majoor titulair. De adjudant had ook de zolder hier tot zijn beschikking. De beide vleugels tussen de hoekpaviljoens en het middenpaviljoen bevatten slaapkamers en verblijfruimten voor (ongehuwde) onderofficieren, terwijl in het linker paviljoen een verenigingszaal voor officieren was ingericht. In het middenpaviljoen waren twee grote schoollokalen ondergebracht, die op de tweede verdieping ook aanwezig waren.

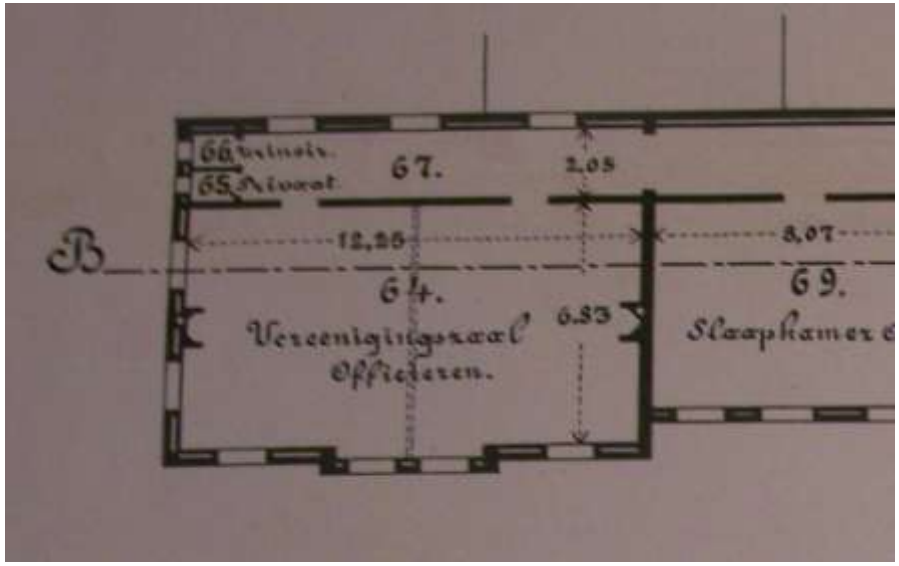
Zoals gezegd zette de woning van de adjudant zich op de zolder voort met een indeling in verschillende vertrekken. De zolders van de beide vleugels waren ingericht als grote en kleinere opslagruimten (“gedep. goederen”) voor ondermeer opslag van voorraad kleding, uitrusting en dergelijke. De zolder van het drielaags middenpaviljoen had dezelfde indeling als die van de eerste en tweede verdieping met een trappenhuis in het midden en ter weerszijden daarvan een groot lokaal.



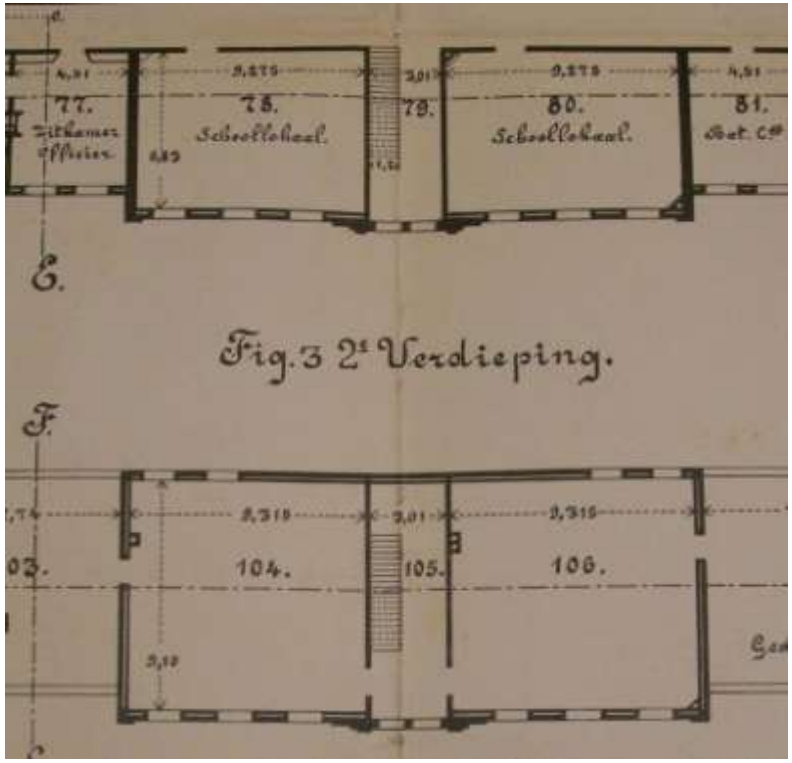
Plattegrond van de verdieping van het rechter hoekpaviljoen met ondermeer de woning van de adjudant en daarnaast de sergeant-majoorkamer.



Plattegrond van de verdieping van de rechter vleugel met zit en slaapruimten voor onderofficieren en twee trappenhuizen. In de uitbouw toiletten.



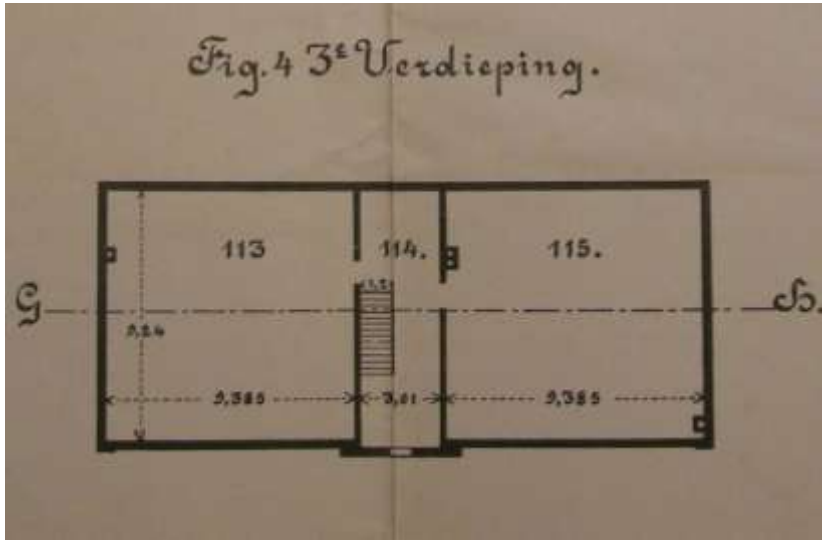
Plattegrond van de verdieping van het linker hoekpaviljoen met de verenigingszaal voor officieren.



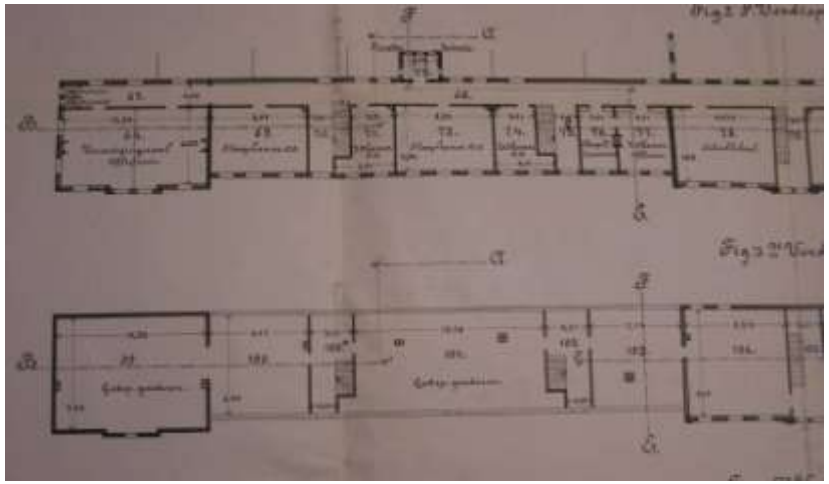
Plattegrond eerste en tweede verdieping van het middenpaviljoen



Deel van de plattegrond van de zolder van de rechter hoofdvleugel

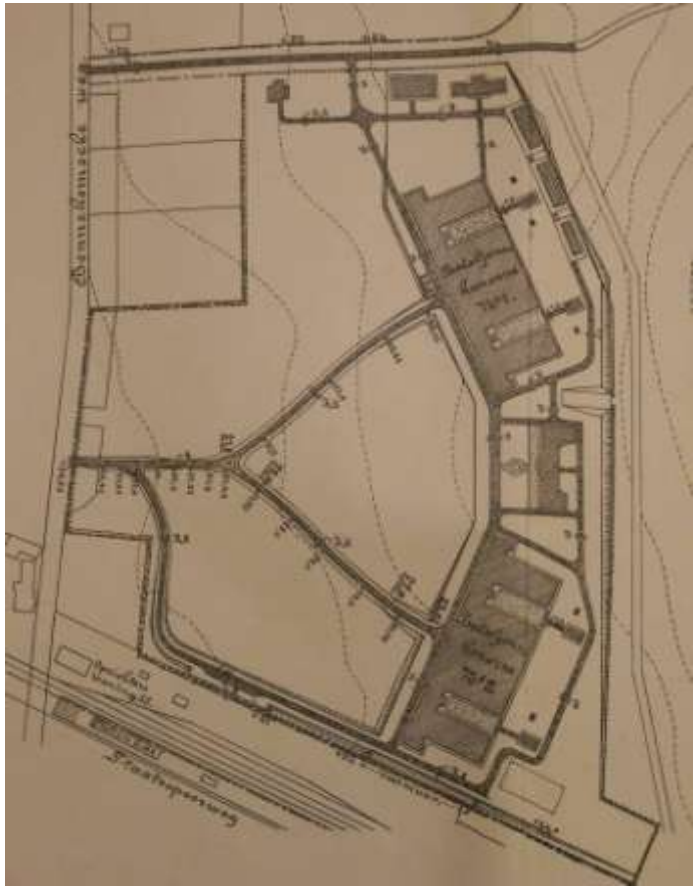


Plattegrond van de derde verdieping (zolder) van het middenpaviljoen.

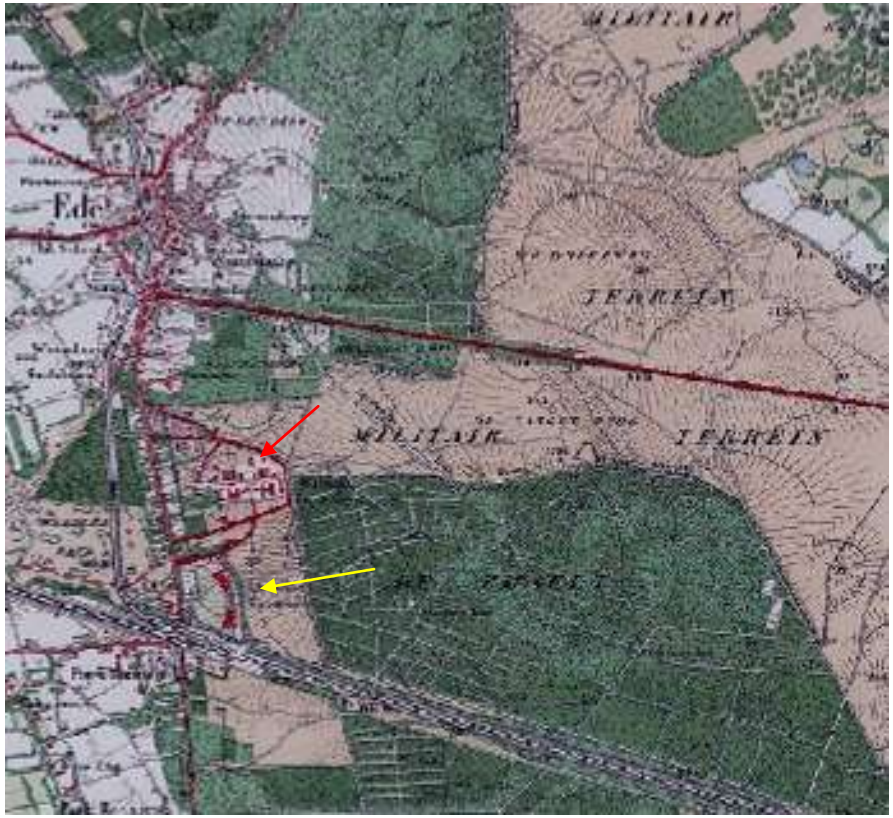


Overzichtsplattegronden van de verdieping en zolder van het linker hoekpaviljoen en linker hoofdvleugel.

Kort na de bouw was op het terrein weliswaar een wegenstelsel aangelegd met een hoofdas, eindigend bij de poort midden tussen beide kazernes, maar het terrein zelf was nog nauwelijks aangeplant. De oudste foto's geven dit duidelijk weer. Kort daarna zou men beginnen met de aanleg van boomsingels langs de lanen (zijtakken van de hoofdlaan) naar de beide kazernegebouwen.



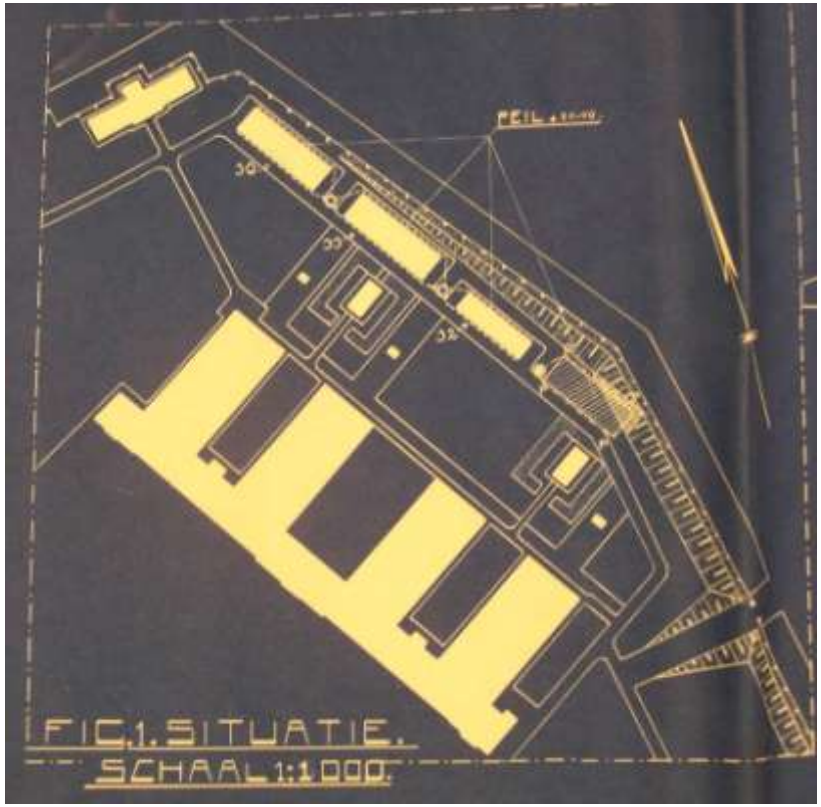
Situatieschets uit 1906 van de infanteriekazernes. Boven is de Maurits kazerne getekend met aan de achterzijde enkele bijgebouwen. Ook zijn de hoogtelijnen getekend de omheining en het padenstelsel. GA Ede



Uitsnede uit de militair-topografische kaart van Ede en omgeving in 1914. De infanteriekazerne (gele pijl) met daarboven de artilleriekazerne (rode pijl) zijn duidelijk zichtbaar. Oostelijk daarvan de bossen en heidevelden die geheel tot de militaire terreinen behoren! (Watwaswaar.nl)

Aan de vooravond van de Eerste Wereldoorlog vond algehele mobilisatie plaats, ondanks het feit dat Nederland neutraal wenste te blijven, wat uiteindelijk ook lukte. Ede werd door die mobilisatie overstroomd door 8000 soldaten, die letterlijk overal een onderkomen vonden. Achter de kazernes werd een tentenkamp opgericht. Het zogenaamde Interbellum verliep in alle opzichten rustig. Wel overheerste in Nederland, net als in andere landen in Europa (met uitzondering van Duitsland, Spanje en Italië) een pacifistische stemming na de verschrikkingen van de Eerste

Wereldoorlog. Hoewel de legers in stand bleven werd er weinig geïnvesteerd in modernisering en uitbreiding van het wapenarsenaal. Omdat het leger in omvang vooralsnog niet groeide, werd er ook weinig nieuwbouw gepleegd. In september 1934 werd de kazerne, die tot die tijd als Infanteriekazerne 1 door het leven ging, omgedoopt in Mauritskazerne. In deze periode kregen ook veel andere kazernes namen die verwezen naar historische figuren uit het huis van Oranje, zoals Maurits, Johan Willem Friso (zoals hier in Ede) en Willem I-III of historische personen uit de krijgsgeschiedenis (befaamde militairen zoals Kraijenhoff, Elias Beeckman, Arthur Kool, Van Essen en Snijders).



Situatieschets van de Mauritskazerne met bijgebouwen in 1933 (GA Ede)

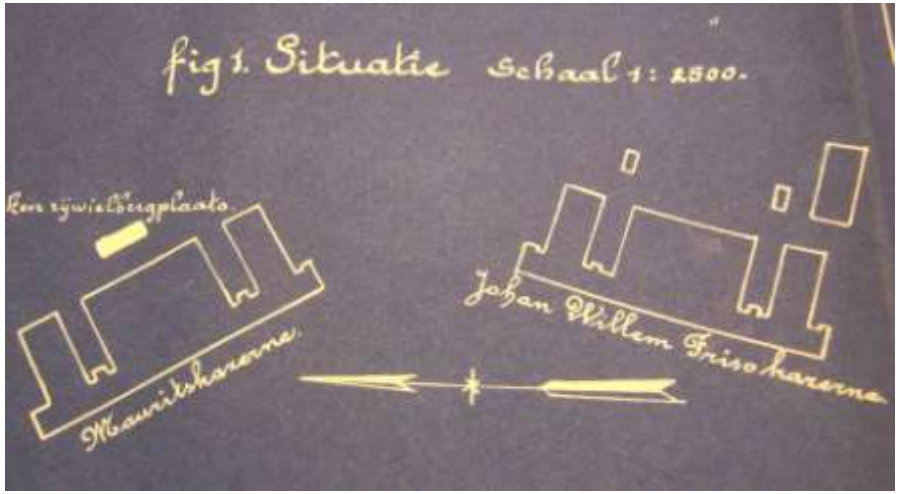
Door de toegenomen spanningen in Europa vanaf de jaren ’30 ten gevolge van de grote economische crisis en de opkomst van Adolf Hitler en zijn Nationaal-socialisten veranderde de visie op de landsverdediging. Nederland besloot door de dreiging van Nazi-Duitsland toch te investeren in de bouw van grensbataljonskazernes en verdedigingslinies langs waterwegen in het oosten van het land (o.a. Peel-Raam stelling en IJssellinie).



Detail uit een kaart van 1920 met daarop midden onder de infanteriekazernes en daarboven (noordelijk van de infanteriekazernes) de kazernes voor Bereden Wapens (artillerie), de latere Van Essenkazerne. Langs de weg links van de kazernes liggen de percelen met hoofdzakelijk dienstwoningen. Onder de infanteriekazerne is het treinstation Ede NCS aangeduid.



Op 28 augustus 1939 vond een nieuwe algehele mobilisatie plaats, kort voor het uitbreken op 1 september van de Tweede Wereldoorlog. Weer stroomde Ede vol met soldaten en paarden. Het in de Maurits- en Frisokazernes gelegerde infanterieregiment 22 zou in geval van daadwerkelijke oorlogsdreiging dienst moeten doen in de dicht bijgelegen Grebbelinie.



Situatieschets uit het najaar van 1934 van de infanteriekazernes die inmiddels elk een nieuwe naam hebben gekregen. Het licht gekleurde blokje achter de Mauritskazerne betreft een toen gebouwde nieuwe rijwielstallingsplaats. (GA Ede)

Alle west-Europese landen, waaronder Nederland bleken te laat en te weinig te hebben geïnvesteerd in hun defensie en Hitler liep dan ook met zijn grote leger, uitgerust met veel modern materieel met een nieuwe aanvalstaktiek (Blitzkrieg) westelijk Europa onder de voet. Al snel na de nederlaag van de meidagen namen de Duitsers de Mauritskazerne in gebruik en noemden deze samen met de JWF(Johan Willem Friso)-kazerne de Kommodore Boute Kaserne. Er werden manschappen opgeleid voor de Kriegsmarine, wat midden op de zanderige Veluwe verwondering opwekte. Al snel sprak men dan ook spottend over “Heidemarine” en “zandeenden”’

In 1942 interneerden de Duitsers de Nederlandse beroepsofficieren die in de meidagen van 1940 gevochten hadden. Met het smoesje dat er een inspectie gehouden zou worden en de mededeling dat men een retourtje voor de trein moest kopen, werden de Nederlanders naar Ede gelokt om direct gevangen genomen te worden. Nog diezelfde dag vertrok men per trein naar een kamp bij Neurenberg.

In september 1944 begon de Slag bij Arnhem en werd het nabijgelegen Ede, vanwege de aanwezigheid van Duitse troepen, gebombardeerd. Hierna trok een groot deel van de Duitsers uit Ede weg om niet meer terug te keren. In hoeverre de kazernes beschadigd waren is nog niet duidelijk geworden.



Detail van een luchtfoto van de RAF van 6 september 1944 met binnen de rode cirkel de infanteriekazernes. Achter de beide kazernegebouwen zijn ter weerszijden van een laan langwerpige gebouwen zichtbaar (stallen?). Watwaswaar.nl

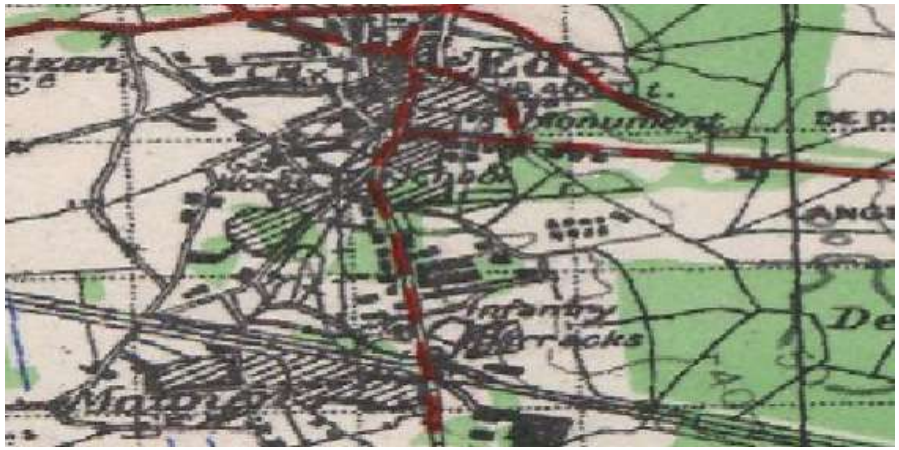
Kort na de oorlog zijn beide kazernes behoorlijk aangepakt, dan wel hersteld. De archieven uit deze periode (tekeningen) zijn op het gemeentearchief niet aangetroffen, wat overigens niet direct wil zeggen dat ze er niet meer zijn. Het maakt echter een exacte datering van deze ingrepen lastig en ook kan de vraag naar het waarom van deze ingrepen niet volledig worden beantwoord.

In het kort kwam het er op neer dat bij beide kazernes de vleugels met de manschappenzalen een volledig nieuwe indeling kregen met een middengang met ter weerszijden daarvan kamers. Ook werden de gevels vanaf de plint opnieuw opgetrokken en voorzien van stalen roedenramen. Bij de Mauritskazerne werden alleen van de rechter achtervleugel de zijgevels gespaard en van de vleugel daarnaast de rechter zijgevel. Alle vleugels met uitzondering van de exercitieplaats kregen een nieuwe kap (betonnen dakconstructie) met een afgeplatte nok met daarin lichtkoepels. Bij de voorvleugels verdwenen alle trapgevels en deze maakten bij de paviljoens plaats voor bakstenen dakhuizen met hoekpenanten en een gevelvlak met flauw hellend puntgeveltje daartussen. Uiteraard werd ook het interieur van de hoofdvleugel daarbij gemoderniseerd. Bij de J.W. Frisokazerne zijn daarvan nog elementen zichtbaar gebleven, de Mauritskazerne zou later nogmaals inwendig ingrijpend worden gemoderniseerd.

Hoewel er beslist sprake zal zijn geweest van oorlogsschade, lijken deze verbouwingen eerder te zijn ingegeven door een functiewijziging, want na de oorlog kregen de kazernes andere eenheden onder hun dak, waarbij de nadruk meer lag op opleiding (waarvoor meer instructieruimten nodig waren) dan op legering.

Na de bevrijding van Ede op 17 april 1945 werden er Canadezen gelegerd op een deel van de kazerne tot hun vertrek in november dat jaar. In 1946 kwam de opleiding tot gewondenverzorger op de Mauritskazerne, een onderkomen werd gevonden in de barakken achter de kazerne. Zelfs in 1946 was dat onderkomen even slikken voor de betrokkenen. Na de opleiding vertrok men voor uitzending naar Nederlands-Indië.

Het wapen van de luchtdoelartillerie was in die jaren erg belangrijk geworden en in de tweede helft van 1950 kwam er een nieuwe Lucht Afweer School (LuAS) op de Maurits- en Johan Willem Frisokazerne. Hierdoor wijzigde het gebruik van ruimten, ondermeer van die van de overdekte exercitieplaats, die een stallings en onderhoudsfunctie kreeg voor groter materieel. Hierdoor werden de deuren in de achtergevel verhoogd.



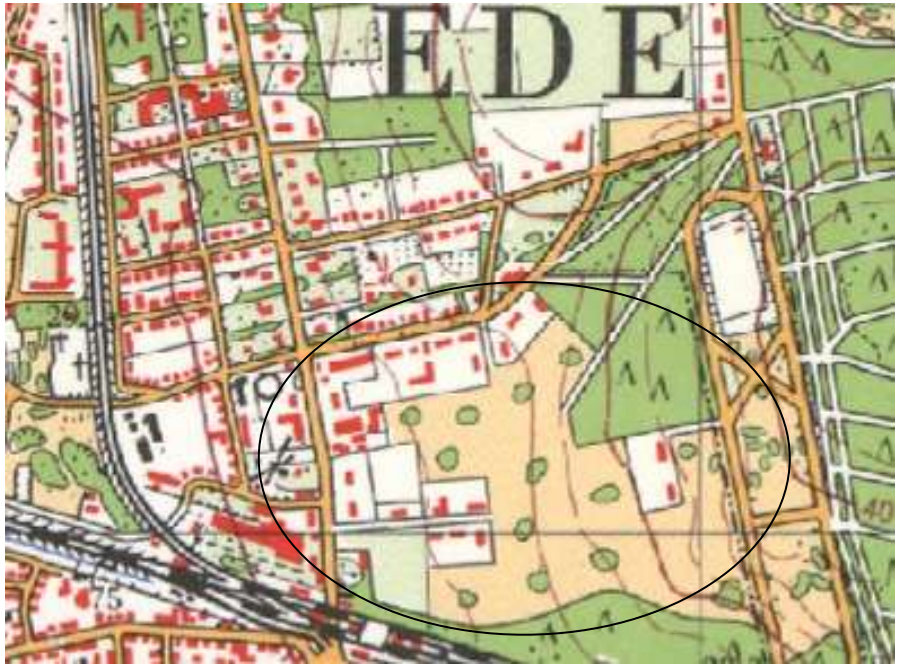
Kaart uit 1943 (GSGS serie) met onder Ede aangegeven de Infantry Barracks (Watwaswaar.nl)

In de jaren ’50 was de LuAS het grootste vredesonderdeel van de Landmacht met 2500 instructeurs en leerlingen. Ondermeer bij de vitale onderdelen van de IJssel-linie werden grote concentraties luchtdoelgeschut opgesteld. In de loop der jaren verschoven de opleidingen naar de nieuwe wapensystemen die bij de KL instroomden, zoals de PRTL (een afweergeschutswapen op rupsbanden, in de volksmond de Pruttel genoemd), de Stinger en het luchtdoelkanon 40L70G.

Na de Koude Oorlog verloor de luchtdoelartillerie aan belang, er werd niet meer met kanonnen op vliegtuigen geschoten en de PRTL 's en luchtdoelkanonnen verdwenen uit de bewapening. Geleidewapens (raketten, o.a. de Patriots) kwamen ervoor in de plaats.



Topografische kaart uit 1958 van het kazernegebied (de voormalige infanteriekazerne ligt binnen de zwarte ovaal). Achter de beide voormalige infanteriekazernes zijn loodsen en de eerder vermelde laan met loodsen daarlangs zichtbaar. Oostelijk daarvan is weer een rondgaand wegencircuit aangelegd. (Watwaswaar.nl)



Kaart uit 1966 van het gebied waar de kazernes staan. Zoals ten tijde van de Koude Oorlog te doen gebruikelijk zijn de kazernes (binnen het omcirkelde gebied) zelf op deze kaart niet weergegeven! Watwaswaar.nl

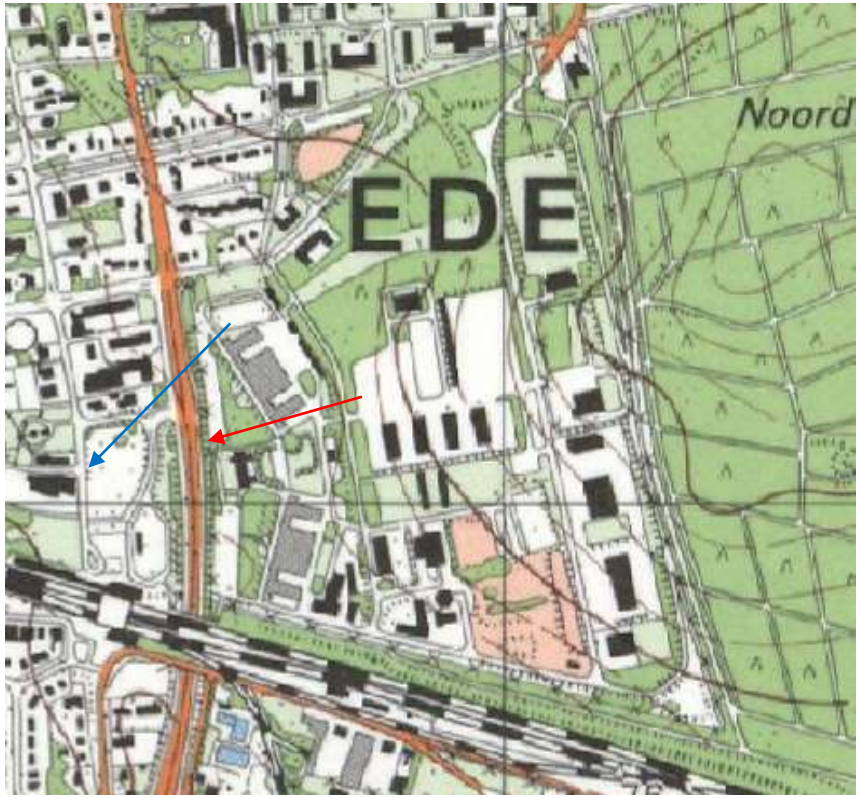
De Mauritskazerne kreeg in de jaren ’80 nog een ingrijpende interieurwijziging, waarbij de gangen en trappenhuizen in de hoofdvleugel werden voorzien van een wandbetegeling, waardoor de sfeer van het interieur ingrijpend wijzigde. Op 15 juni 1985 bezocht Koningin Beatrix de Luchtdoelartillerieschool (LuAS) in Ede.

In de hal van de J.W. Frisokazerne, die het voormalige overkapte exercitieterrein omvat werd in die periode (1 juli 1985) het Luchtdoelartilleriemuseum ingericht.



Het gebied met de kazernes op een kaart uit 1985. Hoewel hier de kazernes weer wel zijn ingetekend is juist de voorvleugel van de Frisokazerne (zie rode pijl) niet getekend. Wel is hier het eerste stuk van de Klinkenbergerweg aangelegd, waardoor het oude voorterrein van de infanteriekazernes met entree is afgesneden van de kazernegebouwen zelf. (Watwaswaar.nl) Foto onder: Interieur van het Luchtdoelartilleriemuseum in Ede





Detail van de Maurits- en Frisokazerne op een topografische kaart uit 1990. Beide gebouwen zijn hier weer volledig weergegeven. De Klinkenbergerweg (rode pijl) is hier ook in noordelijke richting volledig doorgetrokken. De blauwe pijl wijst naar de oude weg en grens van het kazerneterrein.

De opleiding en de resterende parate luchtdoelafdelingen zullen naar De Peel verhuizen volgens een plan uit 2004. Ook het op de kazerne gevestigde Luchtdoelmuseum is 2008 gesloten, in afwachting van de verhuizing, nadat in juli 2007 de overeenkomst was getekend tussen Defensie en de gemeente Ede, waarbij is vastgelegd dat de gemeente vanaf 2010 de terreinen en gebouwen in eigendom krijgt.



De entree van het Luchtdoelartilleriemuseum in de Frisokazerne tijdens de tekening van de overeenkomst tussen de gemeente Ede en Defensie 1 juli 2007.

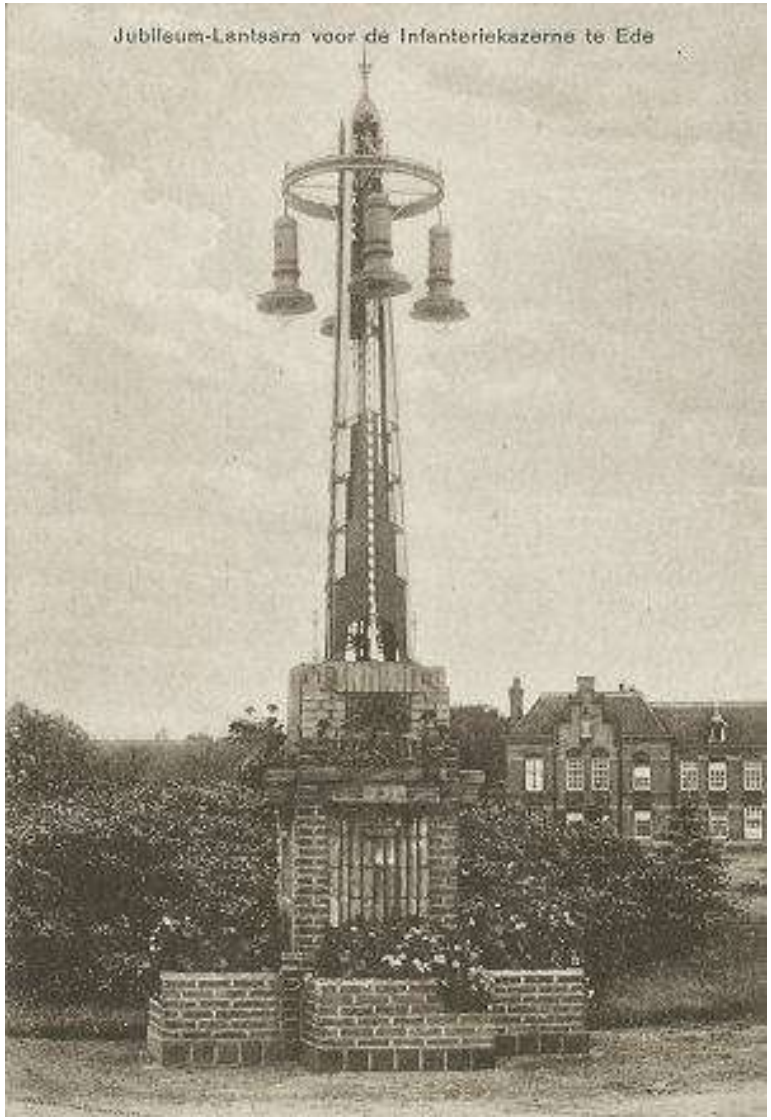
De naamgever van de kazerne in 1934:

Prins Maurits, geboren op de Dillenburg in 1567, was de zoon van Willem van Oranje en werd bij afwezigheid van zijn in de Nederlanden verblijvende vader door zijn oom Jan van Nassau opgevoed. Hij studeerde eerst in Duitsland maar vervolgde in 1582 zijn studie in Leiden. Al op 18-jarige leeftijd, nadat twee jaar eerder Willem van Oranje vermoord was, werd hij stadhouder en admiraal van Holland en Zeeland. Na een aanvankelijke moeilijke start vanwege de slechte stand van zaken militair gezien, ontpopte hij zich als militair hervormer en werden er vele successen geboekt. Onder leiding van Maurits werden er 43 steden en 55 forten veroverd.

Het succes was mede te danken aan raadspensionaris Johan van Oldebarneveldt, met wie hij echter na vele jaren van samenwerking over een godsdienstig meningsverschil in conflict raakte. Van Oldebarneveldt werd zelfs op beschuldiging van landverraad veroordeeld. Maurits, die hem de beul had kunnen besparen, deed echter niets. Hij zou na de terechtstelling van de raadspensionaris nooit meer de succesvolle legeraanvoerder zijn, die hij voordien was. Maurits overleed in 1625 in Den Haag.



De Mauritskazerne in de jaren ’30.



Toen de infanteriekazernes 25 jaar bestonden werd aan het einde van de hoofdentree een herdenkingslantaarn geplaatst. (GA Ede)

2: BOUWHISTORISCHE BESCHRIJVING:

2.1 Registeromschrijving

Nr. Monumentenlijst	RM523489 / 6
Adres	Nieuwe Kazerne laan 2
Plaats	Ede
Locatie omschrijving	onderdeel van kazerne-complex Ede-West
Oorspronkelijke Functie	Kazerne-gebouw
Type	Infanterie-kazerne; gedecentraliseerd lineaire type
Kadastraal Perceel	Ede C 2647
Overige percelen	Ede C 2666
Niveau Bescherming	rijks
Soort Bescherming	Rijksmonument (complexonderdeel)

Redengevende Omschrijving

INFANTERIEKAZERNE 'Maurits' (1) bestaande uit een fors risalerend middenpaviljoen van drie bouwlagen, geflankeerd door lange vleugels van twee bouwlagen uiterst links en rechts afgesloten door risalerende hoekpaviljoens van twee bouwlagen. Alle deze onderdelen worden afgesloten door een afgeplat schilddak gedekt met rode kruispannen met in de schilden meerdere dakkapellen. Tegen de achtergevel bevinden zich drie diepe aanbouwen bestaande uit een brede driebeukige middenaanbouw met uiterst links en rechts een éénbeukige aanbouw. De hogere middenbeuk van de middenaanbouw wordt afgesloten door een groot zadeldak met lichtlantaarn met aan weerszijden een smaller zadeldak ter afsluiting van de lagere zijbeuken. De aanbouwen uiterst links en rechts worden afgesloten door een zadeldak. Alle zadeldaken aan de achterzijde zijn gedekt met rode Hollandse pannen. De gevels zijn opgetrokken in bruinrode baksteen in kruisverband met zandstenen speklagen, waterlijsten en deuromlijstingen.

Centraal in de symmetrische VOORGEVEL bevindt zich het risalerend middenpaviljoen bestaande uit een licht risalerende middenas aan weerszijden geflankeerd door drie vensterassen. In de middenas bevindt zich op de begane grond de ingangspartij bestaande uit een halfronde, dubbele paneeldeur met glasindeling met zandstenen omlijsting. De rondboog met gebeeldhouwde sluitsteen wordt omsloten door een rechthoekig zandstenen veld met in de zwikken eikenblad in reliëf. Uiterst links bevindt zich in reliëf een heroïsche vrouwenfiguur en uiterst rechts twee klimmende leeuwen. Bovenaan het zandstenen veld bevindt zich de naam `MAURITS/KAZERNE'. Op de verdiepingen bevinden zich twee vensters onder één rondboog. De gehele gevel wordt onder de bakgoot met geprofileerde klossen afgesloten door een rijk fries, bestaande uit geprofileerde baksteen en tandlijsten in diverse kleuren. De middenas wordt aan weerszijden geflankeerd door een bakstenen pilaster met natuurstenen banden. Links en rechts van de middenas bevinden zich in iedere bouwlaag drie vensters. Het middenpaviljoen wordt boven de bakgoot afgesloten door een bakstenen dakhuis uit circa 1950 met vensters bestaande uit vijf assen, in het midden versierd met een fronton-motief. Aan weerszijden van het middenpaviljoen bevinden zich de lange vleugels bestaande uit vijftien assen. In iedere as bevindt zich op de begane grond en de verdieping een venster. Op de begane grond worden deze vensters afgesloten door een segmentboog, op de verdieping door een latei. In de vierde en twaalfde as bevindt zich op de begane grond een deur met bovenlicht met op de verdieping een venster bestaande uit twee meerruits draairamen. De gevel wordt aan de bovenzijde afgesloten door een rijk fries met in het dakschild oorspronkelijke, later gewijzigde en/of toegevoegde dakkapellen. Uiterst links en rechts van de vleugels bevindt zich een hoekpaviljoen met risalerende middentravee. De middentravee, bestaande uit twee assen eindigt in een klein

dakhuis, op dezelfde wijze uitgevoerd als dat van het middenpaviljoen. Op de begane grond bevinden zich twee venster afgesloten door een segmentboog met op de verdieping twee vensters afgesloten door een rondboog met natuurstenen aanzet- en sluitstenen. De middentravee wordt aan weerszijden geflankeerd door een venster-as met identieke vensterindeling. De LINKERZIJGEVEL bestaat uit de zijgevel van de lage achter aanbouw en de zijgevel van het hoofdvolume. In de zijgevel van de aanbouw bevinden zich regelmatig verdeelde meerruits ramen. In de zijgevel van het voorste deel bevinden zich op de begane grond en de verdieping van links naar rechts twee kleine toiletramen gevolgd door twee vensters.

De ACHTERGEVEL bestaat uit de topgevels van de aanbouwen en de tussenliggende achtergevels van het hoofdvolume. De achtergevel van de middenaanbouw bestaat uit een grote topgevel aan weerszijden geflankeerd door een kleine lagere topgevel. In de grote topgevel bevinden zich rondboogvormige spaarvelden toenemend in grootte met in het spaarveld een rondboogvormige muuropening. In het centrale spaarveld bevinden zich drie smalle hoge rondboogvensters. In de lagere topgevels bevinden zich rechthoekige vensters. In alle gevels bevinden zich regelmatig verdeelde vensters.

De RECHTERZIJGEVEL betreft de zijgevel van het hoofdvolume en de zijgevel van de uiterst linkse aanbouw. Centraal in de zijgevel van het hoofdvolume bevindt zich een uitgemetseld rookkanaal aan weerszijden geflankeerd door een venster-as met op de begane grond en de verdieping een venster.

Het INTERIEUR is grotendeels niet meer in oorspronkelijke staat bewaard gebleven.

Waardering

INFANTERIEKAZERNE `Maurits' gebouwd in 1904-1906 in neo-renaissance stijl als onderdeel van het kazernecomplex `Ede-West'.

- Van architectuurhistorische waarde als voorbeeld van een infanteriekazerne uit 1906 in neo-renaissance stijl met gaaf exterieur.

- Van stedenbouwkundige waarde vanwege de functioneel-ruimtelijke relatie met de Johan Willem Frisokazerne in het bijzonder en de andere onderdelen van het complex, strategisch gelegen buiten de randstad op de Veluwe in de nabijheid van het spoor.

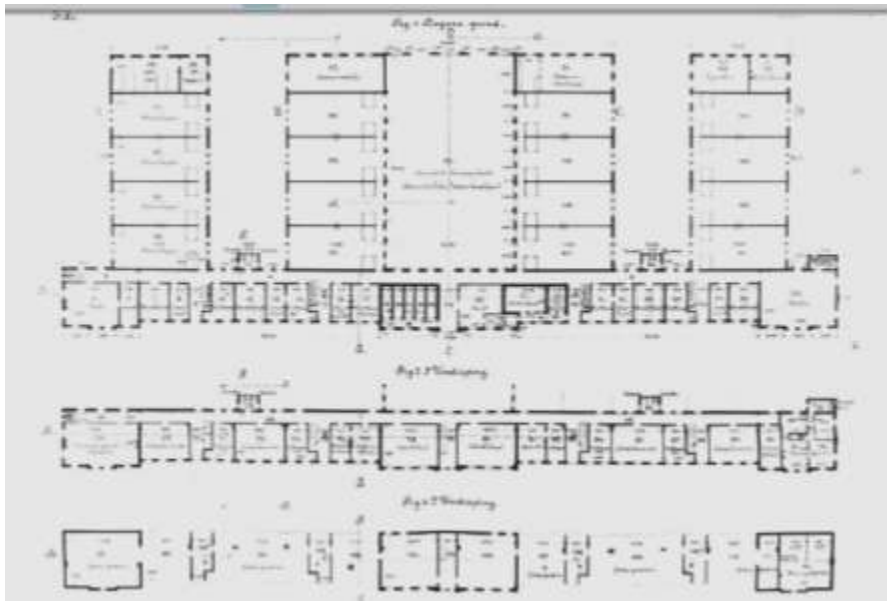
- Van cultuurhistorische waarde als onderdeel van symmetrisch opgezette infanteriekazernes van het lineaire type met een beginnende decentralisatie, dat zich uiteindelijk zal ontwikkelen tot het paviljoenstelsel. Als lineair type kazerne van belang voor de geschiedenis van de Nederlandse krijgsmacht.

2.2 Bouwhistorische beschrijving

2.2.1 Plattegronden en opbouw

De kazerne heeft een bijna 130 meter lange voorbouw bestaande uit een zeven vensterassen breed drielaags middenpaviljoen met een risalerende voorgevel, aan weerszijden geflankeerd door een brede tweelaags vleugel, vijftien vensterassen breed en op beide hoeken een wederom aan de voorzijde risalerend hoekpaviljoen van twee bouwlagen met een vier vensterassen brede voorgevel. Het rechter hoekpaviljoen is onderkelderd. Hoewel de hoekpaviljoens net als de vleugels twee bouwlagen tellen zijn de hoekpaviljoens iets hoger dan de vleugels. De achtergevel van deze voorvleugel ligt op één lijn. Alle bouwdelen van deze voorvleugel bezitten afgeplatte schilddaken gedekt met rode kruispannen, met vooral aan de voorzijde op de daken van de vleugels reeksen van zeven (naoorlogse) dakkapellen. De drie paviljoens bezitten in hun op zich zelf al risalerende voorgevels elk een middenrisaliet die boven de daklijst bekroond wordt met een naoorlogs bakstenen dakhuis. Bij de hoekpaviljoens bestaat dit dakhuis uit met hardsteen afgedekte hoekposten en een middendeel met een venster bekroond door een flauw hellende puntgevel met hardstenen afdekking ter afsluiting. Het dakhuis op het middenpaviljoen is veel breder van opzet. Hier bezit het middendeel met flauw hellende puntgevel twee

vensters met stalen 6-ruits raampjes. Aan weerszijden wordt dit deel geflankeerd door twee recht gesloten geveldelen met elk een rechthoekig venster met stalen 6-ruits raam. Deze geveldelen worden geflankeerd door bakstenen posten met hardstenen dekplaten.



De plattegronden van de eerste, tweede en derde bouwlaag van de Mauritskazerne op de oorspronkelijke tekeningen. Hoewel sommige indelingen (met name van de achtervleugels) zijn gewijzigd geeft deze tekening duidelijk de nog bestaande opzet weer.

Tegen de achtergevel staan haaks op de voorbouw drie vleugels met open plaatsen daartussen. De beide hoekvleugels betreffen éénlaags rechthoekige vleugels met elk een afgeplat zadeldak, gedekt met rode verbeterde Hollandse pannen en bitumen op het plat. De middenbouw bestaat in feite uit drie tegen elkaar gebouwde vleugels, waarvan de buitenste dezelfde opzet hebben als de hoekvleugels. Daartussen bevindt zich een tweelaags vleugel (voormalige overkapte exercitieplaats) met een zadeldak met op de nok een forse lichtlantaarn met houten wanden voorzien van vensterreeksen en een eigen zadeldakje. De tweede bouwlaag van de zijgevels van deze middenbeuk steekt als een lichtbeuk boven de daken van de flankerende vleugels uit. Ook de daken van deze driebeukige achterbouw zijn gedekt met rode verbeterde Hollandse pannen.
Tegen de achtergevel van het rechter hoekpaviljoen staat een ondiepe rechthoekige tweelaags uitbouw onder plat dak. Vergelijkbare aanbouwen staan tegen de achtergevel van de beide voorbouw-vleugels aan de open plaatsen tussen de achterbouwen.

2.2.2. Materialen en constructies:

De oorspronkelijke bouw uit 1904/1905 bezit overwegend nog een traditionele bouwconstructie met in baksteen opgetrokken gevels en hellende daken. Wel bezit de voorvleugel reeds verdiepingsvloeren en zoldervloeren van gewapend beton. De kapconstructies zijn uitgevoerd in grenen met kapjukken met zogenaamde kreupele stijlen, geplaatst op houten sloffen op de betonnen zoldervloeren. De kapjukken ondersteunen gordingen met een houten dakbeschot.



De kapconstructie op één van de hoekpaviljoens

Bij de oorspronkelijke bouw zijn houten vensters toegepast, met in houten ongeprofileerde kozijnen geplaatste roedenramen met onder- en bovenlichten. Sommige van deze vensters hebben een schuifraamconstructie, de meeste bezitten echter ramen, waarbij de

onderramen en bovenlichten op één lijn liggen en het bovenlicht als valraam was uitgevoerd. Dit onderscheid tussen schuiframen en ramen met een valraam als bovenlicht bestond al sedert de bouw in 1905, zoals oude foto's tonen. De buitendeuren waren uitgevoerd als houten paneeldeuren, hiervan zijn slechts de dubbele deuren van de hoofdentree in het middenpaviljoen nog authentiek.



Een vensterafsluiting en omlijsting met rode verblendsteen met duivejagerprofiel, zandstenen geboortestenen en sluitsteen en metselmozaïek in de boogtrommel boven het kozijn.

Het in rood/bruine baksteen in kruisverband opgetrokken gevelwerk wordt verlevendigd door natuursteen (waterlijst in hardsteen op de uitspringende plint en onder de vensters, zandsteen voor speklagen, geboortestenen en sluitstenen van de vensterbogen, hoekblokken in vensterdagkanten en lateien van verdiepingvensters van de vleugels van de voorbouw en tenslotte de omlijsting met beeldhouwwerk van de hoofdentree) en verder door profielbaksteen (rond de vensters en als geprofileerde verblendsteen bij de lekdorpels). Verder is gele verblendsteen verwerkt in de bakstenen sierlijsten onder de houten gootbakken en de gemetselde mozaïeken van de boogtrommels boven de vensters. De dakkapellen zijn uitgevoerd in hout met zink voor wangen en de hellende daken van enkele dakkapellen. Zink is verder toegepast als gootbekleding, voor hemelwaterafvoeren, spuwers en dergelijke.



Detail van de rijk uitgevoerde gevelijsten en de bakgoot met houten klossen.

Bij de nog oorspronkelijke kapconstructie van de overkapte voormalige exercitieplaats zijn stalen vakwerkspanten gebruikt, die ook zijn doorgezet in de lichtlantaarn op de nok. IJzer treffen we verder aan bij de lantaarns tegen de voorgevel, ter weerszijden van de hoofdentree en voor ankers en tenslotte in balklagen van de troggewelven van de kelders.



De kapconstructie met stalen vakwerkspanten van de voormalige exercitieplaats. De oorspronkelijke vensters in de achtergevel van de voorbouw, die uitkeken op deze hal zijn hier later allemaal dichtgemetseld.

Bijzonder in het interieur is het gebruik van gietijzer voor de zwaar uitgevoerde balustraden met handlijsten van de trappen naar de verdieping. Hoger op in de trappenhuizen bestaan de balustraden uit veel slankere ijzeren profielen met ijzeren gaaswerken.

De naoorlogse toevoegingen en vernieuwingen van de achtervleugels kenmerken zich door stalen ramen en deuren in bakstenen gevels en betonnen dakconstructies waarbij de betonnen gordingen zijn opgelegd in gemetselde “brandmuren” . De dakhuizen op de paviljoens van de voorbouw bezitten ook stalen ramen onder kunststenen lateien. Hardsteen is hier toegepast als gevelafdekking, op de puntgevels en recht gesloten geveldelen.

2.2.3. Exterieur: Gevels

De voorgevel van de voorvleugel is opgebouwd uit vijf afzonderlijke delen (twee hoekpaviljoens, een middenpaviljoen en tussen de hoekpaviljoens en het middenpaviljoen een brede vleugel) elk voorzien van een symmetrisch ingedeelde gevel. Het gevelwerk bezit een uitspringende bakstenen plint met trasraam, afsluitend met een hardstenen waterlijst met afgeschuind profiel. Het opgaande gevelwerk tussen en rond de vensters is uitgevoerd in bruin/rode baksteen in kruisverband en is ter hoogte van de bovendorpels van de vensters voorzien van een speklaag in zandsteen.

De vensters hebben dagkanten van rode verblendsteen met een duivejagerprofiel en deze dagkanten worden vanaf de lekdorpels tot aan de wisseldorpel op regelmatige afstanden onderbroken door drie zandsteen hoekblokken ook weer met een duivejagerprofiel. Onder de houten onderdorpels van de vensters zijn trapsgewijs over twee lagen uispringende lekdorpels in rode geglazuurde baksteen met een afgeschuind profiel aanwezig. Bij de verdiepingvensters is daaronder nog een hardstenen geprofileerde waterdorpel aanwezig. De vensters van de eerste bouwlaag van de beide vleugels en de vensters ter weerszijden van de middenrisalieten van de paviljoens sluiten af met een segmentboog, met zandstenen geboortestenen en sluitsteen die net als de rode bakstenen boogstenen voorzien zijn van een duivejagerprofiel. De boogtrommels bezitten siermetselwerk (metselmozaïek) in ruitpatronen met accenten in gele verblendsteen. De gekoppelde vensters in de middenrisalieten van de drie paviljoens sluiten af met een rondboog met gemetselde boogtrommel (op dezelfde wijze uitgevoerd als de segmentbogen). De verdiepingvensters van de beide vleugels (die van alle bouwdelen de laagste gevels bezitten) sluiten slechts af met een natuurstenen latei.

Alle vensters bezitten houten ongeprofileerde kozijnen voorzien van 15-ruits ramen (9-ruits onderraam en 6-ruits bovenlicht), met uitzondering van de tweelichtvensters die aanwezig zijn boven de twee zijingangen van beide vleugels. Deze vensters bestaan uit een kozijn met middenstijl en twee 10-ruits ramen (6-ruits onderraam en 4-ruits bovenlicht).



De linker vleugel en linker hoekpaviljoen van de voorgevel.



Zicht langs de rechter vleugel met op de achtergrond het hoge middenpaviljoen.



Voorgevel van het hoge middenpaviljoen.



Voorgevel van het rechter hoekpaviljoen.

De gevels sluiten af met een sierlijst, bestaande uit een bloktandlijst van profielsteen, een fries met daarin in gele baksteen een bloktandmotief en een uitkragende lijst van geprofileerde verblendstenen, waartussen de gesneden klossen van de bakgoten zijn gestoken.

De hoekpaviljoens hebben een vierassige gevel met een middenrisaliet van twee vensterassen. Deze middenrisaliet kraagt bovenin aan weerszijden uit met op de overgang een zandstenen blok met ojiefprofiel. De vensters op de verdieping in de risaliet hebben rondbogen, de overige vensters segmentbogen.

Bij de gevels van de beide vleugels met hun vijftien vensterassen zijn in de vierde en twaalfde as in de eerste bouwlaag nevenentrees aanwezig. Ook deze entrees worden afgesloten door segmentbogen en bezitten nog hun oorspronkelijke bovenlichten met kozijn met middenstijl en twee vierruits raampjes. De dubbele dateren met beglaasde panelen dateren van na de Tweede Wereldoorlog.

Het middenpaviljoen bezit als focuspunt binnen deze immens brede voorgevel een rijker uitgevoerde architectuur. De hoofdindeling bestaat hier uit een middenrisaliet met onderin een rijk uitgevoerde hoofdentree en op de verdiepingen in een door lisenen omvat gevelvlak twee gekoppelde rondboogvensters. Ter weerszijden van de middenrisaliet bestaat de gevel uit een terugliggend gevelvlak van drie vensterassen met op beide gevelhoeken een liseen, verlevendigd met zandstenen speklagen. De lisenen op de verdiepingen van de middenrisaliet kragen bovenin ook weer naar buiten toe uit met op de overgang een zandstenen blok met ojiefprofiel. De sierlijst, die alle gevelvlakken afsluit, heeft hier boven de risaliet aan de onderzijde nog een zandstenen geprofileerde lijst.



Het bovendeel van de risaliet van het middenpaviljoen met daarboven het dakhuis

De hoofdentree heeft een natuurstenen omlijsting in de plintzone bestaande uit verticaal gestelde hardstenen blokken met een vellingkant met kapel en boven de plint uit zandstenen blokken met een hoekketting en geprofileerde dagzijde, bestaande uit een tussen twee rechthoekige sprongen geplaatst fors kwartrond hol profiel. Deze blokken met profilering

zetten zich ook voort in de rondboog boven de entree. De sluitsteen van de boog bezit een in zandsteen uitgevoerde buste van een gehelmde en besnorde officier, omgeven door eikenloof. Boven deze boog bevindt zich een uitspringend zandstenen gevelvlak met een duivejagerprofiellijst aan de onderzijde. Op het linker deel van dit vlak een reliëf van een heroïsche vrouwenfiguur en rechts een reliëf met twee gekroonde klimmende leeuwen. In de boogzwikken in een verdiept vlak in reliëf eikentakken. Boven beide boogzwikken in een zwart gepolijste hardstenen band in verdiepte vergulde letters de naam MAURITS KAZERNE.

De beide deurvleugels zijn uitgevoerd in gebeitst houten met zwaar uitgevoerd zwart geverfd ijzeren beslag. Per vleugel bezitten ze drie gekoppelde langgerekte panelen, met daarboven kleine panelen en tenslotte drie raampjes die van buiten naar binnen in hoogte oplopen en de rondbooglijn volgen. De randen van de panelen en raampjes zijn voorzien van vellingkanten met kapellen.



Bovendeel van de hoofdentree in het middenpaviljoen.



Overzicht van de hoofdentree

Boven de sierlijsten sluiten de gevels af met houten bakgoten op houten gesneden klossen. De beide vleugels hebben in het dak boven de voorgevel boven de beide entreeassen een naoorlogse dakkapel met een flauw hellend zinken zadeldak, zinken wangen en een houten geveltje met twee 4-ruits draairamen. Verder staan op dit dakvlak vijf eveneens naoorlogse dakkapellen met een plat dakje met houten geprofileerde boeilijsten, zinken wangen en twee 4-ruits raampjes.


Verdiepingvenster in de voorgevel van de linker vleugel.


Detail van de lekdorpels van een begane grondvenster.


Een dakkapel met hellend dakje boven de ingangstravee van een vleugel van de voorgevel. Oorspronkelijk bevond zich hier een als een Vlaamse gevel uitgevoerde bakstenen trapgevel.

De linker zijgevel van het linker hoekpaviljoen heeft wat betreft het gevelwerk dezelfde opzet als de voorgevel. De indeling is asymmetrisch.
Links bevinden zich op zowel de begane grond als de verdieping twee kleine, staande rechthoekige (toilet)vensters met geglazuurde profielbakstenen lekdorpels en een strek als afsluiting. In het kozijntje van deze vensters een enkelruits raampje. Het rechter deel van de gevel bezit onder en boven twee segmentboogvensters met 15-ruits ramen. Dit deel wordt door een hemelwaterafvoer visueel gescheiden van het linker deel met de toiletvensters.



De linker zijgevel van het linker hoekpaviljoen.

De rechter zijgevel van het rechter hoekpaviljoen wordt door een fors vanaf de begane grond oprijzend en uit de gevel springend rookkanaal verdeeld in twee helften. Tot net boven de daklijst is het metselwerk van dit kanaal nog oorspronkelijk. Bovendaks is de schoorsteen in een minder zware omvang na de oorlog herbouwd. Ter weerszijden van dit kanaal bezit de gevel onder en boven een segmentboogvenster met 15-ruits schuifraam. Boven het verdiepingvenster zijn in de speklaag twee later gedichte liggende rechthoekige ventilatieopeningen onder strekken aanwezig. Op het rechter deel van deze gevel sluit de iets lagere rechter zijgevel van de achteraanbouw aan. Deze aanbouw sluit boven af met eenvoudiger uitgevoerde bakstenen sierlijsten en een houten bakgoot op klossen van het platte dak. In de eerste bouwlaag van deze zijgevel is bovenin de zandstenen speklaag van de naast liggende zijgevel doorgezet en hier is verder een dichtzetting waarneembaar van een deur met bovenlicht onder een segmentboog die zich hier oorspronkelijk bevond. Op de ongewijzigde verdieping bevindt zich rechts een toiletvenster, van het type dat beschreven is bij de zijgevel van het linker hoekpaviljoen.



Bovendeel van een verdieping venster met twee afgeplate ventilatieopeningen in de speklaag boven de vensterboog.



De rechter zijgevel van het rechter hoekpaviljoen en de zijgevel en achtergevel van de aanbouw.



Het uitspringende rookkanaal van de rechter zijgevel van het rechter hoekpaviljoen.



Het linker verdiepingvenster van de rechter zijgevel van het rechter hoekpaviljoen.

De achtergevel van de voorbouw wordt door de aangebouwde achtervleugels voor een belangrijk deel aan het zicht onttrokken. De detaillering van het gevelwerk en de vensters zoals gehanteerd bij de voorgevel zet zich bij deze geveldelen voort. Van rechts naar links zijn de volgende delen zichtbaar. Tweederde van de achtergevel van het linker hoekpaviljoen is over de volle hoogte zichtbaar, van het linker deel is alleen de gevel boven de aansluiting van het dak van de achterbouw zichtbaar. Het rechter deel heeft onder rechts een deur met bovenlicht afgesloten door een segmentboog met boogtrommel. Het bovenlicht met 6-ruits raam is nog oorspronkelijk, de deur met zijlicht betreft een naoorlogse wijziging. Links daarvan is een venster met segmentboog en 15-ruits raam aanwezig zoals beschreven bij de voorgevel. Op de verdieping zijn twee vensters met segmentbogen en 15-ruits ramen aanwezig. In het geveldeel boven het aansluitende dak is een venster met 9-ruits raam en een segmentboog aanwezig.



De linker zijgevel (rechts) en achtergevel (links) van het linker hoekpaviljoen. Op het dak staan drie naoorlogse dakkapellen met platte daken.

Vervolgens is een geveldeel zichtbaar aan de open plaats tussen de linker achtervleugel en de driebeukige middenachtervleugel. Dit geveldeel heeft een tweelaags uitbouw onder plat dak, met op de begane grond en verdieping drie rechthoekige toiletvensters onder strekken. Ter weerszijden van deze uitbouw is nog een gevelvlak van twee vensterassen aanwezig. Direct aansluitend op de uitbouw was in beide gevelvlakken een deur met bovenlicht aanwezig, die thans is dichtgemetseld. De segmentbogen zijn blijven zitten. Daarnaast bevindt zich een venster onder een segmentboog met een 15-ruits raam. Op de verdieping bevinden zich ter weerszijden van de uitbouw twee vensters met 15-ruits ramen onder strekken. Links en rechts daarvan in de gevelvlakken boven de zadeldaken van de aanbouwen is een venster onder strek met 9-ruits raam aanwezig.



Het gevelvlak van de achtergevel van de linker vleugel van de voorbouw.

Van het middenpaviljoen is van de achtergevel in het exterieur alleen de tweede verdieping links en rechts boven het zadeldak van de tweelaags middenbeuk van de achterbouw zichtbaar. Aan beide zijden is hier aan de buitenzijde een venster met segmentboog en 15-ruits raam aanwezig. Daarnaast is een kleiner segmentboogvenster met 9-ruits raam aanwezig.

Vervolgens is een geveldeel zichtbaar aan de tweede open plaats tussen de rechter achtervleugel en de driebeukige middenachtervleugel. Dit geveldeel heeft ook een tweelaags uitbouw onder plat dak, met op de begane grond en verdieping drie rechthoekige toiletvensters onder strekken. Ter weerszijden van deze uitbouw is nog een gevelvlak van twee vensterassen aanwezig. Direct aansluitend op de uitbouw was in beide gevelvlakken een deur met bovenlicht aanwezig, die thans is dichtgemetseld. De segmentbogen zijn blijven zitten. Daarnaast bevindt zich een venster onder een segmentboog met een 15-ruits raam. Op de verdieping bevinden zich ter weerszijden van de uitbouw twee vensters met 15-ruits ramen onder strekken. Links en rechts daarvan in de gevelvlakken boven de zadeldaken van de aanbouwen is een venster onder strek met 9-ruits raam aanwezig.

Tenslotte is van deze achtergevel uiterst links de achtergevel van het rechter hoekpaviljoen met uitbouw zichtbaar. Rechts van de uitbouw heeft deze achtergevel onder een deur met bovenlicht afgesloten door een segmentboog met boogtrommel. Het bovenlicht met 6-ruits raam is nog oorspronkelijk, de deur met zijlicht betreft een naoorlogse wijziging. Op de verdieping is een venster met segmentboog en 15-ruits raam aanwezig. In het geveldeel boven het aansluitende dak van de achtervleugel is een venster met 9-ruits raam en een segmentboog aanwezig. De aanbouw heeft onderin een groot vlak met later ingeboete baksteen. Hierin is nog een klein rechthoekig toiletvenster opgenomen. De verdieping is geheel blind uitgevoerd.



De linker zijgevel van linker achtervleugel. De plint is nog uit 1905, de gevel met vensters daarboven is na de oorlog opnieuw opgetrokken.

Van de achtervleugels zijn de rechter en linker, alsmede de twee éénlaags zijdelen van de driebeukige middenachtervleugel identiek opgezet en uitgevoerd. Van deze vleugels zijn alle afgeplatte zadeldaken met rode verbeterde Hollandse pannen na de Tweede Wereldoorlog gebouwd. Van de linker achtervleugel en de linker vleugel van de driebeukige middenachtervleugel voorts op de plint na geheel na de oorlog opnieuw opgetrokken. Verder zijn alle achtergevels van deze vleugels opnieuw opgetrokken. Van de rechter achtervleugel en de rechter vleugel van de driebeukige achtervleugel zijn de lange zijgevels nog in hun oorspronkelijke staat bewaard gebleven. Alle zijgevels hebben vier door hemelwaterafvoeren van elkaar gescheiden gevelvlakken. Gerekend vanaf de achtergevel van de voorbouw bezitten de eerste vlakken elk drie rechthoekige vensters, slechts door anderhalfsteens brede muurdammen van elkaar gescheiden. Het laatste vak bezit slechts twee gekoppelde vensters. Bij de herbouwde gevels betreffen het vensters onder strekken met stalen 15-ruits ramen. Bij de oorspronkelijke gevels zijn houten kozijnen met houten 15-ruits ramen toegepast, waarbij de 6-ruits bovenlichten als valramen zijn uitgevoerd.



De nog oorspronkelijke zijgevel van de rechter vleugel van de driebeukige middenachtervleugel is nog oorspronkelijk met houten vensters.



De naoorlogse rechter zijgevel van de linker achtervleugel.



De naoorlogse linker zijgevel van de linker vleugel van de driebeukige middenachterbouw.



De naoorlogse achtergevel van de linker achtervleugel.

De vier achtergevels van de hierboven beschreven achtervleugels bezitten een afgeplatte topgevel, met hardstenen afdekking, waarvan het middendeel iets hoger is doorgezet en ook is afgesloten met een hardstenen dekstuk. De gevels hebben een symmetrische indeling met onderin zes vensters onder strekken met stalen 15-ruits ramen en in het midden een lagere opening onder strek met een dubbele stalen deur met ramen in het bovenvlak.

De achtergevel van de voormalige overbouwde exercitieplaats is nog grotendeels origineel. Deze gevel met een puntgevel ter bekroning is geleed door vijf vanaf de hoeken naar het centrum trapsgewijs in hoogte oplopende rondboognissen. In de beide laagste nissen op de hoeken is rondboogvenster opgenomen met een tweelichtkozijn met daarin twee 6-ruits ramen en daarboven een halfrond bovenlicht met ijzeren gebogen roeden en radiale roeden. In de twee, hogere naast gelegen nissen is een rondboogopening opgenomen met daarin een later verhoogde deuropening met moderne roldeur. In de dagkanten zijn de hardstenen duimblokken van de oorspronkelijke lagere deuren en de aftekening van het kalf nog aanwezig. Het oorspronkelijke kalf bevond zich op dezelfde hoogte als het onderste kalf van het drielichtvenster in de middelste boognis. Boven deze deuren is een rondboogvormig bovenlicht aanwezig met onderin een strook van zes ruitjes en daarboven twee gebogen roeden die doorsneden worden door vier radiale roeden (ijzeren roeden). In de hoge middelste boognis is nog een origineel getrapt drielichtvenster aanwezig met bakstenen dammen die de lichten van elkaar scheiden en twee kunststenen kalven die de lichten verticaal in drie delen verdelen. In zowel de onderste als de middelste lichten zijn 6-ruits ramen geplaatst. De getrapte rondbooglichten bezitten 6-ruits ramen in de twee buitenste lichten en een 8-ruits raam in het hogere middenlicht.

Hoewel van dit bouwdeel de oude kapconstructie behouden is gebleven is ook hier de dakbedekking na de oorlog vernieuwd. Daarbij kwam het oorspronkelijke overstek met windveren te vervallen. Oorspronkelijk waren ook deze daken gedekt met kruispannen.



De achtergevel van de overbouwde exercitieplaats. De pijl wijst naar het oorspronkelijke niveau van het deurkalf.



Een kunststenen hoekblok met weggezaagd kunststenen kalf. Ter versteviging was een stalen L-profiel ingegoten (links). Rechts een hardstenen duimblok met afgezaagd duim van de oorspronkelijke deuren.



Het bovendeel van het getrapte drielichtvenster.



Zicht op de linker zijgevel van de exercitiehal boven het dak van de flankerende lagere vleugel. Daarboven op de kap de lichtstraat.

De boven de daken van de flankerende vleugels uitstekende lichtbeuk van de grote exercitiehal heeft aan beide zijden bakstenen gevelwerk met daarin een reeks van veertien getoogde vensters met 9-ruits ramen. Oorspronkelijk waren deze vensters rechthoekig. Het metselwerk onder de dakvoet is ook opnieuw opgetrokken, waarbij ook het dak wat betreft de dakvlakken en bedekking is vernieuwd. De houten lichtstraat op de kap heeft blinde houten kopgeveltjes (met horizontale houten delen). De lange zijgevels zijn vrijwel geheel beglaasd. Deze gevels bestaan uit vijf vakken met per vak drie gekoppelde 6-ruits ramen. Ook hier had het zadeldak oorspronkelijk een overstek met windveren. De drie ventilatiepijpen op de nok zijn ook niet oorspronkelijk.

Op de achterschilden van de daken van beide hoekpaviljoens staan twee naoorlogse dakkapellen met platte daken zoals beschreven bij de voorgevel. Op de achterschilden van de vleugels zijn reeksen dakramen geplaatst. Bij de rechter vleugel is in het achterschild aansluitend op het middenpaviljoen een reeks van zes grote Veluxramen geplaatst. De daken van de achterbouwen hebben zinken bakgoten op beugels.



Zicht langs de achtergevels van de achtervleugels.



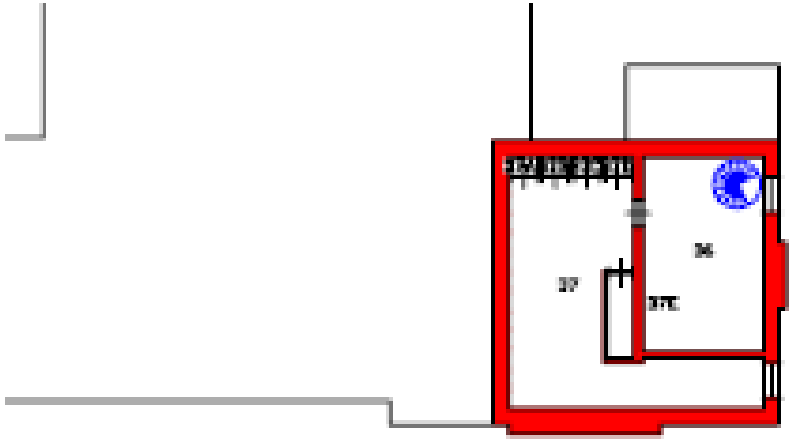
De reeks grote Veluxramen op het achterschild van de rechter vleugel van de voorbouw.



Een nog oorspronkelijk (uit 1905) houten roedenraam in de zijgevel van de rechter achtervleugel.

2.2.4. Interieur:

NB: Zie ook de plattegronden achterin het rapport:



Mauritskazerne, plattegrond kelder onder rechter hoekpaviljoen (bewerking MAB)

A: Kelders:

Van het rechter hoekpaviljoen is tweederde van het volume onderkelderd. In deze als stook- en provisiekelder gebruikte rechthoekige ruimte is door binnenmuren nog een verdere onderverdeling gemaakt in twee ruimten. Van die twee ruimten is de linker het grootst, omdat deze zich aan de voorgevelzijde nog middels een gangachtige ruimte voor de rechter ruimte voortzet. Links bij de zijgevel bevindt zich een moderne stalen wenteltrap die toegang geeft tot de kelders. De kelderruimten worden afgedekt met gepleisterde troggewelven op stalen H-balkjes. De vloeren zijn cementvloeren uitgevoerd. Een deel van de wanden is nog geheel gestuct, de overige wanden zijn slechts voorzien van, thans grotendeels weggevallen, witsellagen. In de linkerruimte staat tegen de achtergevel een kastenwand met nog authentieke paneeldeuren. Voorts bevindt zich in deze ruimte tegen de scheidingsmuur met de rechter ruimte een smalle ruimte waarin de trap naar de begane grond oorspronkelijk was opgenomen. In de smalle voorruimte bevindt zich in de rechter zijgevel een dichtgezet kelderlicht met een segmentboogafsluiting.



Zicht op de troggewelven van de kelder.



Zicht door de smalle voorruimte van de kelder richting rechter zijgevel.

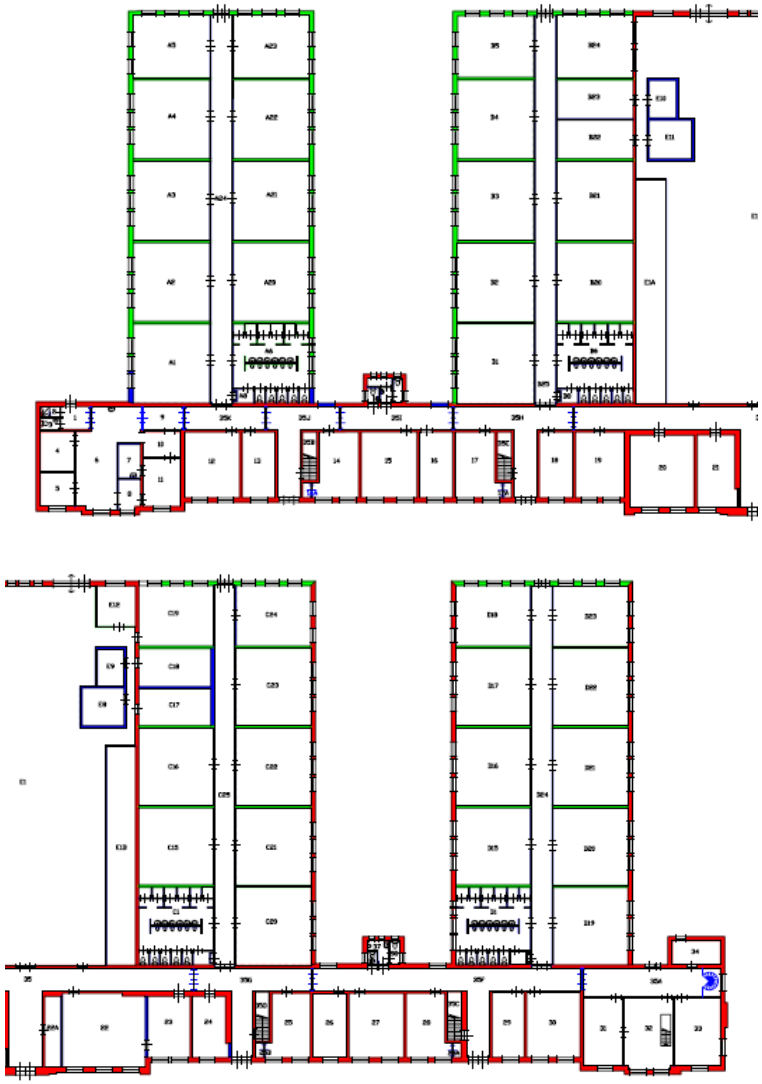


Eén van de oude paneeldeuren in de kastenwand van de kelder.



De moderne wenteltrap in de kelder. Op de achtergrond een getoogd kelderlicht.

B: Begane grond

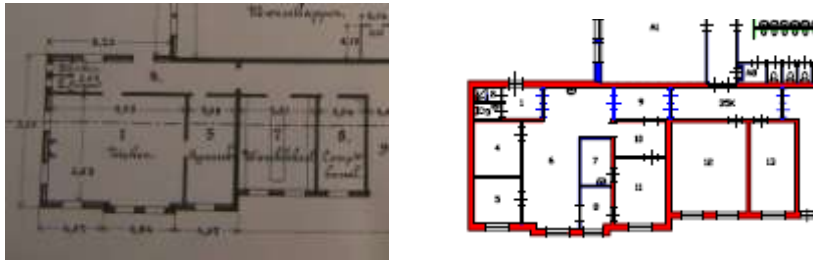


Plattegronden van de begane grond (boven het linker deel en onder het rechter deel)

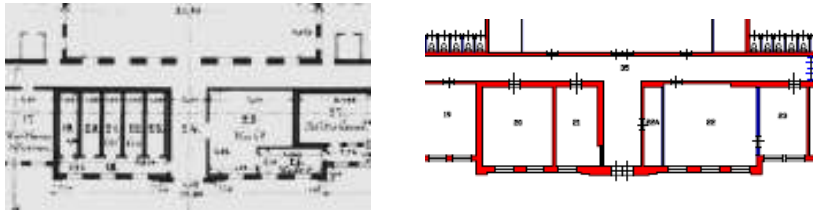
Op de begane grond vormen de monumentale voorvleugel en de daar haaks op gebouwde achtervleugels elk een structuur op zich zelf. Voor de voorvleugel is de hoofdstructuur van een parallel aan de achtergevel verlopende achtergang en de reeks van opeenvolgende vertrekken daarvoor, aansluitend op de voorgevel van wezenlijk belang voor de ruimtelijke beleving. Centraal in het middenpaviljoen bevindt zich een op de hoofdentree aansluitende brede gang/hal die in open verbinding staat met de achtergang. Ook in de beide zijvleugels is de achtergang op twee plaatsen middels een dwarsgang verbonden met een buitendeur in de voorgevel. Bij deze gangen is tevens een trap naar de verdieping opgenomen. Verder is deze achtergang vanuit doorgangen in de aanbouw (en oorspronkelijk ook via deuren bij de binnenplaatsen) en via de achtergevels van de hoekpaviljoens bereikbaar.



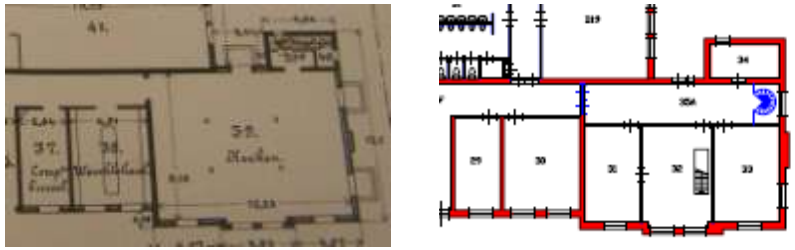
Zicht door de achtergang van de voorbouw op de begane grond. Deze ruimte heeft nog laat in de 20ste eeuw een compleet nieuwe afwerking gekregen met nieuwe tegelvloer, geheel betegelde wanden, een verlaagd systeemplafond en moderne deuren.



Plattegrond van het linker hoekpaviljoen met aansluitende delen in de oorspronkelijke opzet (met ziekenzaal, links) en in de huidige opzet (rechts) In rood is het oorspronkelijke werk aangegeven



Plattegrond van het middenpaviljoen met aansluitende delen in de oorspronkelijke opzet links (met ondermeer cellen links) en in de huidige opzet (rechts) In rood is het oorspronkelijke werk aangegeven.



Plattegrond van het rechter hoekpaviljoen met aansluitende delen in de oorspronkelijke opzet (met keuken, links) en in de huidige opzet (rechts)
In rood is het oorspronkelijke werk aangegeven.

Van de voorbouw is bij de beide langgerekte vleugels de oorspronkelijke ruimtelijke structuur vrij gaaf bewaard gebleven. Bij de paviljoens is echter veel gewijzigd. Zo is bij het linker hoekpaviljoen de oorspronkelijke ziekenzaal verdwenen en is deze opgedeeld in kleinere ruimten, waarbij ook een deel van de scheiding met de gang is weggebroken. Bij het middenpaviljoen is het cellenblok links van de hal uitgebroken en is het wachtvertrek met de aansluitende politiekamer gewijzigd. Bij het rechter hoekpaviljoen is de grote keukenruimte vervangen door drie vertrekken met een achtergang, terwijl oorspronkelijk aan deze zijde de achtergang uitkwam op de keukenruimte die de gehele oppervlakte van het paviljoen omvatte. De trap naar de kelder bevond zich hier in de achteruitbouw, later is die verhuist naar een vertrekje centraal in de voormalige keuken en weer later is de wenteltrap geplaatst rechts achter in het paviljoen.

Op de begane grond is eerst na de Tweede Wereldoorlog en vervolgens in de late 20ste eeuw het gehele interieur van een andere afwerking voorzien. Daarbij werden in de achtergang en dwarsgangen met trappenhuizen nieuwe tegelvloeren aangebracht en geheel betegelde wanden. Ook werden alle binnendeuren vernieuwd en werden systeemplafonds aangebracht. Slechts bij de trappen bleef een deel van de oorspronkelijke detaillering behouden.



Achtergang in het rechter hoekpaviljoen op de begane grond. Zowel de ruimte als de afwerking dateren uit de late 20ste eeuw.



Een van de trappen (35c) in de rechter vleugel. De natuurstenen trappaal, gietijzeren balustrade en de natuurstenen treden zijn nog oorspronkelijk.

De trappen naar de verdieping (twee per vleugel) bezitten nog hun oorspronkelijke forse in natuursteen (kalksteen?) uitgevoerde trappaal met een basement met insnoeringen, schacht met vellingkanten met kapellen op de hoeken en een bekroning bestaande uit een vierkant deel met twee groeven, boven overgaand in een achthoekige bekroning. De vlakken zijn gefrijnd. Bijzonder is de op een hardstenen plaat op de trapboom geplaatste forse balustrade met in grondvlak vierkante balusters met groeven en teniet lopende vellingkanten op de hoeken. Samen met de zware geprofileerde handlijst zijn deze balusters uitgevoerd in gietijzer. Bij de zijwand is een ijzeren buisvormige balustrade op beugels bevestigd. De trappen komen via een bovenkwart uit op de overloop op de verdieping. Onder deze trappen is een vanuit de dwarsgang toegankelijke trapkast aanwezig. Ook hiervan is deur en de wandafwerking gewijzigd.



Een van de trappen (35d) in de rechter vleugel. De natuurstenen trappaal, gietijzeren balustrade en de natuurstenen treden zijn nog oorspronkelijk.



Interieur van de dwarsgang 35G gezien richting voorgevel.



Een linovloer met ingelegd wapen van één van de luchtdoeleenheden die hier in de tweede helft van de 20ste eeuw was ondergebracht.



Herdenkingsplaquette uit 1992 van het 10de regiment infanterie in de centrale hal in het middenpaviljoen.



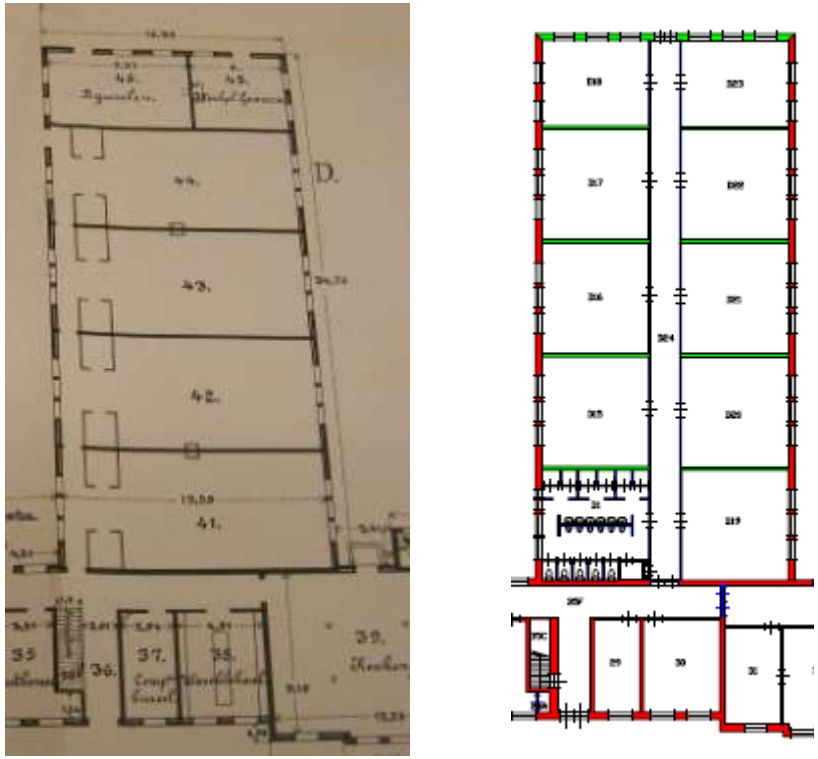
Detail van de binnenzijde van de oude deuren van de hoofdentree.



Een van de kantoren in de linker vleugel van de voorbouw met een moderne afwerking.



Een vensterbank in granito. Op de wanden is scan aangebracht met sauswerk.



Plattegrond van de rechter achtervleugel (manschappenvleugel met vier zalen en achterin twee bergingen) volgens de oorspronkelijke opzet (links) en met de huidige ruimtelijke structuur (rechts) die het gevolg is van twee bouwfasen rond het midden van de 20ste eeuw (groene wanden) en de late 20ste eeuw (blauwe wanden) van de middengang.

De vier oorspronkelijke manschappenvleugels, waarvan er twee links en rechts aansluiten op de overkapte exercitieplaats en twee los aansluiten op de hoeken van de voorbouw, werden na de Tweede Wereldoorlog ingrijpend verbouwd. Hierbij ontstond een structuur met een middengang, die vanaf de achtergang van de voorbouw doorloopt tot de deur in de achtergevel. Aan weerszijden daarvan werden vijf nieuwe vertrekken gerealiseerd, waarvan de scheidende dwarswanden tevens fungeren op zolderniveau als constructieve wanden waarin de betonbalken van het dak in zijn opgelegd. In de late 20ste eeuw werden hier de gangmuren van de middengangen herbouwd in steen in schoon metselwerk. Oude afwerkingen van voor de Tweede Wereldoorlog zijn niet meer aanwezig.
De ruimten bezitten gestucte plafonds, die boven zijn bevestigd aan een grit van kleine ijzeren vakwerkliggertjes. In de eerste ruimte direkt aansluitend op de achtergevel van de voorbouw is links (bij de beide rechter achtervleugels) of rechts (bij de beide linker achtervleugels) van de middengang het vertrek ingericht als sanitaire ruimte, eveneens in de huidige vorm en afwerking daterende uit de late 20ste eeuw.



Zicht door de middengang van de rechter manschappenvleugel met wanden in schoonmetselwerk uit de late 20ste eeuw. De wit gepleisterde portalen in deze gang behoren tot de constructieve dwarsmuren die hier na de Tweede wereldoorlog zijn ingebracht.

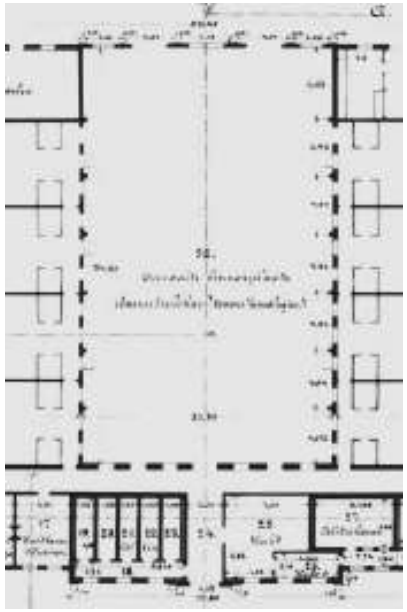
De oorspronkelijke exercitieplaats betreft een door zijn omvang en in het zicht liggende kapconstructie met stalen vakwerkspanten en lichtstraat in combinatie met de veelheid aan vensters in de lichtbeuk en hoge achtergevel een indrukwekkende ruimte met een industrieel karakter, wat mede wordt ingegeven door de ruimtelijke sfeer en de dakconstructie, die

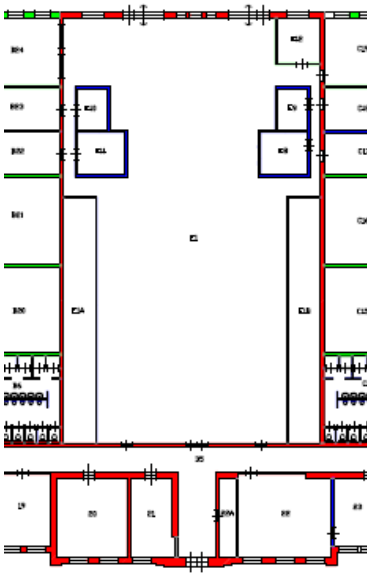
we ook vaak tegenkomen bij fabrieksgebouwen uit deze periode (denk bijvoorbeeld aan de gebouwen van de Gemeentelijke gasfabriek in Ede). Oorspronkelijk was deze ruimte nog transparanter doordat ook in de wanden tussen deze ruimte en de flankerende manschappenvleugels vensters aanwezig waren, die thans overwegend zijn dichtgezet. Ook in de achtergevel van de voorbouw die grenst aan deze ruimte bevonden zich veel vensters, zowel op de begane grond, als op de verdieping en in de top, welke thans ook grotendeels zijn dichtgemetseld. In de rechter achter hoek is een apart vertrekje ingebouwd, terwijl voorts vrijstaand in de ruimte aan weerzijden twee vertrekjes (op L-vormige plattegrond) zijn gebouwd kort voor de zijgevel. Deze doosjes dekken in feite de in de late 20ste eeuw in een voormalige manschappenzaal van de naast liggende vleugels ondergebrachte brandkastachtige ruimten (opslag van explosief materiaal) af. Zware stalen deuren openen zich hier naar de hal.

De stalen spanten rusten op hardstenen consoles met een afgerond profiel, die op zich zelf weer rusten op lisenen tegen de zijgevels.



De voormalige exercitiehal gezien richting achtergevel. Het fabriekshalkarakter spreekt duidelijk uit deze foto/





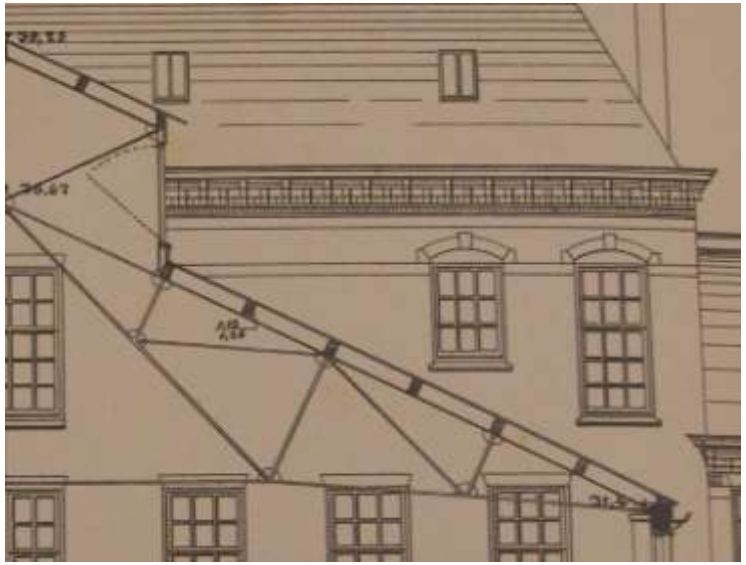
De exercitiehal met aansluitende ruimten in de oorspronkelijke opzet (links) en de huidige situatie (rechts)



Opvangconstructie van de stalen spanten.



De voortzetting van de spantconstructie in de lichtkoepel.



De spantconstructie op een dwarsdoorsnede uit 1904.



Opstand van de linker zijgevel van de exercitiehal, kort voor de achtergevel. De twee doorgangen onderin zijn later ingebroken en ook de lichtbeukvensters zijn gewijzigd.



De exercitiehal gezien richting voorbouw met de vele dichtgemetselde vensters.



Het kantoortje rechts achter in de exercitiehal.

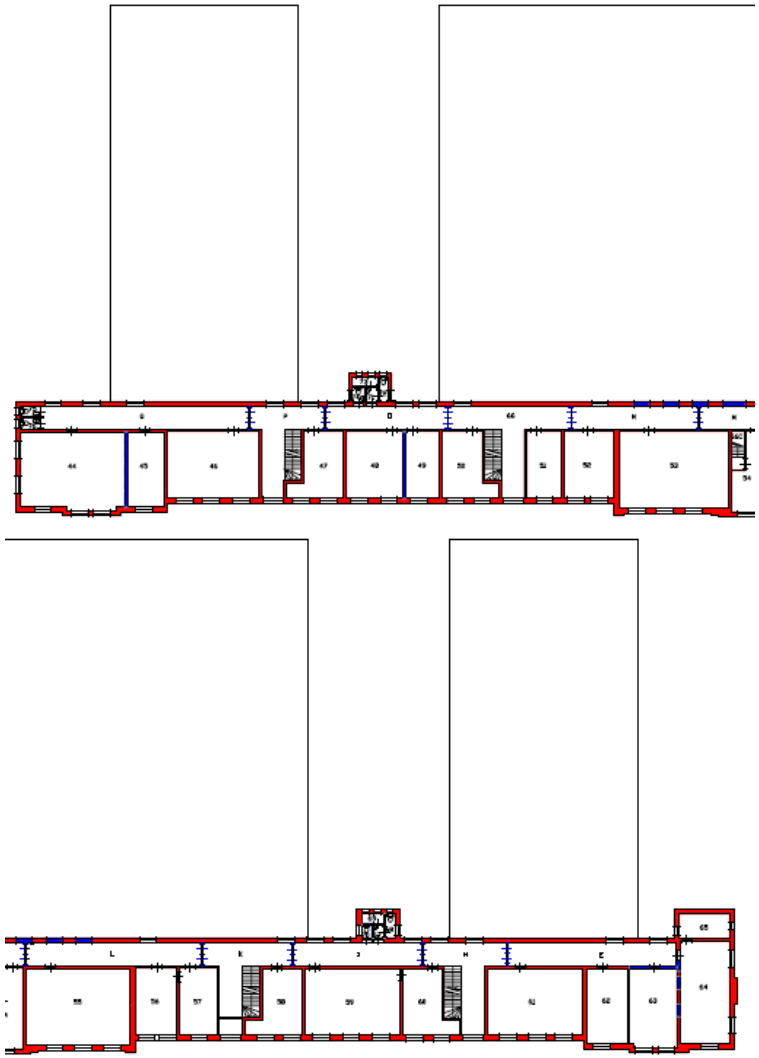


Zicht op het windverband (andreaskruizen) tussen de spanten in de hal.



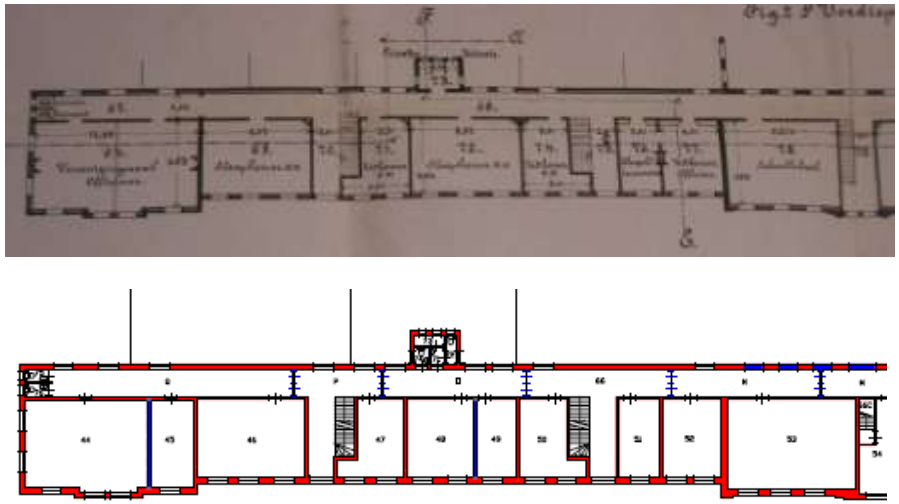
Detail van een lichtbeukvenster in de rechter zijgevel van de hal.

C: Eerste verdieping voorbouw:



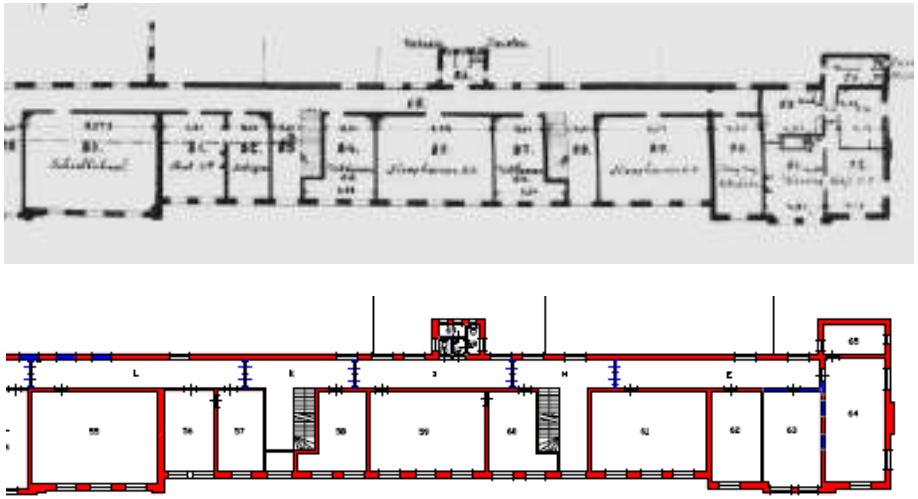
Plattegrond van de verdieping van de voorbouw met boven de linker helft en onder de rechter helft. In rood is het originele muurwerk aangegeven.

Op de verdieping van de voorbouw is de ruimtelijke hoofdstructuur met achtergang en dwarsgangen met trappenhuizen en reeksen naast elkaar gelegen vertrekken aan de voorzijde vergelijkbaar met die van de begane grond. Hoewel hier de oorspronkelijke ruimtelijke structuur zowel in de vleugels als in de paviljoens gaver bewaard is gebleven dan op de begane grond (een enkele tussenwand is toegevoegd in de linker vleugel en linker hoekpaviljoen) is ook hier de afwerking van de ruimten ingrijpend vernieuwd, waardoor slechts bij de trappenhuizen nog iets van de oude architectuur beleefbaar is gebleven.



De oorspronkelijke plattegrond van de linker helft van de verdieping van de voorbouw (boven) en de huidige situatie (onder). In rood het oorspronkelijke werk.

Ten opzichte van de oorspronkelijke plattegrond werd vooral ook de plattegrond van de voormalige woning van de adjudant in het rechter hoekpaviljoen gewijzigd, waarbij ook de trap naar de zolder verdween.
Op deze verdieping verschijnt ook in het middenpaviljoen in de middengang een trap, die hier leidt naar de tweede verdieping. Bij de andere delen komen de trappen uit bij de zolders.



De oorspronkelijke plattegrond van de rechter helft van de verdieping van de voorbouw (boven) en de huidige situatie (onder). In rood het oorspronkelijke werk. Wijzigingen vonden vooral plaats in de woning van de adjudant in het rechter hoekpaviljoen.

Ook op de verdieping zijn de gangen voorzien van moderne tegelvloeren, betegelde wanden en systeemplafonds. De trappen bezitten hier ook natuurstenen treden. De balustraden van de trappen zijn eenvoudiger uitgevoerd met buisvormige balusters, handlijst en vullingen in de vakken van ijzeren strips (hekwerken). Deze detaillering is ook toegepast bij de balustrades op de overlopen. De verschillende vertrekken kennen eenzelfde afwerking als op de begane grond, met systeemplafonds, gesausde scanbespanning op de wanden en moderne vloerbedekkingen.
De vensterbanken zijn in granito uitgevoerd.



Oude trap op de verdieping naar de zolder in de rechter vleugel.



Interieur van één van de kamers in de rechter vleugel op de verdieping.



Detail van een trapbalustrade.



Een vertrek op de verdieping met een jaren ’70 keukenblokje.



Trap naar de tweede verdieping in het middenpaviljoen.

D: Zolders voorbouw en tweede verdieping middenpaviljoen:

De beide vleugels en de hoekpaviljoens bezitten ruime zolders die door de gehanteerde kapconstructies, waarbij de dekbalken de balklaag van het platte dakgedeelte ondersteunen en er verder geen horizontale balken door de ruimte lopen, een grote bruikbare inhoud bezitten. De grenenhouten spanten zijn zogenaamde dekbalkjukken met kreupele stijlen, waarbij de jukstijlen bij de paviljoens zijn geplaatst op de blokkeels, terwijl de kreupele stijlen rusten op een houten slof op de betonnen zoldervloer. Hier bezitten de zolders dan ook gemetselde borstweringen. Bij de vleugels ontbreken deze borstweringen vrijwel en staan de spantbenen en kreupele stijlen beide op houten op de betonnen zoldervloer geplaatste sloffen. Bij de verbindingen van de kreupele stijlen en korbeels op de spantbenen en dekbalk zijn ijzeren stroppen aangebracht ter versteviging. De schuine dakvlakken bezitten twee gordingen met daarop verticaal grenen dakbeschot. Het platte dak heeft een in de dekbalken van de spanten opgelegde enkelvoudige balklaag met daarop een plankenbeschot.



De zolder met kapconstructie boven het linker hoekpaviljoen. Links op de foto is de zijde van de voorgevel (ruimte 77).



De zolder boven de linker vleugel gezien in de richting van het middenpaviljoen.

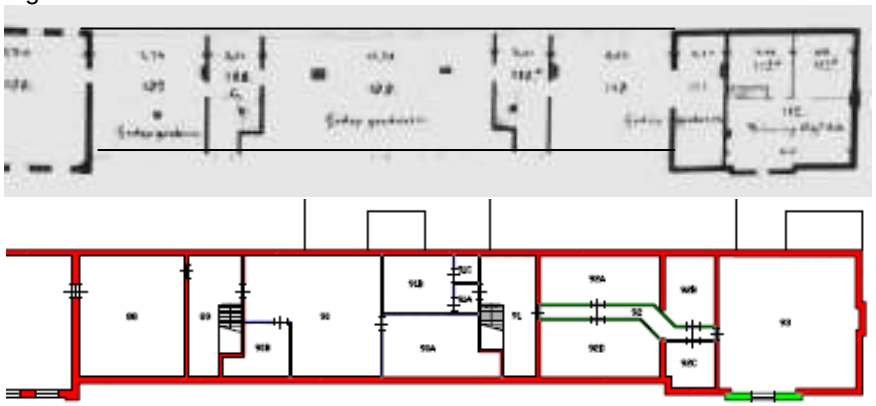


Binnenzijde van een dakkapel op het voorschild van de linker vleugel.

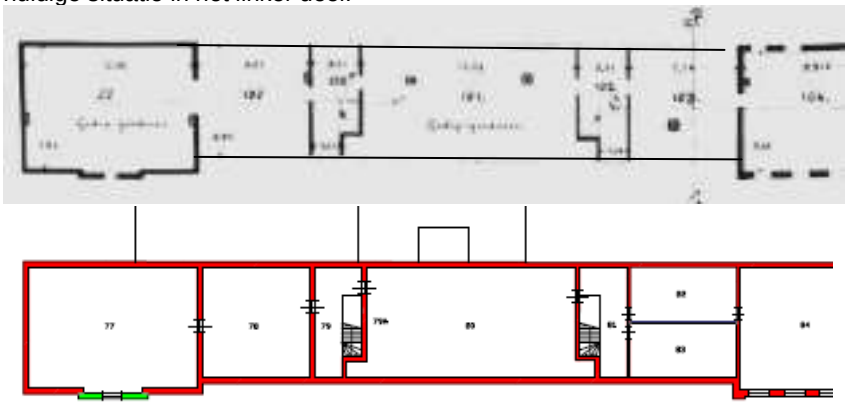


Zolderruimte boven de linker vleugel gezien richting trappenhuis. Het dakvlak links betreft het dakschild aan de achterzijde.

De zolders bezitten bij de vleugels een verdeling in ruimten gevormd door de wanden die de beide traphuizen met overloop omsluiten. De zolder van het rechter hoekpaviljoen kende als onderdeel van de woning van de adjudant een eigen trapopgang en houten scheidingswanden. Deze elementen zijn verdwenen. In de grotere ruimten zijn met name in het rechter deel later enkele houten wanden met gaas en een gangetje ingebracht.



Plattegrond van de zolders van het rechter deel van de voorbouw. Boven de oorspronkelijke toestand, onder de huidige met in rood de originele structuren. Thans zijn in de grotere ruimten enkele houten scheidingen aangebracht, de hoofdstructuren zijn echter nog vrijwel volledig intact. Onder de oorspronkelijke en huidige situatie in het linker deel.





Boogdoorgang in de zijwand van het rechter hoekpaviljoen met gangetje naar de zolder van het hoekpaviljoen.



Zolder van het rechter hoekpaviljoen gezien naar de achtergevel. De horizontale balk op klossen bij de spanten was aangebracht in de periode dat deze ruimte fungeerde als opslagzolder voor de foerier.



Zolder van het rechter hoekpaviljoen gezien naar de voorgevel met het dakhuis.

Opmerkelijk is het feit dat de zolders van de rechter vleugel en het rechter hoekpaviljoen spanten bezitten die gemaakt zijn van balken met een iets forse houtmaat (dikkere balken). Het is niet uitgesloten dat deze spanten behoren tot het oorspronkelijke werk en dat de uit lichter hout gemaakte spanten behoren tot de hersteloperatie die door oorlogsschade noodzakelijk was geworden. Dit lijkt immers niet onwaarschijnlijk, want bij de dakkapellen in de dakvlakken zijn ook geen sporen van verbouwing waar te nemen, terwijl er op de kap oorspronkelijk andere dakkapellen hebben gestaan en stenen dakkapellen met trapgeveltjes ter hoogte van de trappenhuizen en midden op de kap van de vleugels!



Linker zaal gezien richting achtergevel op de tweede verdieping van het middenpaviljoen.

De tweede verdieping van het middenpaviljoen heeft centraal een trappenhuis met aan weerszijden daarvan een groot vertrek. Deze ruimten bezitten thans net als de overige ruimten op de begane grond en verdieping een compleet moderne afwerking.

E: Zolder middenpaviljoen.

De zolder van het middenpaviljoen heeft dezelfde indeling als de tweede verdieping met centraal een trappenhuis en ter weerszijden daarvan een groot vertrek. In de zijschilden van de kap zijn later deuren gemaakt die toegang geven tot het plat van de daken van de vleugels. De kapconstructie is hier geheel afgetimmerd, waardoor van de constructie slechts delen van de spanten met kreupele stijlen zichtbaar zijn.



Zicht in de linker achterhoek van het linker vertrek van de zolder van het middenpaviljoen. Zichtbaar zijn slechts de spantbenen met kreupele stijlen.



Zicht op de daken en lichtbeuk van voormalige exercitieplaats.



Zicht van boven op de linker achtervleugel.



De lichtstraat op de kap van de exercitieplaats.



Zicht op het plat van de naoorlogse kap van een manschappenvleugel. De vier betonnen lichtkoepels zijn later met bitumen afgedekt.

3: MONUMENTALE WAARDESTELLING

3.1 Waardenstelling op hoofdzaken

3.1.1 Vergelijkende waardenstelling

De Mauritskazerne behoort tot een bijzondere groep van vier vrijwel identieke voormalige infanteriekazernes die tussen 1904 en 1906 werden gebouwd in respectievelijk Ede en Nijmegen. De beide Nijmeegse voorbeelden daarvan (Krayenhoffkazerne en Snijderskazerne) zijn wat betreft de architectuur van de voorbouw gaver bewaard gebleven, omdat hier bij de voorgevels ook nog de oorspronkelijke trapgevels op de paviljoens en vleugels bewaard zijn gebleven. In Ede zijn echter juist weer de centrale achtervleugels gaver overgeleverd dan in Nijmegen het geval was.

De overeenkomst tussen Ede en Nijmegen ligt ook in de aanleg. In beide steden werden naast elkaar twee kazernes van het zelfde type gerealiseerd. In Ede werden ze iets verder uit elkaar gezet en onder een iets schuine hoek, met ertussen terugliggend een fraai kantinegebouw, waardoor in combinatie met de aanleg van dit complex op een hellend terrein een zeer monumentaal werkende opzet ontstond. De Nijmeegse kazernes kwamen te liggen binnen een stedelijke uitbreiding langs een oude uitvalsweg naar Groesbeek.

Helaas verloor Ede het kantinegebouw en het diepe voorterrein, alsmede de hekwerken en poort, die in Nijmegen nog wel aanwezig zijn.

Deze kazernes behoren tot de laatste en meest imposante voorbeelden van kazernebouw volgens het lineaire type en werden opgetrokken in een late variant van de neorenaissance, waarbij reeds rationele elementen zijn verwerkt. In dit opzicht sloot het leger aan bij de toen heersende tendensen in het Rijksbouwen (o.a. bij de postkantoren, scholen, inrichtingen en gerechtsgebouwen van Peters, Knuttel en Van Lokhorst) waar ook een wat rationeler benaderde neorenaissancearchitectuur nog altijd de heersende stijl was. Door de veel-ruits ramen en de opzet van de voorbouw met een 130 meter lange, volledig symmetrisch opgezette gevel met middenpaviljoen (corps de logies) vleugels en hoekpaviljoens doen deze kazernes wat betreft hun opzet en massa's enigszins denken aan grote Europese paleizen uit de late 17de- en 18de eeuw.

De exercitiehal met zijn in het zicht gelaten stalen vakwerkspanten met lichtstraatconstructie op de nok sluit aan bij de architectuur van de fabriekshallen uit de late 19de eeuw.

3.1.2 Objectgerichte waardenstelling

Architectuurhistorische en bouwhistorische waarde

De Mauritskazerne heeft een nog gaaf bewaard gebleven opzet met een imposante symmetrisch opgezette voorbouw met middenpaviljoen, vleugels en hoekpaviljoens met aan de achterzijde haaks op de voorbouw aansluitende lage manschappenvleugels, bij de middenbouw opgezet als een driebeukige opzet met een hogere exercitiehal in het centrum. De architectuur van de voorbouw is op enkele onderdelen na behoorlijk gaaf bewaard gebleven en bezit fraaie details, waaronder de zandstenen hoofdentree met gebeeldhouwde reliëfs die nog altijd duidelijk naar de militaire functie verwijzen. De kwaliteit van de gevelontwerpen met hun rijkdom aan toegepaste details (o.a. metselwerken rond vensters en deuren, sierlijsten langs de dakranden met fraaie gootdetails, sculpturen in zandsteen bij de entree, lantaarns) vertegenwoordigen een hoge architectuurhistorische waarde.

De toepassing van beton voor vloerconstructies en trappen al in de oorspronkelijke bouw is kenmerkend voor de vooral ook naar degelijkheid en veiligheid strevende militaire architectuur. Ook van belang uit het oogpunt van historische constructies is de gaaf bewaarde kap met stalen vakwerkspanten van de exercitiehal.

In de voorbouw is de oorspronkelijke ruimtelijke structuur met achtergang en haaks daarop gerichte dwarsgangen en overlopen met trappenhuizen en kamers aan de zijde van de voorgevel gaaf bewaard gebleven. Van de oorspronkelijke interieurs zijn verder vooral de trappen deels redelijk ongeschonden de tijd doorgekomen. Bijzonder zijn de zwaar uitgevoerde gietijzeren balustrades van deze trappen op de begane grond.

Hoewel niet oorspronkelijk, vertegenwoordigen ook de naoorlogse wijzigingen (herbouwde manschappenvleugels, dakhuizen op de paviljoens) als getuigenis van de Tweede Wereldoorlog en veranderend gebruik kort na de oorlog architectuurhistorische waarde. Inwendig is hier alleen de ruimtelijke structuur van belang (dus niet de materialisering van wanden e.d.), alsmede de betonnen kapconstructies vanuit constructief-historisch oogpunt.

De laat 20ste-eeuwse moderniseringen van het interieur met de volledig betegelde gangen hebben de sfeer van het interieur, ook in vergelijking met de Frisokazerne, geen goed gedaan. Het gebouw heeft thans inwendig in de voorbouw een klinisch karakter.

Situeringswaarde/context

Het complex werd als eerste van een uiteindelijk zeer uitgestrekt kazernecomplex gebouwd op een heidevlakte, bij het spoor, zodat de moderne infrastructuur ondersteunend kon fungeren voor het complex. De grootte van het verworven bezit maakte een zeer ruime, monumentaal werkende aanleg mogelijk. Hierin speelde mede een rol dat het terrein vanuit de entree naar achteren toe in hoogte opliep. Helaas boette het complex in stedenbouwkundige zin sterk aan waarde in door de verkleining van het voorterrein door de aanleg van de Klinkenbergerweg (waarbij de oorspronkelijke hekken en entree aan de verder weg gelegen Stationsstraat verdwenen en de samenhang tussen de kazernes en de officierwoningen verdween). Toch spelen beide gebouwen met hun imposante afmetingen en fraaie architectuur nog altijd een beeldbepalende rol in de omgeving. Hierbij dient voorts gewezen te worden op de visuele samenhang van beide gebouwen (Maurits- en Frisokazerne) die van meet af aan door de toepassing van één architectonisch ontwerp voor beide kazernes nadrukkelijk als een geheel werden gepresenteerd.

Cultuurhistorische waarde:

Met de bouw van de beide infanteriekazernes ving ook mede direct na de inrichting van het schietkamp op de Harskamp de geschiedenis van het toenmalige boerendorp Ede als garnizoensplaats aan. In de ruim honderd jaar dat duizenden militairen Ede bevolkten, waaronder officieren die ook gehuisvest werden in buiten de kazernes gebouwde woningen, drukten zij mede hun stempel op de groei en bloei van het dorp, dat uiteindelijk uitgroeide tot een grote gemeente en gemeenschap. In de militaire wereld werd Ede een begrip, veel Nederlanders brachten er hun dienstplichttijd door of werkten er als beroepsmilitair of burgerpersoneel. De komst van de kazernes en woningen voor militairen zorgde er tevens voor dat Ede een eigen gasfabriek kreeg en nieuwe infrastructuren. Samen met de iets later tot stand gekomen en nabijgelegen Enkafabriek groeiden de kazernes uit tot de belangrijkste werkgevers of opdrachtgevers in Ede, waardoor hun rol ook in het sociale en economische leven van Ede groot was te noemen.
De kazernes werkten niet alleen positieve ontwikkelingen in de hand. Tijdens de Tweede Wereldoorlog leidde de aanwezigheid van de kazernes en het gebruik ervan door de bezetter tot onverdeelde aandacht van de Geallieerde legers, waardoor deze omgeving bloot kwam te staan aan bombardementen en artilleriebeschietingen. Daarbij vielen ook veel burgerslachtoffers.

De Mauritskazerne herinnert via zijn herstelwerken van gevels en, daken van met name de achtervleugels en deels van de daken van de voorbouwen “in steen” nog aan deze roerige geschiedenis, met name die van de Operatie Market Garden en de Bevrijding. Na de oorlog huisvestte het gebouw ondermeer eenheden van de Luchtdoelartillerie en LuchtdoelartillerieSchool, waarvan de opgeleiden een naoorlogs monument van onze krijgsgeschiedenis (De IJssellinie uit de Koude Oorlog-periode) moesten bemannen, uit angst voor invallen van de Sovjet Unie.

Door de nieuwe internationale verhoudingen en bijgevolg een andere rol van het leger, alsmede door moderne ontwikkelingen op het gebied van wapensystemen bleek defensie de uitgebreide faciliteiten in Ede niet meer nodig te hebben en komt een einde aan het militaire leven in Ede. Mannen en vrouwen in groene/beige,bruine pakken en gecamoufleerde voertuigen zullen uit het gebied verdwijnen, het groen van het landschap en de bomen zal blijven tezamen met een deel van het gebouwde militaire erfgoed.

3.2: Getrapte waardenstelling op onderdelen/details:

NB: Zie hiervoor ook de achterin opgenomen waardenkaarten (plattegronden met in kleuren aangeduide waarden).

3.2.1 Exterieur

Hoge waarde (blauw):
-Samengestelde hoofdvorm bestaande uit voorbouw met paviljoens en tussenvleugels en combinatie met haaks daarop gebouwde lagere achtervleugels met open plaatsen daartussen**.**
-Vorm, materiaalgebruik en detaillering gevels voorbouw en achtervleugels.
-Nog oorspronkelijke vensters en deuren in voornoemde gevels van voorbouw en achtervleugels
-Bouwsculpturen en reliëfs in de entree van de voorgevel.
-Gevellantaarns bij de hoofdentree
-Hellende daken, plat en pannendekkingen (zowel de oorspronkelijke rode kruispannen van de voorbouwen als de naoorlogse rode Hollandse pannen op de achtervleugels).

Positieve waarde (groen):
-Naoorlogse dakhuizen op paviljoens voorbouw
-Dakkapellen op dakvlakken voorbouw

Indifferent: (geel)
-Naoorlogse deuren in voorgevels vleugels voorbouw en achtergevel voorbouw.
-Naoorlogse deuren in achtergevel exercitiehal.

Storend (rood)
-Verhoging deuren in achtergevel exercitiehal.
-Grote Veluxdakramen op achterschild rechter voorvleugel.
-Dichtzettingen van vensters/deuren in achtergevel voorbouw

3.2.2 Interieurs/kelders

Hoge waarde (blauw):
-Wanden en gewelven kelder onder rechter paviljoen.
-Kastenwand met paneeldeuren

Positieve waarde (groen):
-Geen elementen.

Indifferent (geel):
-Moderne stalen wenteltrap.

3.2.3 Interieurs/begane grond

Hoge waarde (blauw):
-De nog oorspronkelijke ruimtelijke structuur van de voorbouw met achtergang, dwarsgangen met trappenhuizen, centrale hal en reeksen ruimten aansluitende op de voorgevel.
- Trappenhuizen met trapdetailleringen in de beide voorvleugels.
-Nog tot oorspronkelijke bouw behorende binnenmuren
-Nog tot de oorspronkelijke bouw behorende vloerconstructies.
-Betonnen dakconstructies met lichtkoepels manschappenvleugels
-Stalen vakwerkspantconstructies met lichtlantaarn van exercitiehal

Positieve waarde (groen):
-Ruimtelijke structuur met middengang van de naoorlogse manschappenvleugels.

Indifferent (geel):
-Jongere tochtpuien, wandafwerkingen en vloeren in vertrekken
-Sanitaire voorzieningen in voor- en achtervleugels
-Bouwsels in exercitiehal

.

Storend (rood)

-Systeemplafonds
-Tegelwanden en vloeren in gangen en overlopen.

3.2.4 Interieurs/verdieping

Hoge waarde (blauw):
-De nog oorspronkelijke ruimtelijke structuur van de voorbouw met achtergang, dwarsgangen met trappenhuizen en reeksen ruimten aansluitende op de voorgevel.
- Trappenhuizen met trapdetailleringen in de beide voorvleugels en middenpaviljoen.
-Nog tot oorspronkelijke bouw behorende binnenmuren
-Nog tot de oorspronkelijke bouw behorende vloerconstructies.

Positieve waarde (groen):
-Geen onderdelen

Indifferent (geel):
-Jongere tochtpuien, wandafwerkingen en vloeren in vertrekken
-Sanitaire voorzieningen
-Jonge binnenwanden.

Storend (rood)
-Systeemplafonds in gangen
-Tegelafwerkingen op wanden gangen

3.2.5 Interieurs/zolders, tweede verdieping en zolder middenpaviljoen

Hoge waarde (blauw):
-Oorspronkelijke kapconstructies rechter deel
-Herbouwde kapconstructies overige delen.
-Oorspronkelijke binnenmuren.
-Trappenhuizen met balustrades en scheidende wanden

Positieve waarde (groen):
-Geen onderdelen

Indifferent (geel):
-Jongere wanden in zolder
-Afwerkingen en inrichting kamers middenpaviljoen

Storend
-Geen onderdelen

3.3 Conclusie en aanbevelingen

Samengevat kan worden gesteld dat het in 1904/1905 gerealiseerde kazernegebouw hoge monumentale waarde bezit en dat behoud en herstel ervan dringend wordt aanbevolen. Het gebouw bevat echter ook onderdelen, die van minder monumentaal belang zijn of zelfs in het geheel geen monumentale of historische waarde bezitten. Hoewel de dakhuizen op de paviljoens van de voorbouw tot een belangrijke bouwfase (herstel na de oorlog) behoren, zijn ze in zekere mate als een verarming van het oorspronkelijke monumentale beeld te beschouwen. De trapgevels vormden een wezenlijk onderdeel in het architectonische concept, met name als karakteristiek onderdeel van de gehanteerde bouwstijl (neorenaissance). Toch bepleiten we hier om in principe uit te gaan van behoud van deze dakhuizen met de uit dezelfde periode daterende dakkapellen, omdat ook deze onderdelen inmiddels historisch zijn (ze zitten al 60 jaar op de daken!) en bijdragen aan het leesbaar houden van de roerige geschiedenis (met name ook in de oorlog!) van de kazernes. De deuren in de gevels komen wel voor reconstructie in aanmerking, omdat deze als weinig kwaliteitsvolle onderdelen vallen binnen een verder nog gaaf bewaard gevelbeeld.

Reconstructie van de oorspronkelijke situatie van de daken van de voorbouw uit architectonische overwegingen is voorstelbaar, maar heeft alleen zin als het consequent wordt doorgevoerd, dus een reconstructie van de trapgevels, dakkapellen en deuren in de gevels. Een dergelijke ingreep is kostbaar en heeft bovendien als nadeel dat inmiddels ook historische

elementen daarbij vernietigd worden. De gegevens voor een betrouwbare reconstructie zijn overigens beschikbaar, aangezien de tekeningen nog bewaard zijn gebleven en de trapgevels bij de Nijmeegse kazernes nog voorhanden zijn. De gewijzigde opzet van de manschappenvleugels aan de achterzijde verstoort het totaalbeeld niet, dan wel in veel mindere mate en behoud van deze bouwdelen in hun naoorlogse opzet draagt in veel hogere mate bij aan het herkenbaar houden van de ontwikkelingsgeschiedenis van het gebouw. Bovendien zou men in geval van reconstructie hier vrijwel de gehele constructie moeten herbouwen inclusief gevels, vensters en daken, waarbij een gaaf bewaarde situatie die inmiddels al weer 60 jaar oud is zou moeten wijken.

Ten slotte moet in geval van herontwikkeling gewezen worden op de architectonische “twee-eenheid” die beide kazernes oorspronkelijk en ook nu nog vormen. In geval van restauratie dienen dan ook beide gebouwen **het zelfde te worden aangepakt waar het exterieurs betreft**. Bij het ene gebouw belangrijke elementen reconstrueren en daar bij het andere gebouw vanaf zien is dus vanuit die optiek geen wenselijke ontwikkeling. Wanneer één van beide kazernes dus als eerste wordt ontwikkeld, bepalen de daarbij gemaakte keuzes met betrekking tot het exterieur ook hoe er met het exterieur van de andere kazerne moet worden omgegaan, ten einde deze eenheid niet te verstoren.

Ook bij de aanleg en inrichting van het terrein rond beide gebouwen moet gestreefd worden naar een herstel van deze ruimtelijke en architectonische eenheid. Voor het ontwerp van het terrein rond de gebouwen wordt een inspiratie op het oorspronkelijke beeld met beplanting en wegen- en padenstructuren sterk aanbevolen. In het geval van een afzonderlijke ontwikkeling van de kazernes door verschillende eigenaren bepleitten we dan ook een **gezamenlijk** te ontwikkelen inrichting van het terrein.

De verschillende waardengradaties zijn naast de hierboven weergegeven waardenstelling in tekstvorm ook samengevat aangeduid op de hierachter bijgevoegde **waardenkaarten**.

TOELICHTING OP DE WAARDENGRADATIES:

OMSCHRIJVING WAARDENGRADATIES
De volgende waardengradatie (getrapte waardenstelling), toegesneden op het toegepast bouwhistorisch onderzoek, wordt in de waardenbepaling gehanteerd (de bijbehorende kleuren corresponderen met de gebruikte gradaties in de waardenkaarten). Achter iedere waarde volgt een korte toelichting ten behoeve van het toegepast bouwhistorisch onderzoek, zoals dit in het herontwikkelingsproces kan worden ingezet.

Hoge monumentwaarde (blauw):
alle beschermenswaardige onderdelen die van wezenlijk en onlosmakelijk belang zijn voor het monument en zijn bouwhistorische ontwikkeling en derhalve onverkort gerespecteerd moeten worden.

Positieve monumentwaarde (groen):
alle beschermenswaardige onderdelen die voor de instandhouding van de ontwikkelingsgeschiedenis van het monument veel waarde bezitten. Behoud is gewenst, maar de waarde is niet dusdanig hoog, dat aanpassing of verandering onmogelijk is. Voorwaarde is dat het onderdeel als dusdanig herkenbaar blijft.

Indifferente monumentwaarde (geel):
onderdelen, die niets of weinig aan de waarde van het gebouw toevoegen en ook geen wezenlijke onderdelen van de ontwikkelingsgeschiedenis zijn. Behoud is mogelijk, maar niet noodzakelijk.

Storende onderdelen (rood):
betreft meestal vrij recente toevoegingen, die een sterke aantasting vormen van het oorspronkelijke concept, de ruimtewerking of de detaillering. Verwijdering wordt aanbevolen.

4: BRONNEN & LITERATUUR

E. van de Weerd & G. Crebolder, *Ede in wapenrok. Twee eeuwen militaire geschiedenis in de gemeente Ede.* Schaffelaarreeks nr. 33 BDU Uitgeverij Ede 2005,

J. Finaly “Vijf Nederlandse kazernementen (1951-1953), nagenoeg onbekende uitingen van het Nieuwe Bouwen” in: *Jaarboek Monumentenzorg 1991* RDMZ Zeist/Waanders Zwolle 1991

www.jeoudekazernenu.nl

www.kazernes.nl

www.noviomagus.nl

Gemeentearchief Ede:
Bouwtekeningen uit 1904 voor de Eerste- en Tweede Infanteriekazerne
Beeldbank, collectie foto’s Maurits- en Frisokazerne.

[i] De gegevens over de historie van de Edese legerkampen zijn ontleend aan: E. van de Weerd & G. Crebolder, *Ede in wapenrok. Twee eeuwen militaire geschiedenis in de gemeente Ede.* Schaffelaarreeks nr. 33 BDU Uitgeverij Ede 2005, pp. 249-294

Johan Willem Friso Gebouw te Ede, Kazernelaan — Voor de ingreep

Gebouwnaam: Johan Willem Friso Gebouw
Berekening uitgevoerd door: Akoesticum
Datum: vandaag

Du-index	x	Mo-coëfficiënt	DuMo-profiel
27		1,4	37

Uitgangspunten Globale DU-index

FUNCTIE: *overige functies*
verwachte levensduur: *200 jaar*

	monument	*referentie 1990*
Bruto vloeroppervlak	6.760 m2	6.760 m2
Gebruikersoppervlak	4.516 m2	5.419 m2
Verwarmde zone BVO	4.694 m2	5.419 m2
Begane grondvloer	3.008 m2	3.008 m2
Aantal bouwlagen	2	2
Gemiddelde verdiepingshoogte	4,40	3,90

Resultaten Globale DU-index

	referentie	*Gebouw*			
Materiaal	€ 16.897	€ 83.841			**Materiaalindex: 20**
		Resterende milieukosten gebouw	onderhoud en vervanging	Benodigde renovaties aan het gebouw	
Fundering	€ 1.745	€ 8.504	€ 153	€ -	
Gevels	€ 3.451	€ 16.820	€ 303	€ -	
Binnenwanden	€ 3.641	€ 17.746	€ 319	€ -	
Vloeren	€ 4.568	€ 22.265	€ 401	€ -	
Daken	€ 1.091	€ 5.319	€ 96	€ -	
Installaties	€ 1.814	€ 8.842	€ 159	€ -	
Inrichting	€ 587	€ 2.863	€ 52	€ -	
Totaal	€ 16.897	€ 82.359	€ 1.482	€ -	
Sloopkosten			€ -		

Energiegebruik	€ 119.520	€ 430.052		**Energieindex: 28**
	Milieukosten referentie	*Milieukosten ingevoerd Gebouw*	*Verbruik ingevoerd Gebouw*	
Verwarming	€ 31.535	€ 125.658		
Pompen	€ 1.616	€ 3.518		
Ventilatoren	€ 12.607	€ 36.651		
Tapwater	€ 1.346	€ 3.156		
Koeling	€ 13.235	€ -		
Bevochtiging	€ -	€ -		
Verlichting	€ 21.386	€ 96.250		
Apparatuur	€ 37.795	€ 164.819		
Opbrengst PV-cellen	€ -	€ -		
Opbrengst WKK	€ -	€ -		
Opbrengst Wind	€ -	€ -		
Verbruik elektrisch	€ -	€ -	**2.931.328 kWh/j**	
Verbruik gas	€ -	€ -	**283.211 m3/j**	
Verbruik warmte	€ -	€ -	**0 GJ/j**	
CO2 uitstoot			**2.977.129 kg CO2 eq.**	

Watergebruik	€ 19	€ 107	**Waterindex: 18**

Totale milieukosten	€ 136.436	€ 513.999	**DU-INDEX: 27**

Johan Willem Friso Gebouw te Ede, Kazernelaan — Voor de ingreep

Gebouwnaam: Johan Willem Friso Gebouw
Berekening uitgevoerd door: Akoesticum
Datum: vandaag

Du-index	x	Mo-coëfficiënt	DuMo-profiel
177		1,4	248

Uitgangspunten Globale DU-index

FUNCTIE: *overige functies*
verwachte levensduur: *200 jaar*

	monument	*referentie 1990*
Bruto vloeroppervlak	6.760 m2	6.760 m2
Gebruikersoppervlak	4.516 m2	5.419 m2
Verwarmde zone BVO	4.694 m2	5.419 m2
Begane grondvloer	3.008 m2	3.008 m2
Aantal bouwlagen	2	2
Gemiddelde verdiepingshoogte	4,40	3,90

Resultaten Globale DU-index

	referentie	*Gebouw*			
Materiaal	€ 16.897	€ 1.482			**Materiaalindex: 1.140**
		Resterende milieukosten gebouw	onderhoud en vervanging	Benodigde renovaties aan het gebouw	
Fundering	€ 1.745	€ -	€ 153	€ -	
Gevels	€ 3.451	€ -	€ 303	€ -	
Binnenwanden	€ 3.641	€ -	€ 319	€ -	
Vloeren	€ 4.568	€ -	€ 401	€ -	
Daken	€ 1.091	€ -	€ 96	€ -	
Installaties	€ 1.814	€ -	€ 159	€ -	
Inrichting	€ 587	€ -	€ 52	€ -	
Totaal	€ 16.897	€ -	€ 1.482	€ -	
Sloopkosten			€ -		

Energiegebruik	€ 119.520	€ 75.562		**Energieindex: 158**
	Milieukosten referentie	*Milieukosten ingevoerd Gebouw*	*Verbruik ingevoerd Gebouw*	
Verwarming	€ 31.535	€ 22.079		
Pompen	€ 1.616	€ 618		
Ventilatoren	€ 12.607	€ 6.440		
Tapwater	€ 1.346	€ 555		
Koeling	€ 13.235	€ -		
Bevochtiging	€ -	€ -		
Verlichting	€ 21.386	€ 16.912		
Apparatuur	€ 37.795	€ 28.959		
Opbrengst PV-cellen	€ -	€ -		
Opbrengst WKK	€ -	€ -		
Opbrengst Wind	€ -	€ -		
Verbruik elektrisch	€ -	€ -	**515.046 kWh/j**	
Verbruik gas	€ -	€ -	**283.211 m3/j**	
Verbruik warmte	€ -	€ -	**0 GJ/j**	
CO2 uitstoot			**1.030.038 kg CO2 eq.**	

Watergebruik	€ 19	€ 19	**Waterindex: 101**

Totale milieukosten	€ 136.436	€ 77.063	**DU-INDEX: 177**

Johan Willem Friso gebouw te Ede, Kazernelaan — Na de ingreep / in de planfase

Gebouwnaam:	Johan Willem Friso gebouw
Berekening uitgevoerd door:	Akoesticum
Datum:	vandaag

Du-index	x	Mo-coëfficiënt	DuMo-profiel
311		1,4	435

Uitgangspunten Globale DU-index

FUNCTIE: *overige functies*
verwachte levensduur: *200 jaar*

	monument	*referentie 1990*
Bruto vloeroppervlak	6.949 m2	6.949 m2
Gebruikersoppervlak	4.913 m2	5.571 m2
Verwarmde zone BVO	5.121 m2	5.571 m2
Begane grondvloer	3.140 m2	3.140 m2
Aantal bouwlagen	2	2
Gemiddelde verdiepingshoogte	4,42	3,90

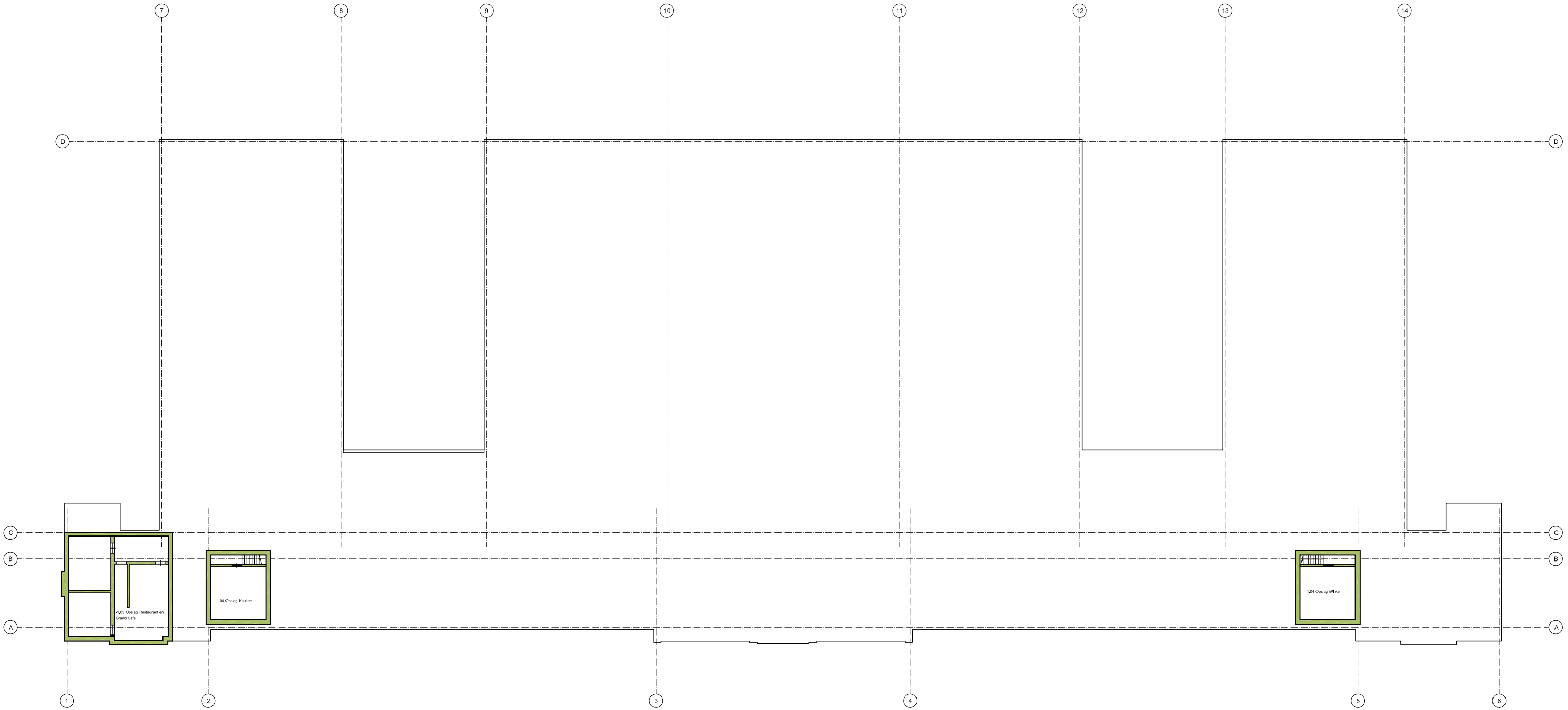
Resultaten Globale DU-index

	referentie	*Gebouw*			
Materiaal	€ 17.369	€ 2.449			**Materiaalindex: 709**
		Resterende milieukosten gebouw	onderhoud en vervanging	Benodigde renovaties aan het gebouw	
Fundering	€ 1.794	€ -	€ 157	€ 64	
Gevels	€ 3.547	€ -	€ 311	€ 127	
Binnenwanden	€ 3.743	€ -	€ 328	€ 134	
Vloeren	€ 4.696	€ -	€ 412	€ 168	
Daken	€ 1.122	€ -	€ 98	€ 40	
Installaties	€ 1.865	€ -	€ 164	€ 67	
Inrichting	€ 604	€ -	€ 53	€ 22	
Totaal	€ 17.369	€ -	€ 1.524	€ 620	
Sloopkosten			*€ 305*		

Energiegebruik	€ 122.862	€ 40.889		**Energieindex: 300**
	Milieukosten referentie	*Milieukosten ingevoerd Gebouw*	*Verbruik ingevoerd Gebouw*	
Verwarming	€ 32.417			
Pompen	€ 1.661			
Ventilatoren	€ 12.960			
Tapwater	€ 1.383			
Koeling	€ 13.605			
Bevochtiging	€ -			
Verlichting	€ 21.984			
Apparatuur	€ 38.852			
Opbrengst PV-cellen	€ -			
Opbrengst WKK	€ -			
Opbrengst Wind	€ -			
Verbruik elektrisch	€ -	€ 33.560	**326.574 kWh/j**	
Verbruik gas	€ -	€ 25	**100 m3/j**	
Verbruik warmte	€ -	€ 7.304	**1.040 GJ/j**	
CO2 uitstoot			**322.518 kg CO2 eq.**	

Watergebruik	€ 3.018	€ 2.727	**Waterindex: 111**

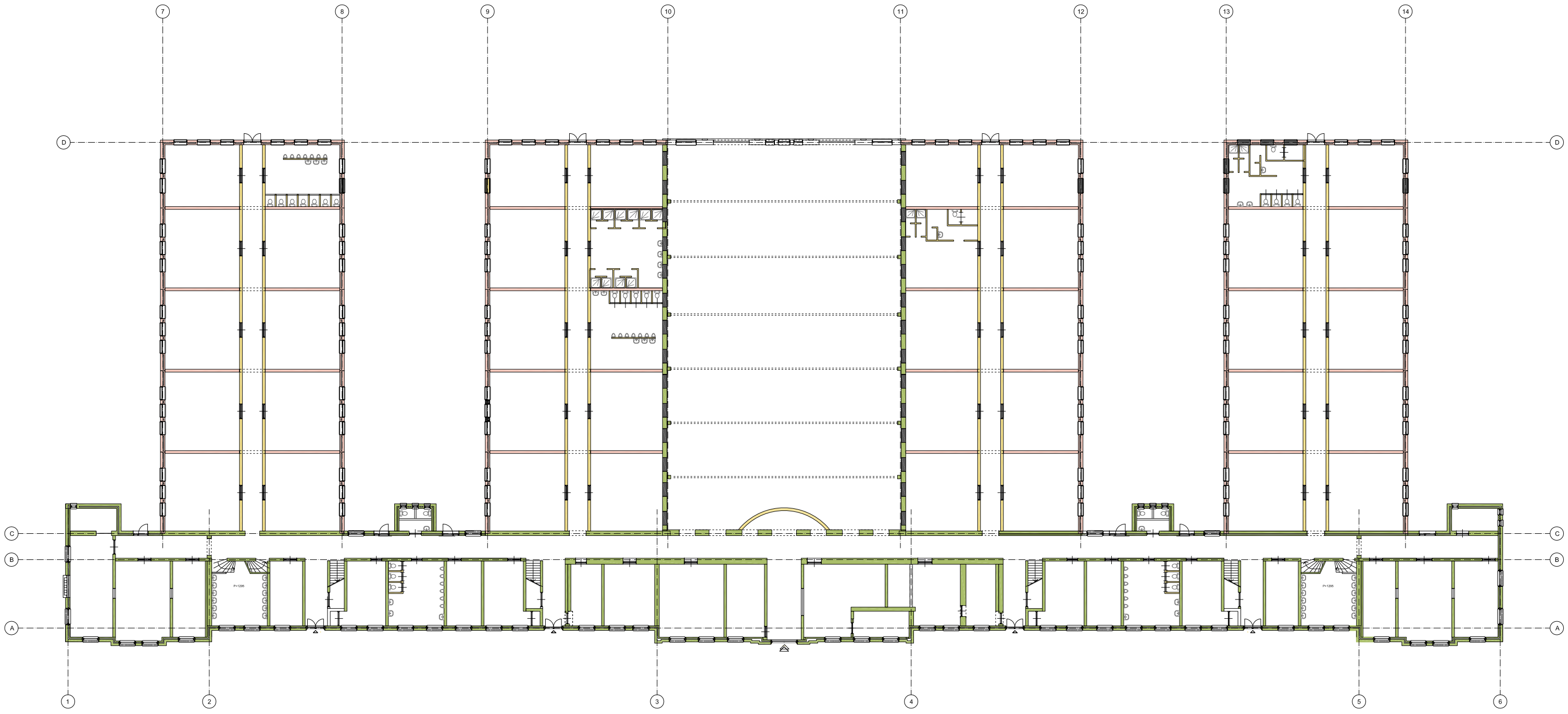
Totale milieukosten	€ 143.249	€ 46.065	**DU-INDEX: 311**



0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

1904 - 1906
Eind jaren '40
Laat 20ste eeuw

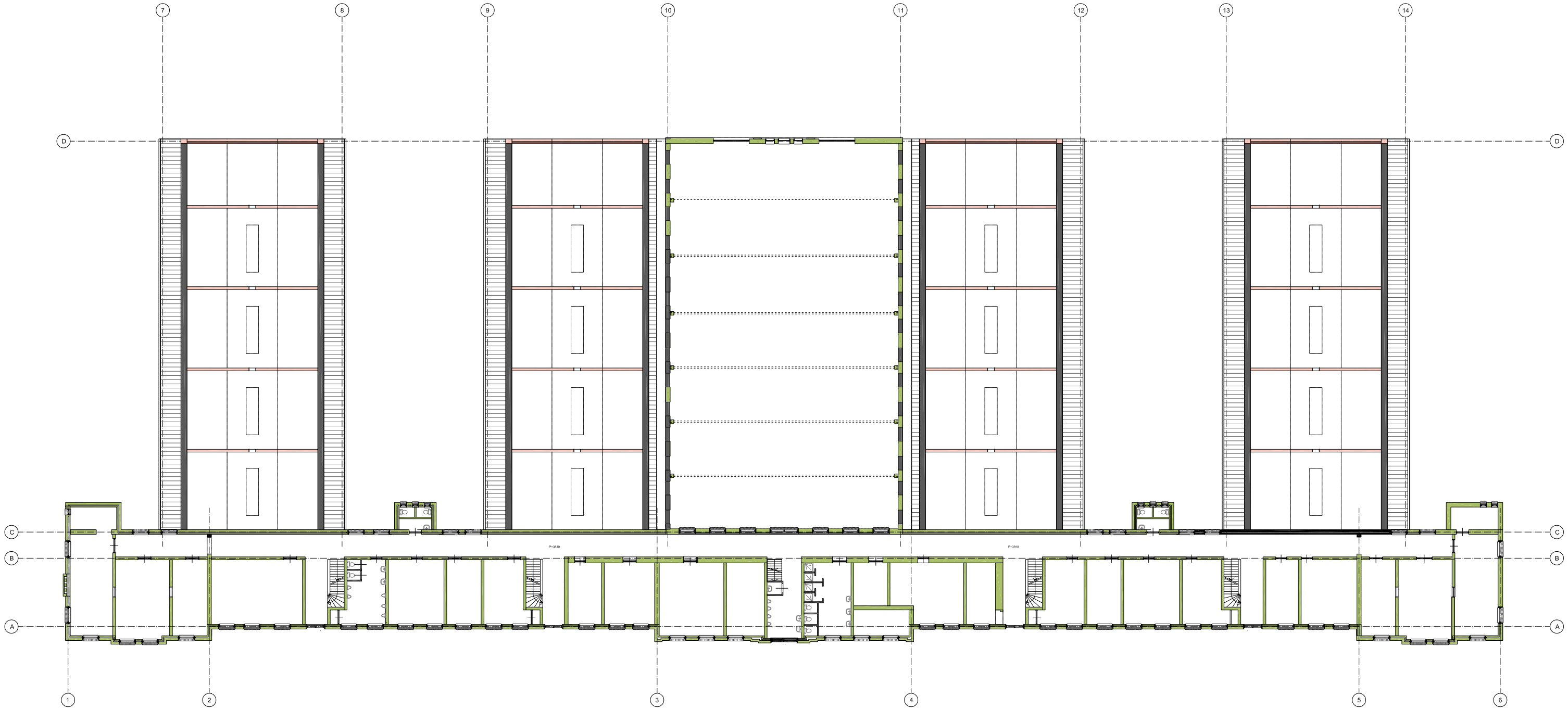
BESTAANDE TOESTAND
Johan Willem Friso Kazerne
Kelder - Datering
Schaal 1:350



0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

1904 - 1906
Eind jaren '40
Laat 20ste eeuw

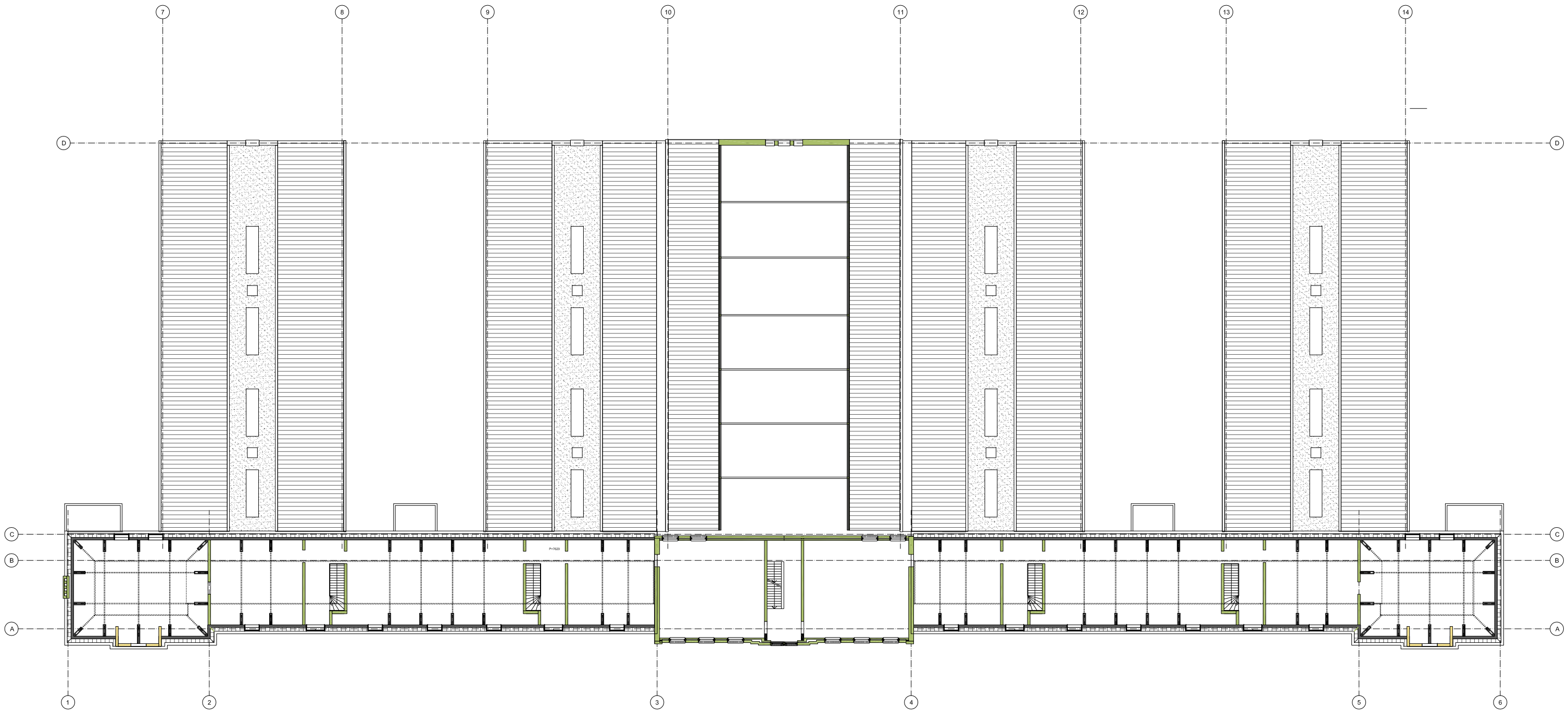
BESTAANDE TOESTAND
Johan Willem Friso Kazerne
Begane grond - Datering
Schaal 1:350



0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

1904 - 1906
Eind jaren '40
Laat 20ste eeuw

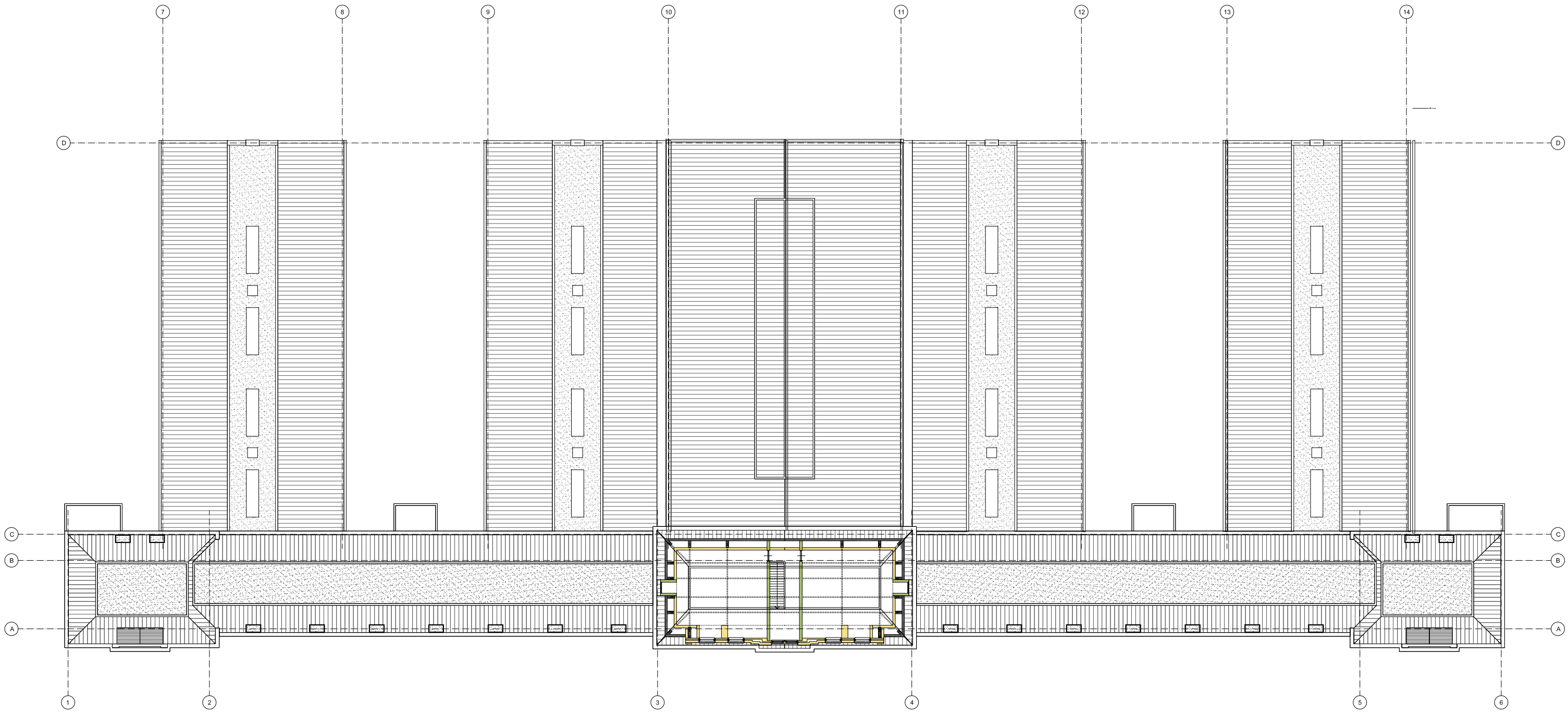
BESTAANDE TOESTAND
Johan Willem Friso Kazerne
Eerste verdieping - Datering
Schaal 1:350



0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

1904 - 1906
Eind jaren '40
Laat 20ste eeuw

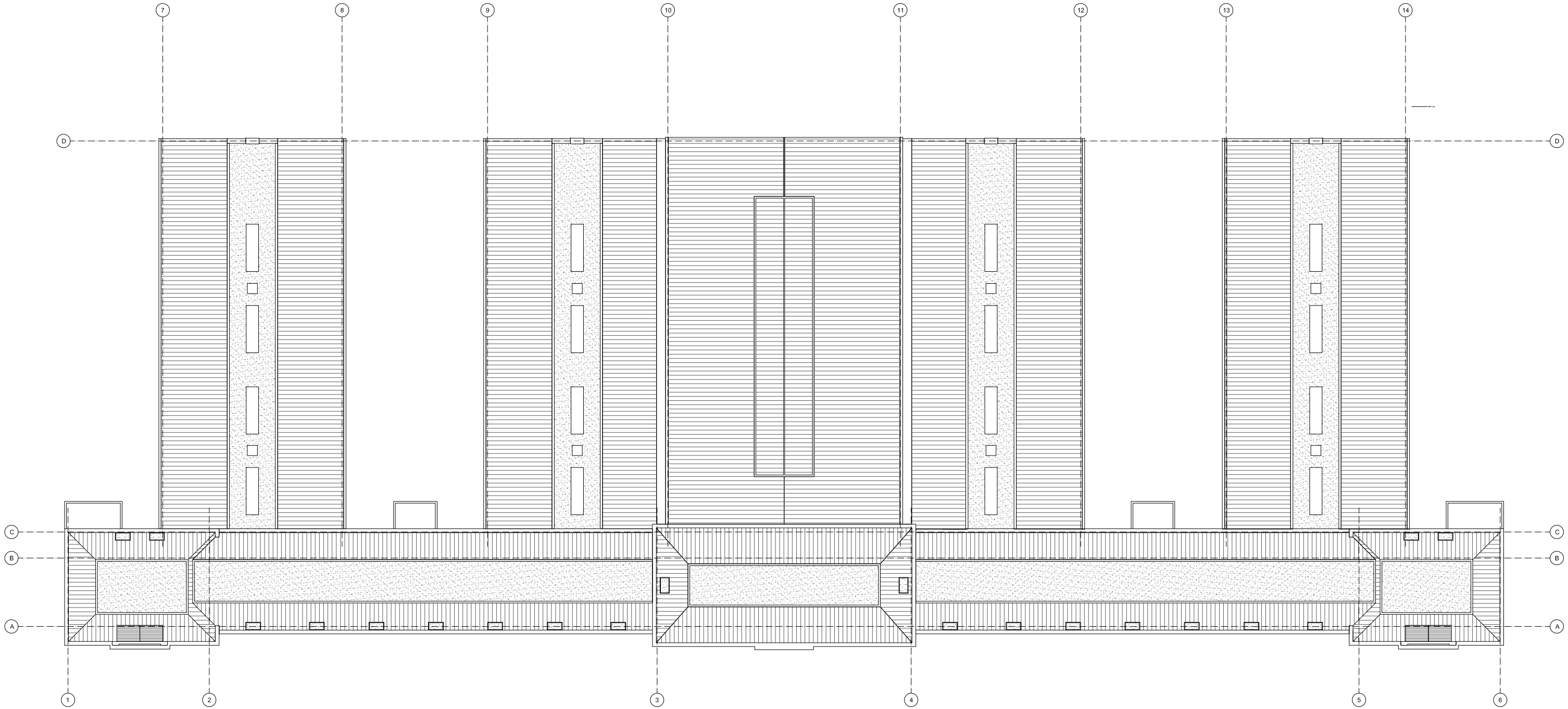
BESTAANDE TOESTAND
Johan Willem Friso Kazerne
Tweede verdieping - Datering
Schaal 1:350

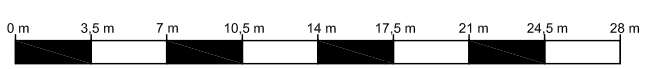


0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

1904 - 1906
Eind jaren '40
Laat 20ste eeuw

BESTAANDE TOESTAND
Johan Willem Friso Kazerne
Derde verdieping - Datering
Schaal 1:350





1904 - 1906
Eind jaren '40
Laat 20ste eeuw

BESTAANDE TOESTAND
Johan Willem Friso Kazerne
Dakaanzicht - datering
Schaal 1:350

Bijlage 2:

2a. Berekening temperatuur- en dampspanningverloop gevel
2b. Berekening dampspanningverloop dak

Bijlage 2a: Dampspanning en temperatuurverloop

gevel met spouw, zonder isolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	309,00
baksteen	0,21	9,00	1,89	486,14	694,14	763,00
luchtspouw	0,10	1,00	0,10	25,72	719,87	1051,00
baksteen	0,100	9,00	0,90	231,50	951,36	1518,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	218,64	1170,00	1547,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			3,74	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	0,6	30	2,02	-7,98	309
baksteen	0,22	0,6	30	11,09	3,11	763
spouw	0,09	0,6	30	4,54	7,65	1051
baksteen	0,11	0,6	30	5,55	13,19	1518
stucwerk	0,005	0,6	30	0,25	13,45	1547
binnen	0,13	0,6	30	6,55	20,00	2340
	0,60					

gevel met spouw, met isolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	22,72	230,72	312,00
PUR isolatie	0,80	100,00	80,00	918,16	1148,88	2065,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	11,36	1160,24	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	9,76	1170,00	2184,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			83,82	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	3,7	30	0,32	-9,68	267
baksteen	0,22	3,7	30	1,78	-7,90	312
spouw	3,2	3,7	30	25,88	17,98	2065
baksteen	0,11	3,7	30	0,89	18,87	2184
stucwerk	0,005	3,7	30	0,04	18,91	2184
binnen	0,13	3,7	30	1,05	19,96	2340
	3,71					

gevel met spouw, met isolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	273,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	25,12	233,12	337,00
EPS isolatie	0,80	90,00	72,00	913,53	1146,65	1950,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	12,56	1159,22	2117,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	10,78	1170,00	2130,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			75,82	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	2,6	30	0,46	-9,54	273
baksteen	0,22	2,6	30	2,52	-7,02	337
spouw	2,11	2,6	30	24,16	17,14	1950
baksteen	0,11	2,6	30	1,26	18,40	2117
stucwerk	0,005	2,6	30	0,06	18,45	2130
binnen	0,13	2,6	30	1,49	19,94	2340
	2,62					

gevel met spouw, met isolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	22,72	230,72	307,00
PIR isolatie	0,80	100,00	80,00	918,16	1148,88	2077,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	11,36	1160,24	2198,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	9,76	1170,00	2198,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			83,82	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	4	30	0,30	-9,70	267
baksteen	0,22	4	30	1,65	-8,05	307
spouw	3,48	4	30	26,17	18,12	2077
baksteen	0,11	4	30	0,83	18,95	2198
stucwerk	0,005	4	30	0,04	18,98	2198
binnen	0,13	4	30	0,98	19,96	2340
	3,99					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	34,50	242,50	312,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	13,94	256,44	332,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	17,25	273,70	359,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	14,81	288,51	359,00
PIR isolatie	0,060	100,00	6,00	104,56	393,06	1651,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	740,60	1133,67	2184,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	21,52	1155,19	2198,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	14,81	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			55,21	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	3,8	30	0,32	-9,68	267
baksteen	0,22	3,8	30	1,76	-7,93	312
spouw	0,09	3,8	30	0,72	-7,21	332
baksteen	0,11	3,8	30	0,88	-6,33	359
stucwerk	0,005	3,8	30	0,04	-6,29	359
isolatie	2,6	3,8	30	20,74	14,45	1651
gipsplaat	0,56	3,8	30	4,47	18,92	2184
stucwerk	0,005	3,8	30	0,04	18,96	2198
binnen	0,13	3,8	30	1,04	20,00	2340
	3,76					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	34,50	242,50	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	13,94	256,44	335,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	17,25	273,70	365,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	14,81	288,51	365,00
PUR isolatie	0,060	100,00	6,00	104,56	393,06	1609,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	740,60	1133,67	2184,00

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	3,6	30	0,34	-9,66	267
baksteen	0,22	3,6	30	1,85	-7,81	315
spouw	0,09	3,6	30	0,76	-7,05	335
baksteen	0,11	3,6	30	0,93	-6,12	365
stucwerk	0,005	3,6	30	0,04	-6,08	365
isolatie	2,4	3,6	30	20,22	14,14	1609
gipsplaat	0,56	3,6	30	4,72	18,86	2184
stucwerk	0,005	3,6	30	0,04	18,90	2184

gipsplaat	0,095	13,00	1,24	21,52	1155,19	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	14,81	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			55,21	962,00		

binnen	0,13	3,6	30	1,10	20,00	2340
	3,56					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	**dikte**	**mu**	**mu*d**	**delta p**	**laag p**	**p max**
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	33,24	241,24	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	13,43	254,67	335,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	16,62	271,29	365,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	14,27	285,56	365,00
EPS isolatie	0,090	90,00	8,10	135,98	421,54	1609,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	713,46	1135,00	2184,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	20,73	1155,73	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	14,27	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			57,31	962,00		

temperatuurverloop	**Rn**	**Rc**	**delta T**	**Tn (°C)**	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,34	-9,66	267
baksteen	0,22	3,5	30	1,87	-7,79	315
spouw	0,09	3,5	30	0,76	-7,03	335
baksteen	0,11	3,5	30	0,93	-6,09	365
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-6,05	365
isolatie	2,37	3,5	30	20,14	14,09	1609
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,76	18,85	2184
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,90	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,10	20,00	2340
	3,53					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	**dikte**	**mu**	**mu*d**	**delta p**	**laag p**	**p max**
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	28,34	236,34	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	11,45	247,79	335,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	14,17	261,97	368,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	12,17	274,13	368,00
XPS isolatie	0,080	225,00	18,00	257,66	531,79	1599,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	608,36	1140,15	2170,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	17,68	1157,83	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	12,17	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			67,21	962,00		

temperatuurverloop	**Rn**	**Rc**	**delta T**	**Tn (°C)**	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,35	-9,65	267
baksteen	0,22	3,5	30	1,91	-7,74	315
spouw	0,09	3,5	30	0,78	-6,96	335
baksteen	0,11	3,5	30	0,96	-6,00	368
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-5,96	368
isolatie	2,29	3,5	30	19,91	13,96	1599
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,87	18,83	2170
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,87	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,13	20,00	2340
	3,45					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	**dikte**	**mu**	**mu*d**	**delta p**	**laag p**	**p max**
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00

temperatuurverloop	**Rn**	**Rc**	**delta T**	**Tn (°C)**	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,35	-9,65	267

opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,63	246,63	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,61	262,24	335,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,31	281,55	368,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,58	298,13	368,00
STEENWOL isolatie	0,080	1,30	0,10	2,03	300,16	1599,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	829,16	1129,32	2170,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	24,09	1153,42	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,58	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,31	962,00		

baksteen	0,22	3,5	30	1,91	-7,74	315
spouw	0,09	3,5	30	0,78	-6,96	335
baksteen	0,11	3,5	30	0,96	-6,00	368
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-5,96	368
isolatie	2,29	3,5	30	19,91	13,96	1599
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,87	18,83	2170
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,87	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,13	20,00	2340
	3,45					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,64	246,64	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,61	262,25	335,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,32	281,57	361,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,59	298,16	365,00
GLASWOL isolatie	0,090	1,00	0,09	1,76	299,92	1619,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	829,39	1129,31	2184,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	24,10	1153,41	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,59	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,30	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	3,6	30	0,33	-9,67	267
baksteen	0,22	3,6	30	1,84	-7,83	315
spouw	0,09	3,6	30	0,75	-7,08	335
baksteen	0,11	3,6	30	0,92	-6,16	361
stucwerk	0,005	3,6	30	0,04	-6,11	365
isolatie	2,43	3,6	30	20,31	14,19	1619
gipsplaat	0,56	3,6	30	4,68	18,87	2184
stucwerk	0,005	3,6	30	0,04	18,91	2184
binnen	0,13	3,6	30	1,09	20,00	2340
	3,59					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,57	246,57	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,58	262,15	337,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,28	281,44	368,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,56	298,00	368,00
CELLULOSE isolatie	0,090	2,00	0,18	3,51	301,50	1599,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	827,88	1129,39	2170,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	24,06	1153,44	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,56	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,39	962,00		

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,35	-9,65	267
baksteen	0,22	3,5	30	1,90	-7,75	315
spouw	0,09	3,5	30	0,78	-6,97	337
baksteen	0,11	3,5	30	0,95	-6,02	368
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-5,98	368
isolatie	2,31	3,5	30	19,97	13,99	1599
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,84	18,83	2170
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,88	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,12	20,00	2340
	3,47					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,36	246,36	317,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,50	261,86	340,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,18	281,04	368,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,47	297,51	371,00
HENNEP isolatie	0,090	5,00	0,45	8,72	306,22	1589,00

temperatuurverloop	Rn	Rc	delta T	Tn (°C)	-10	260
buiten	0,04	3,4	30	0,35	-9,65	267
baksteen	0,22	3,4	30	1,94	-7,71	317
spouw	0,09	3,4	30	0,79	-6,92	340
baksteen	0,11	3,4	30	0,97	-5,95	368
stucwerk	0,005	3,4	30	0,04	-5,91	371
isolatie	2,25	3,4	30	19,79	13,89	1589
gipsplaat	0,56	3,4	30	4,93	18,81	2170

dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	823,38	1129,61	2170,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	23,93	1153,53	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,47	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,66	962,00		

stucwerk	0,005	3,4	30	0,04	18,86	2184
binnen	0,13	3,4	30	1,14	20,00	2340
	3,41					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	**dikte**	**mu**	**mu*d**	**delta p**	**laag p**	**p max**
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,36	246,36	317,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,50	261,85	340,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,18	281,03	368,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,47	297,50	368,00
VLAS isolatie	0,080	5,70	0,46	8,83	306,33	1599,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	823,28	1129,61	2170,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	23,92	1153,53	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,47	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,66	962,00		

temperatuurverloop	**Rn**	**Rc**	**delta T**	**Tn (°C)**	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,35	-9,65	267
baksteen	0,22	3,5	30	1,91	-7,74	317
spouw	0,09	3,5	30	0,78	-6,96	340
baksteen	0,11	3,5	30	0,96	-6,00	368
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-5,96	368
isolatie	2,29	3,5	30	19,91	13,96	1599
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,87	18,83	2170
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,87	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,13	20,00	2340
	3,45					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	**dikte**	**mu**	**mu*d**	**delta p**	**laag p**	**p max**
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,42	246,42	317,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,52	261,94	340,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,21	281,15	368,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,49	297,64	368,00
SCHAPENWOL isolat	0,080	4,70	0,38	7,30	304,94	1599,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	824,61	1129,55	2170,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	23,96	1153,51	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,49	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,58	962,00		

temperatuurverloop	**Rn**	**Rc**	**delta T**	**Tn (°C)**	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,35	-9,65	267
baksteen	0,22	3,5	30	1,91	-7,74	317
spouw	0,09	3,5	30	0,78	-6,96	340
baksteen	0,11	3,5	30	0,96	-6,00	368
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-5,96	368
isolatie	2,29	3,5	30	19,91	13,96	1599
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,87	18,83	2170
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,87	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,13	20,00	2340
	3,45					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,22	9,00	1,98	38,38	246,38	315,00
luchtspouw	0,80	1,00	0,80	15,51	261,89	337,00
baksteen	0,110	9,00	0,99	19,19	281,08	365,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	16,48	297,56	365,00
HOUTVEZEL isolatie	0,090	4,70	0,42	8,20	305,75	1609,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	823,83	1129,58	2184,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	23,94	1153,52	2184,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	16,48	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			49,63	962,00		

temperatuurverloop	**Rn**	**Rc**	**delta T**	**Tn (°C)**	-10	260
buiten	0,04	3,5	30	0,34	-9,66	267
baksteen	0,22	3,5	30	1,87	-7,79	315
spouw	0,09	3,5	30	0,76	-7,03	337
baksteen	0,11	3,5	30	0,93	-6,09	365
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	-6,05	365
isolatie	2,37	3,5	30	20,14	14,09	1609
gipsplaat	0,56	3,5	30	4,76	18,85	2184
stucwerk	0,005	3,5	30	0,04	18,90	2184
binnen	0,13	3,5	30	1,10	20,00	2340
	3,53					

gevel met spouw, met binnengevelisolatie en luchtspouw

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00
baksteen	0,21	9,00	1,89	32,86	240,86	312,00
luchtspouw	0,10	1,00	0,10	1,74	242,60	335,00
baksteen	0,100	9,00	0,90	15,65	258,24	361,00
stucwerk	0,050	17,00	0,85	14,78	273,02	361,00
luchtspouw	0,010	1,00	0,01	0,17	273,19	388,00
PIR isolatie	0,070	100,00	7,00	121,70	394,89	1630,00
dampremmendelaag	0,002	21250,00	42,50	738,86	1133,75	2181,00
gipsplaat	0,095	13,00	1,24	21,47	1155,22	2181,00
stucwerk	0,05	17,00	0,85	14,78	1170,00	2340,00
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00
TOTAAL			55,34	962,00		

Bijlage 2b: Dampspanningverloop dak

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	houtvezel isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,52	209,52	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,38	234,90	312,00	
isolatie	0,12	5,00	0,60	4,61	239,51	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	922,75	1162,26	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,46	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,54	1163,46	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			125,10	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	glaswol isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,53	209,53	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,48	235,00	312,00	
isolatie	0,11	1,00	0,11	0,85	235,85	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	926,38	1162,23	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,44	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,56	1163,44	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			124,61	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	xps isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,28	209,28	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	21,27	230,55	312,00	
isolatie	0,11	225,00	24,75	159,52	390,07	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	773,45	1163,52	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,01	1164,52	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	5,48	1164,52	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			149,25	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	schapenwol isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,52	209,52	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,39	234,92	312,00	
isolatie	0,11	4,70	0,52	3,98	238,89	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	923,36	1162,26	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,46	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,54	1163,46	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			125,02	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	vlas isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,52	209,52	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,37	234,89	312,00	
isolatie	0,11	5,70	0,63	4,82	239,71	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	922,55	1162,27	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,47	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,53	1163,47	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			125,13	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	hennep isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,52	209,52	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,38	234,90	312,00	
isolatie	0,12	5,00	0,60	4,61	239,51	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	922,75	1162,26	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,46	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,54	1163,46	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			125,10	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	cellulose isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,53	209,53	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,45	234,98	312,00	
isolatie	0,12	2,00	0,24	1,85	236,83	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	925,42	1162,24	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,44	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,56	1163,44	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			124,74	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	steenwol isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,53	209,53	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	25,47	235,00	312,00	
isolatie	0,11	1,30	0,14	1,10	236,10	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	926,14	1162,24	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,20	1163,44	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,56	1163,44	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			124,65	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	eps isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,41	209,41	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	23,46	232,87	312,00	
isolatie	0,12	90,00	10,80	76,79	309,66	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	853,19	1162,85	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,11	1163,96	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,04	1163,96	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			135,30	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	pur isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	1,44	209,44	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	23,96	233,40	312,00	
isolatie	0,08	100,00	8,00	58,08	291,48	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	60000,00	120,00	871,22	1162,70	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,16	1,13	1163,83	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	6,17	1163,83	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			132,50	962,00			

laag	dikte	mu	mu*d	delta p	laag p	p max	pir isolatie
buitenlucht	-	-	-	-	208,00	260,00	
opp buiten	-	-	-	-	208,00	267,00	
waterdichte dampopen laag	0,006	33,00	0,20	3,53	211,53	267,00	
dakbeschot	0,03	110,00	3,30	58,82	270,35	312,00	
isolatie	0,07	100,00	7,00	124,77	395,12	2077,00	
dampwerendelaag	0,002	21250,00	42,50	757,53	1152,65	2144,00	
gipsplaat	0,01	13,00	0,12	2,20	1154,85	2157,00	
stucwerk	0,05	17,00	0,85	15,15	1154,85	2340,00	
opp binnen	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
binnenlucht	-	-	-	-	1170,00	2340,00	
TOTAAL			53,97	962,00			

Bijlage 3:

3a-c. Warmtebehoefte berekeningen
3d. Gewenst binnenklimaat
3e. Berekening opwarmen water
3f. Kengetallen
3g. Benodigde ventilatiehoeveelheid
3h. Installatie specificaties

Bijlage 3a: Warmtebehoefte extreme temperaturen

Buitenschil - transmissie					grand cafe
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	118,20	0,33	23,26	907,12	
dichte delen gevel	55,74	0,33	30,00	551,83	
ramen	24,52	1,60	30,00	1176,96	
dak				0,00	
totaal				2635,90	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,01	30,00	398,40	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,57	5,00	3404,17	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	2635,90		1317,95	
Totaal				7756,42	65,62

Buitenschil - transmissie					restaurant
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	314,80	0,33	23,26	2415,91	
dichte delen gevel	13,86	0,33	30,00	137,21	
ramen	8,64	1,60	30,00	414,72	
	45,98	1,00	30,00	1379,40	
dak				0,00	
totaal				4347,24	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,03	30,00	1136,19	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	1,51	5,00	9066,23	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	4347,24		2173,62	
Totaal				16723,29	53,12353058

Buitenschil - transmissie					kantoor
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	18,04	0,33	23,26	138,45	
dichte delen gevel	7,53	0,33	30,00	74,55	
ramen	3,67	1,60	30,00	176,16	
dak				0,00	
totaal				389,15	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0018	30,00	65,12	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,02	5,00	108,23	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	389,15		194,58	
					17413,02402
Totaal				757,09	41,96718408

Buitenschil - transmissie					hotel
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer		0,33	24,81	0,00	
dichte delen gevel	7,15	0,33	32,00	75,50	
ramen	3,67	1,60	32,00	187,90	
dak				0,00	
totaal				263,41	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0018	32,00	68,62	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,01	7,00	119,75	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	263,41		131,70	
					40259,95072
Totaal				583,48	32,74284774

Buitenschil - transmissie					expositieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	1157,80	0,33	23,26	8885,44	
dichte delen gevel	274,38	0,33	30,00	2716,36	
ramen	138,04	1,60	30,00	6625,92	
	45,98	1,00	30,00	1379,40	
dak	1327,37	0,29	30,00	11548,12	
totaal				31155,24	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,09	30,00	3242,17	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,69	5,00	4168,08	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	31155,24		15577,62	
Totaal				54143,12	46,76379135

Buitenschil - transmissie					repetitieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	47,70	0,33	21,71	341,67	
dichte delen gevel	14,10	0,33	28,00	130,28	
ramen	8,64	1,60	28,00	387,07	
dak	51,17	0,29	28,00	415,50	
totaal				1274,52	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0066	28,00	222,58	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,03	3,00	103,03	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	1274,52		637,26	
					17899,14886
Totaal				2237,39	46,90552637

Buitenschil - transmissie					grote repetitieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	200,20	0,33	21,71	1433,99	
dichte delen gevel	120,34	0,33	28,00	1111,94	
ramen	47,42	1,60	28,00	2124,42	
dak	216,58	0,29	28,00	1758,63	
totaal				6428,98	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0301	28,00	1010,11	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,12	3,00	432,43	
Opwarmtoeslag	0,50	*Qtransmissie		Q	
	0,50	6428,98		3214,49	
					22172,01236
Totaal				11086,01	55,37465624

Buitenschil - transmissie					grote zaal
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	297,60	0,33	23,26	2283,91	
dichte delen gevel	418,69	0,33	2,00	276,34	
ramen	20,80	1,00	2,00	41,60	
dak	297,60	0,29	2,00	172,61	
totaal				2774,45	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0521	2,00	124,99	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,45	5,00	2678,40	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	2774,45		1387,23	
Totaal				6965,07	23,40412488

TOTAAL	**183332,03**

Bijlage 3b: Warmtebehoefte situatie zonder isolatie en isolerend glas

Buitenschil - transmissie					grand cafe
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	118,20	1,53	11,86	2144,42	
dichte delen gevel	55,74	1,53	30,00	2558,47	
ramen	24,52	5,20	30,00	3825,12	
dak				0,00	
totaal				8528,00	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,01	30,00	398,40	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,57	5,00	3404,17	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	8528,00		4264,00	
Totaal				16594,57	140,39

Buitenschil - transmissie					restaurant
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	314,80	1,53	11,86	5711,19	
dichte delen gevel	13,86	1,53	30,00	636,17	
ramen	8,64	5,20	30,00	1347,84	
	45,98	1,00	30,00	1379,40	
dak				0,00	
totaal				9074,61	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,03	30,00	1136,19	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	1,51	5,00	9066,23	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	9074,61		4537,30	
Totaal				23814,34	75,64910253

Buitenschil - transmissie					kantoor
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	18,04	1,53	11,86	327,29	
dichte delen gevel	7,53	1,53	30,00	345,63	
ramen	3,67	5,20	30,00	572,52	
dak				0,00	
totaal				1245,43	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0018	30,00	65,12	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,02	5,00	108,23	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	1245,43		622,72	
					46954,69937
Totaal				2041,51	113,165669

Buitenschil - transmissie					hotel
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer		1,53	11,86	0,00	
dichte delen gevel	7,15	1,53	32,00	350,06	
ramen	3,67	5,20	32,00	610,69	
dak				0,00	
totaal				960,75	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0018	32,00	68,62	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,01	7,00	119,75	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	960,75		480,38	
					112435,0547
Totaal				1629,49	91,44183764

Buitenschil - transmissie					expositieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	1157,80	1,53	11,86	21005,15	
dichte delen gevel	274,38	1,53	30,00	12594,04	
ramen	138,04	5,20	30,00	21534,24	
	45,98	1,00	30,00	1379,40	
dak	1327,37	1,53	30,00	60926,28	
totaal				117439,11	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,09	30,00	3242,17	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,69	5,00	4168,08	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	117439,11		58719,56	
Totaal				183568,92	158,549767

Buitenschil - transmissie					repetitieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	47,70	1,53	11,07	807,69	
dichte delen gevel	14,10	1,53	28,00	604,04	
ramen	8,64	5,20	28,00	1257,98	
dak	51,17	1,53	28,00	2192,12	
totaal				4861,85	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0066	28,00	222,58	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,03	3,00	103,03	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	4861,85		2430,92	
					60947,03861
Totaal				7618,38	159,7144618

Buitenschil - transmissie					grote repetitieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	200,20	1,53	11,07	3389,95	
dichte delen gevel	120,34	1,53	28,00	5155,37	
ramen	47,42	5,20	28,00	6904,35	
dak	216,58	1,53	28,00	9278,29	
totaal				24727,95	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0301	28,00	1010,11	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,12	3,00	432,43	
Opwarmtoeslag	0,50	*Qtransmissie		Q	
	0,50	24727,95		12363,98	
					77068,93654
Totaal				38534,47	192,4798615

Buitenschil - transmissie					grote zaal
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	297,60	1,53	11,86	5399,15	
dichte delen gevel	418,69	1,53	2,00	1281,19	
ramen	20,80	5,20	2,00	216,32	
dak	297,60	1,53	2,00	910,66	
totaal				7807,31	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0521	2,00	124,99	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,45	5,00	2678,40	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	7807,31		3903,66	
Totaal				14514,36	48,77137926

TOTAAL	**535897,92**

Bijlage 3c: Warmtebehoefte voor gemiddelde temperaturen

grand cafe

Buitenschil - transmissie				
	A	*U	*ΔT	Q
Begane grondvloer	118,20	0,33	22,48	876,88
dichte delen gevel	55,74	0,33	13,00	239,12
ramen	24,52	1,60	13,00	510,02
dak				0,00
totaal				1626,02
Buitenschil - infiltratie				
	ρ*c	*q	*ΔT	Q
	1200,00	0,01	13,00	172,64
Ventilatie				
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q
	1200,00	0,57	4,00	2723,33
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q
	0,50	1626,02		813,01
Totaal				5335,00

restaurant

Buitenschil - transmissie				
	A	*U	*ΔT	Q
Begane grondvloer	314,80	0,33	22,48	2335,38
dichte delen gevel	13,86	0,33	13,00	59,46
ramen	8,64	1,60	13,00	179,71
	45,98	1,00	13,00	597,74
dak				0,00
totaal				3172,29
Buitenschil - infiltratie				
	ρ*c	*q	*ΔT	Q
	1200,00	0,03	13,00	492,35
Ventilatie				
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q
	1200,00	1,51	4,00	7252,99
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q
	0,50	3172,29		1586,14
Totaal				12503,77

kantoor

Buitenschil - transmissie				
	A	*U	*ΔT	Q
Begane grondvloer	18,04	0,33	22,48	133,83
dichte delen gevel	7,53	0,33	13,00	32,30
ramen	3,67	1,60	13,00	76,34
dak				0,00
totaal				242,47
Buitenschil - infiltratie				
	ρ*c	*q	*ΔT	Q
	1200,00	0,0018	13,00	28,22
Ventilatie				
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q
	1200,00	0,02	4,00	86,59
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q
	0,50	242,47		121,24

Totaal				478,51	11005,82733

Buitenschil - transmissie					hotel
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer				0,00	
dichte delen gevel	7,15	0,33	14,00	33,03	
ramen	3,67	1,60	14,00	82,21	
dak				0,00	
totaal				115,24	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0018	14,00	30,02	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,01	5,00	85,53	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	115,24		57,62	
Totaal				288,42	19900,67594

Buitenschil - transmissie					expositieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	1157,80	0,33	22,48	8589,26	
dichte delen gevel	274,38	0,33	13,00	1177,09	
ramen	138,04	1,60	13,00	2871,23	
	45,98	1,00	13,00	597,74	
dak	1327,37	0,29	13,00	5004,18	
totaal				18239,51	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,09	13,00	1404,94	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,69	4,00	3334,47	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	18239,51		9119,75	
Totaal				32098,67	

Buitenschil - transmissie					repetitieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	47,70	0,33	20,93	329,46	
dichte delen gevel	14,10	0,33	11,00	51,18	
ramen	8,64	1,60	11,00	152,06	
dak	51,17	0,29	11,00	163,23	
totaal				695,94	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0066	11,00	87,44	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,03	2,00	68,69	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	

	0,50	695,94		347,97	
Totaal				1200,04	9600,339755

Buitenschil - transmissie					grote repetitieruimte
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	200,20	0,33	20,93	1382,78	
dichte delen gevel	120,34	0,33	11,00	436,83	
ramen	47,42	1,60	11,00	834,59	
dak	216,58	0,29	11,00	690,89	
totaal				3345,09	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0301	11,00	396,83	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,12	2,00	288,29	
Opwarmtoeslag	0,50	*Qtransmissie		Q	
	0,50	3345,09		1672,55	
Totaal				5702,76	11405,5101

Buitenschil - transmissie					grote zaal
	A	*U	*ΔT	Q	
Begane grondvloer	297,60	0,33	22,48	2207,78	
dichte delen gevel	418,69	0,33	1,00	138,17	
ramen	20,80	1,60	1,00	33,28	
dak	297,60	0,29	1,00	86,30	
totaal				2465,53	
Buitenschil - infiltratie					
	ρ*c	*q	*ΔT	Q	
	1200,00	0,0521	1,00	62,50	
Ventilatie					
	ρ*c	*q	*Δtbinnen-inblaas	Q	
	1200,00	0,45	4,00	2142,72	
Opwarmtoeslag	0,50	Qtransmissie		Q	
	0,50	2465,53		1232,76	
Totaal				5903,51	

TOTAAL	**107753,30**

Bijlage 3d: Bepaling binnenklimaat

3.1 Oefenruimte winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. Ta [C]	Stralings-temp. Ts [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. Tcl [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient hc [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid PMV	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen PPD (%)	Maximale damp-spanning ps [Pa]	Optredende damp-spanning pa [Pa]
20	20	25,70	25,69	OK	3,83	-0,33		7	2336	1168
21	21	26,27	26,27	OK	3,83	-0,12		5	2485	1242
22	22	26,85	26,83	OK	3,83	0,10		5	2641	1321
23	23	27,40	27,45	OK	3,83	0,30		7	2807	1403
24	24	27,98	28,03	OK	3,83	0,52		11	2981	1491
25	25	28,56	28,61	OK	3,83	0,75		17	3165	1582
26	26	29,17	29,15	OK	3,83	0,99		26	3358	1679
27	27	29,73	29,77	OK	3,83	1,20		35	3562	1781
28	28	30,32	30,36	OK	3,83	1,43		47	3777	1888
29	29	30,91	30,94	OK	3,83	1,66		60	4002	2001
30	30	31,51	31,52	OK	3,83	1,90		72	4239	2120
31	31	32,10	32,12	OK	3,83	2,13	onnauwkeu	82	4488	2244

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,5	0,08

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,10 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. Ta [C]	Stralings-temp. Ts [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. Tcl [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient hc [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid PMV	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen PPD (%)	Maximale damp-spanning ps [Pa]	Optredende damp-spanning pa [Pa]
20	20	28,10	28,10	OK	4,02	-1,43		47	2336	1168
21	21	28,53	28,53	OK	3,94	-1,12		31	2485	1242
22	22	28,95	28,96	OK	3,86	-0,81		19	2641	1321
23	23	29,36	29,37	OK	3,83	-0,51		10	2807	1403
24	24	29,76	29,77	OK	3,83	-0,21		6	2981	1491
25	25	30,16	30,17	OK	3,83	0,08		5	3165	1582
26	26	30,54	30,59	OK	3,83	0,37		8	3358	1679
27	27	30,95	30,99	OK	3,83	0,68		15	3562	1781
28	28	31,36	31,39	OK	3,83	0,98		25	3777	1888
29	29	31,77	31,80	OK	3,83	1,29		40	4002	2001
30	30	32,18	32,21	OK	3,83	1,60		56	4239	2120
31	31	32,60	32,61	OK	3,83	1,91		73	4488	2244
			33,74	16,87	3,83	-12,91	ongeldig	100	611	306

3.2 Algemeen winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,7	98,94
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. Ta [C]	Stralings-temp. Ts [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. Tcl [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient hc [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid PMV	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen PPD (%)	Maximale damp-spanning ps [Pa]	Optredende damp-spanning pa [Pa]
14	14	21,85	21,90	OK	3,98	-0,51		11	1597	798
15	15	22,48	22,44	OK	3,94	-0,34		7	1704	852
16	16	23,05	23,07	OK	3,88	-0,20		6	1816	908
17	17	23,67	23,63	OK	3,83	-0,03		5	1936	968
18	18	24,23	24,20	OK	3,83	0,12		5	2062	1031
19	19	24,80	24,77	OK	3,83	0,27		6	2195	1098
20	20	25,37	25,35	OK	3,83	0,42		9	2336	1168
21	21	25,95	25,91	OK	3,83	0,58		12	2485	1242
22	22	26,52	26,49	OK	3,83	0,73		16	2641	1321
23	23	27,10	27,07	OK	3,83	0,88		22	2807	1403
24	24	27,66	27,68	OK	3,83	1,03		27	2981	1491
25	25	28,26	28,23	OK	3,83	1,20		35	3165	1582
			32,93	16,46	3,83	-8,69	ongeldig	100	611	306

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,7	98,94
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,7	0,11

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,12 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. Ta [C]	Stralings-temp. Ts [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. Tcl [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient hc [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid PMV	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen PPD (%)	Maximale damp-spanning ps [Pa]	Optredende damp-spanning pa [Pa]
17	17	25,06	25,06	OK	4,01	-0,50		10	1936	968
18	18	25,57	25,56	OK	3,95	-0,31		7	2062	1031
19	19	26,08	26,07	OK	3,88	-0,13		5	2195	1098
20	20	26,58	26,58	OK	3,83	0,06		5	2336	1168
21	21	27,06	27,05	OK	3,83	0,24		6	2485	1242
22	22	27,54	27,54	OK	3,83	0,42		9	2641	1321
23	23	28,02	28,03	OK	3,83	0,60		13	2807	1403
24	24	28,51	28,51	OK	3,83	0,79		18	2981	1491
25	25	29,00	28,99	OK	3,83	0,97		25	3165	1582
26	26	29,48	29,49	OK	3,83	1,16		33	3358	1679
27	27	29,97	29,98	OK	3,83	1,34		43	3562	1781
28	28	30,46	30,48	OK	3,83	1,53		53	3777	1888
			32,93	16,46	3,83	-8,42	ongeldig	100	611	306

3.3 Uitvoeren winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,7	98,94
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
14	14	21,85	21,90	OK	3,98	-0,51		11	1597	798
15	15	22,47	22,45	OK	3,93	-0,35		8	1704	852
16	16	23,05	23,07	OK	3,88	-0,20		6	1816	908
17	17	23,67	23,63	OK	3,83	-0,03		5	1936	968
18	18	24,23	24,20	OK	3,83	0,12		5	2062	1031
19	19	24,80	24,77	OK	3,83	0,27		6	2195	1098
20	20	25,37	25,35	OK	3,83	0,42		9	2336	1168
21	21	25,95	25,91	OK	3,83	0,58		12	2485	1242
22	22	26,52	26,49	OK	3,83	0,73		16	2641	1321
23	23	27,10	27,07	OK	3,83	0,88		22	2807	1403
24	24	27,66	27,68	OK	3,83	1,03		27	2981	1491
25	25	28,26	28,23	OK	3,83	1,20		35	3165	1582
			32,93	16,46	3,83	-8,69	ongeldig	100	611	306

3.4 Hotel winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1	58,2
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	25,84	25,81	OK	3,83	0,87		21	2336	1168
21	21	26,41	26,39	OK	3,83	-0,61		13	2485	1242
22	22	26,98	26,97	OK	3,83	-0,34		7	2641	1321
23	23	27,56	27,54	OK	3,83	-0,07		5	2807	1403
24	24	28,14	28,12	OK	3,83	0,20		6	2981	1491
25	25	28,72	28,70	OK	3,83	0,48		10	3165	1582
26	26	29,30	29,29	OK	3,83	0,75		17	3358	1679
27	27	29,89	29,86	OK	3,83	1,04		28	3562	1781
28	28	30,47	30,46	OK	3,83	1,31		41	3777	1888
29	29	31,06	31,05	OK	3,83	1,59		56	4002	2001
30	30	31,65	31,64	OK	3,83	1,88		71	4239	2120
31	31	32,24	32,24	OK	3,83	2,16	onnauwkeu	84	4488	2244
			34,07	17,04	3,83	-17,45	ongeldig	100	611	306

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1	58,2
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,5	0,08

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel	
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel	

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,10 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	28,30	28,27	OK	4,04	2,28	onnauwkeu	87	2336	1168
21	21	28,73	28,70	OK	3,97	-1,89		72	2485	1242
22	22	29,16	29,12	OK	3,89	-1,50		51	2641	1321
23	23	29,58	29,54	OK	3,83	-1,12		32	2807	1403
24	24	29,98	29,94	OK	3,83	-0,76		17	2981	1491
25	25	30,38	30,34	OK	3,83	-0,39		8	3165	1582
26	26	30,76	30,76	OK	3,83	-0,03		5	3358	1679
27	27	31,19	31,14	OK	3,83	0,35		8	3562	1781
28	28	31,57	31,57	OK	3,83	0,72		16	3777	1888
29	29	32,00	31,96	OK	3,83	1,11		31	4002	2001
30	30	32,41	32,37	OK	3,83	1,49		50	4239	2120
31	31	32,82	32,78	OK	3,83	1,87		71	4488	2244
			34,07	17,04	3,83	-16,59	ongeldig	100	611	306

3.5 Kantoor winter en zomer

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	25,69	25,70	OK	3,83	-0,34		7	2336	1168
21	21	26,26	26,28	OK	3,83	-0,13		5	2485	1242
22	22	26,84	26,85	OK	3,83	0,10		5	2641	1321
23	23	27,41	27,43	OK	3,83	0,31		7	2807	1403
24	24	27,99	28,01	OK	3,83	0,53		11	2981	1491
25	25	28,60	28,55	OK	3,83	0,77		18	3165	1582
26	26	29,15	29,18	OK	3,83	0,98		25	3358	1679
27	27	29,76	29,73	OK	3,83	1,22		36	3562	1781
28	28	30,33	30,34	OK	3,83	1,43		47	3777	1888
29	29	30,93	30,91	OK	3,83	1,67		60	4002	2001
30	30	31,53	31,49	OK	3,83	1,91		73	4239	2120
31	31	32,10	32,12	OK	3,83	2,13	onnauwkeu	82	4488	2244
			33,74	16,87	3,83	-13,59	ongeldig	100	611	306

Invoergegevens Alle gele cellen zijn invoercellen.
Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie

Persoonsgebonden parameters:

1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,2	69,84
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,7	0,11

Omgevingsparameters:

3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50

5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,12 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** [C]	Stralings-temp. **Ts** [C]	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** [C]	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** [W/m2K]	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** [Pa]	Optredende damp-spanning **pa** [Pa]
20	20	26,97	26,97	OK	3,87	0,89		22	2336	1168
21	21	27,46	27,48	OK	3,83	-0,63		13	2485	1242
22	22	27,94	27,96	OK	3,83	-0,37		8	2641	1321
23	23	28,43	28,43	OK	3,83	-0,11		5	2807	1403
24	24	28,91	28,92	OK	3,83	0,14		5	2981	1491
25	25	29,40	29,41	OK	3,83	0,41		8	3165	1582
26	26	29,89	29,89	OK	3,83	0,67		14	3358	1679
27	27	30,38	30,39	OK	3,83	0,94		24	3562	1781
28	28	30,88	30,87	OK	3,83	1,21		36	3777	1888
29	29	31,37	31,37	OK	3,83	1,47		50	4002	2001
30	30	31,87	31,86	OK	3,83	1,75		64	4239	2120
31	31	32,37	32,36	OK	3,83	2,02	onnauwkeu	78	4488	2244
			33,74	16,87	3,83	-13,18	ongeldig	100	611	306

3.6 Expositieruimte winter en zomer

Invoergegevens	Alle gele cellen zijn invoercellen. Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie	
Persoonsgebonden parameters:		
1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,6	93,12
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	1	0,16
Omgevingsparameters:		
3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1	
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50	
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel		
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel		

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,15 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** **[C]**	Stralings-temp. **Ts** **[C]**	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** **[C]**	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** **[W/m2K]**	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** **[Pa]**	Optredende damp-spanning **pa** **[Pa]**
15	15	22,54	22,50	OK	3,94	-0,50		10	1704	852
16	16	23,13	23,11	OK	3,89	-0,34		7	1816	908
17	17	23,72	23,71	OK	3,83	-0,18		6	1936	968
18	18	24,27	24,31	OK	3,83	-0,03		5	2062	1031
19	19	24,84	24,88	OK	3,83	0,13		5	2195	1098
20	20	25,41	25,45	OK	3,83	0,29		7	2336	1168
21	21	25,99	26,02	OK	3,83	0,46		9	2485	1242
22	22	26,56	26,60	OK	3,83	0,62		13	2641	1321
23	23	27,14	27,17	OK	3,83	0,78		18	2807	1403
24	24	27,72	27,75	OK	3,83	0,95		24	2981	1491
25	25	28,31	28,32	OK	3,83	1,12		31	3165	1582
26	26	28,89	28,91	OK	3,83	1,28		39	3358	1679

Invoergegevens	Alle gele cellen zijn invoercellen. Zie dictaat 66, hfdst. 2 voor meer informatie	
Persoonsgebonden parameters:		
1. M Metabolisme (aktiviteitenniveau) in [met	1,6	93,12
2. Icl Kledingisolatie in [clo]	0,7	0,11
Omgevingsparameters:		
3. v Luchtsnelheid in [m/s]	0,1	
4. RV Relatieve luchtvochtigheid in %	50	
5. Ta Luchttemperatuur in [C]: zie tabel		
6. Ts Gemiddelde stralingstemperatuur in [C]: zie tabel		

Overige variabelen

W : uitwendig arbeidsvermogen. Dit is 0 [W/m2]
fcl: verhouding gekleed tov huidoppen 1,12 [-]

Temperatuur kledingoppervlak
Tcl: dit is de temperatuur van het kledingoppervlak.
Belangrijk: zie toelichting

hc: convectieve warmteoverdrachtscoefficient
ps: maximalewaterdampspanning [Pa]: zie rekentabel
pa: partiele waterdampdruk [Pa]: zie rekentabel

Rekentabel Model van Fanger

Lucht-temp. **Ta** **[C]**	Stralings-temp. **Ts** **[C]**	volgende schatting Tcl [C]	Kleding temp. **Tcl** **[C]**	iteratie (vul in bij kolom C tot OK)	Convectieve warmte-overdrachts coefficient **hc** **[W/m2K]**	Voorspelde beoordeling behaaglijk-heid **PMV**	opm.	Voorspeld percentage ontevredenen **PPD (%)**	Maximale damp-spanning **ps** **[Pa]**	Optredende damp-spanning **pa** **[Pa]**
15	15	24,11	24,12	OK	4,13	-1,07		29	1704	852
16	16	24,62	24,63	OK	4,08	-0,87		21	1816	908
17	17	25,13	25,14	OK	4,02	-0,67		15	1936	968
18	18	25,64	25,65	OK	3,96	-0,48		10	2062	1031
19	19	26,17	26,13	OK	3,89	-0,27		7	2195	1098
20	20	26,65	26,67	OK	3,83	-0,08		5	2336	1168
21	21	27,13	27,15	OK	3,83	0,11		5	2485	1242
22	22	27,61	27,63	OK	3,83	0,30		7	2641	1321
23	23	28,10	28,11	OK	3,83	0,49		10	2807	1403
24	24	28,59	28,59	OK	3,83	0,69		15	2981	1491
25	25	29,07	29,08	OK	3,83	0,88		21	3165	1582
26	26	29,57	29,56	OK	3,83	1,08		30	3358	1679
		33,09	16,55		3,83	-9,04	ongeldig	100	611	306

Bijlage 3e. Benodigde energie voor opwarmen water

Douchen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,225 * 4180 * (38-10)/3600	7315

Wassen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,075 * 4180 * (40-10)/3600	26125

Afwassen

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,03063 * 4180 * (60-10)/3600	1778,24

Koffie en thee

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,01225 * 4180 * (100-10)/3600	1280,125

Voedsel bereiding

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,02042 * 4180 * (80-10)/3600	1659,69

Na aanpassen hoeveelheid water:

Douchen

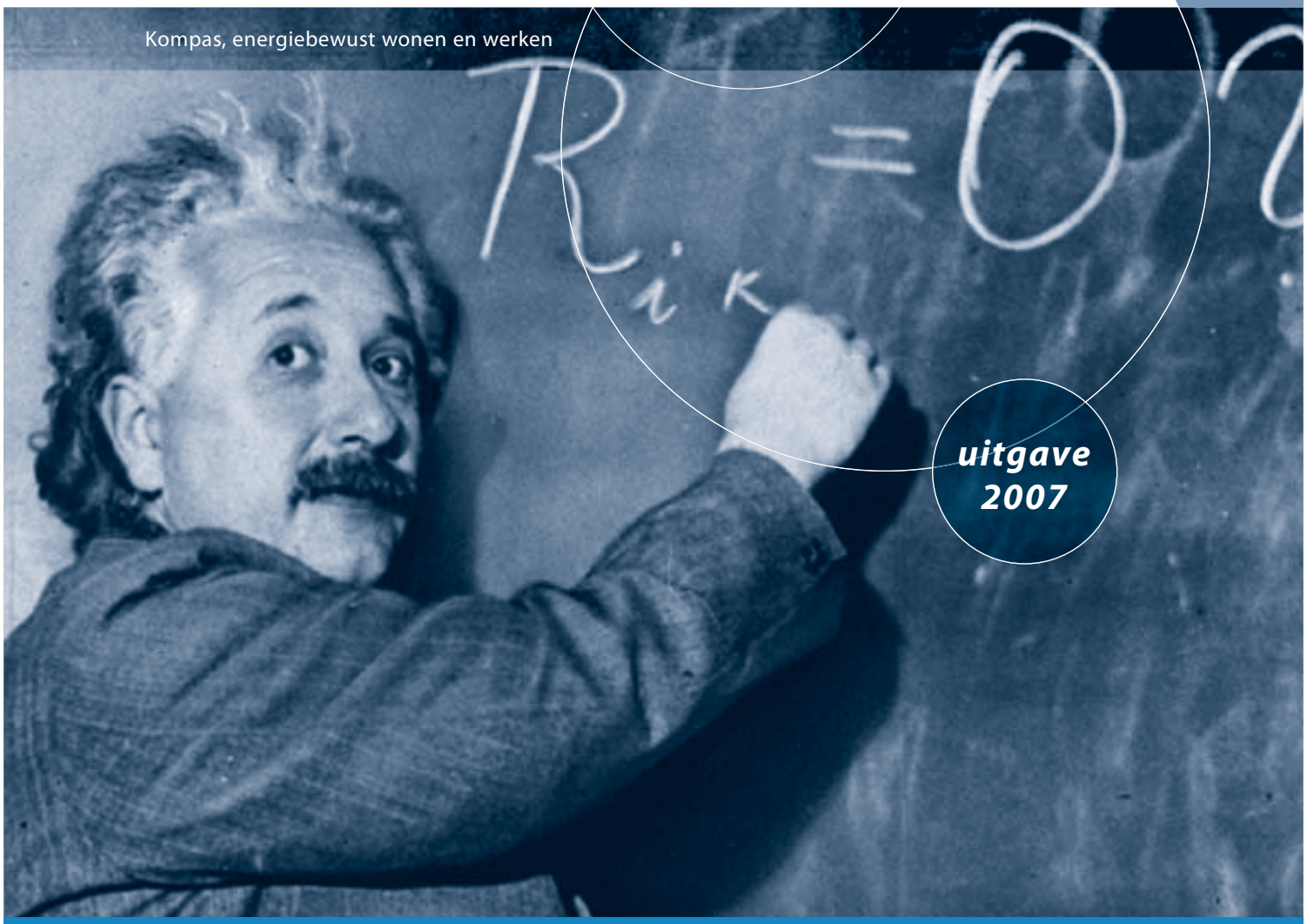
$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 2,70 * 4180 * (38-10)/3600	87780

Voedsel bereiding

$\rho * V * c * \Delta(T_{gewenst-aanvoer}) =$	Q_{opwarm} (W)
1000 * 0,060 * 4180 * (80-10)/3600	4876,67

SenterNovem

Kompas, energiebewust wonen en werken



uitgave 2007

Cijfers en tabellen 2007

in opdracht van

VROM

Elektriciteitsverbruik verwarming, warm water en reiniging

TYPE APPARAAT		
VERWARMING EN WARMWATER		
Elektrische boiler <20 liter	1.000	719
Elektrische boiler >20 liter	1.350	1.903
Elektrische geiser	9.000	549
Centrale verwarming (individueel)	133	271
Elektrische badkachel	600	95
Elektrische straalkachel	250	26
Elektrische ventilatorkachel	600	126
Convector (elektrische radiator)	600	126
Elektrische vloerverwarming	300	47
Elektrische warmte-pompboiler, 270 liter*	2.050	700
REINIGING		
Vaatwasmachine	-	305
Losse centrifuge	300	15
Wasdroger	-	599
Wasmachine	-	231
Strijkijzer	600	24
Strijkmachine	500	20
Stofzuiger	900	54
Kruimeldief	2	15

** 0,55 kW warmtepomp en 1,5 kW elektrische bijverwarming*
BronRedenko / Meijer E&M, 2005 (m.b.t. warmtepompboiler)
BEK, 2000 (m.b.t. overige)

Elektriciteitsverbruik persoonlijke verzorging

TYPE APPARAAT		
Zonnebank	1.600	32,0
Gezichtsolarium	900	18,0
Föhn	900	11,0
Scheerapparaat	3	0,2
Scheerstopcontact	2	18,0
Elektrische tandenborstel	1	5,0
Krulset/-tang	100	4,0
Whirlpool/jacuzzi	100	21,0
Sauna	2.000	416,0
Ladyshave	3	0,0

Bron: BEK, 2000

Elektriciteitsverbruik hobby en audio/video/communicatie

TYPE APPARAAT		
HOBBY		
Gitaar	100	16
Basgitaar	100	16
Ritmebox	100	16
Zanginstallatie	100	16
Aquarium met aquariumpomp	20	175
Fonteinpomp	3	8
Breimache	100	3
Schrijfmachine	40	1
AUDIO/VIDEO/COMMUNICATIE		
VCR/DVD recorder	20	108
TV (eerste toestel)	120	207
TV (tweede toestel)	80	51
TV (derde toestel)	80	25
losse radio	20	23
Tuner	10	12
Versterker	53	64
Cassettedeck	11	11
Platenspeler	50	3
CD-speler/DVD-speler	11	10
Micro-, midi-, full-size installatie	35	52
Computer (+ monitor)	130	135
Printer	35	5
Telefooninstallatie	6	34
Draadloze telefoon	0	26
Satelietontvanger	21	108
Antenneversterker	80	66
Set top box	15	131
Antwoordapparaat	3	26
Fax en/of modem, telefoon + fax	28	76

Bron BEK, 1997, 2000

10 Warmtepompen en aquifers

Positieve invloedsfactoren op de rentabiliteit van een warmtepompinstallatie

Gelijkmatige continu aanwezige warmtebehoefte (na besparingsmaatregelen)
Een laag temperatuurniveau
Beschikbaarheid van een warmtebron (grondwater, zon, afvalwater, etc)
Een combinatie met koeling mogelijk
Warmteopslag in de bodem mogelijk

Bron: Novem

Toepassingsmogelijkheden warmtepomp

TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN	TEMPERATUUR (°C)
LTS (vloer- of wandverwarming)	30 - 45
Luchtverwarming (ventilatie)	30 - 50
Radiatoren (vergroot)	45 - 55
Warm tapwater	50 - 60
Zwembadwater	30 - 45

Bron: Meijer E&M, 2003

Mogelijke warmtebronnen

WARMTEBRONNEN (IN VOLGORDE VAN BELANG)	TEMPERATUUR (°C)	PER
De bodem (grondwater, heipalen)	5 - 18	1,6
Ventilatie afzuiglucht	10 - 25	1,6
Afvalwarmte uit productieproces	20 - 40	2,6
Oppervlaktewater	0 - 20	1,3
Buitenlucht	0 - 15	1,1
Riool	10 - 30	1,8

PER = nuttige geleverde energie / primaire energie.

De PER van een conventionele cv-ketel is 0,9.

Bron: Meijer E&M, 2003, SenterNovem, 2005

Kentallen van warmtepompen

SOORT WARMTEPOMP	RUIMTEVERWARMING		TAPVERWARMING	
	V_R (H/JR)	COP_R	$Q_{WP,T}$ (GJ/J)	COP_T
Standaard (≤ 10 kW)	1,128	3,95	n.v.t.	n.v.t.
Standaard (> 10 kW)	3,013	3,66	n.v.t.	n.v.t.
Combi (≤ 10 kW)	1,128	3,95	8,940	2,1
Combi (> 10 kW)	3,013	3,66	8,940	2,1
Warmtepompboiler	n.v.t.	n.v.t.	8,940	2,4
Omkeerbaar	3,013	3,00	n.v.t.	n.v.t.
Gasabsorptie (≤ 10 kW)	1.128	1,2	n.v.t.	1,2
Gasabsorptie (> 10 kW)	3,013	1,2	n.v.t.	1,2
warmteterugwinning bij melkkoeling (per melkkoe)			0,5	4,0

In de hier vermelde COP's is de benodigde hulpenergie voor pompen verwerkt.

Bron: TNO-MEP, 2004 en Segers en de Koning, 2006

Indicatieve kostprijs elektrisch aangedreven warmtepompen

THERMISCH VERMOGEN (kWth)	KOSTEN (EURO)	KOSTEN PER kW (EURO/kW)
COMBI WARMTEPOMPEN (WONINGBOUW) VERWARMEN, KOELEN EN WARM TAPWATER		
3	4.200	1.400
5	4.500	900
9	4.700	520
WARMTEPOMP VOOR GRONDWATER (WATER-WATER)		
3	3.900	1.300
6	4.100	680
11	5.200	470
14	6.150	440
20	7.500	380
25	9.000	360
36	10.200	280
53	14.680	280
70	17.950	260
88	19.670	220
SPLIT WARMTEPOMP (LUCHT/WATER), EXCL. VERDAMPER		
10	6.765	675
15	7.570	500
20	9.000	450
27	10.850	400

Investeringen excl. subsidies, excl. BTW

Bron: www.Techneco.nl, 2005

Opwekkingsrendement (COP) elektrische warmtepompen utiliteitsbouw

BRONNEN	TEMPERATUURNIVEAUS WARMTE-AFGIFTE		
	ZEER LAGE TEMPERATUUR*	LAGE TEMPERATUUR	MIDDEN TEMPERATUUR
Buitenlucht/bodem	3,4	3,1	2,8
Oppervlaktewater	4,1	3,7	3,3
Grondwater/aquifer	4,7	4,2	3,6
Retour-/afvallucht	6,1	5,1	4,4

** Vloer- en wandverwarming*

Bron: NEN 2916

Indicatieve kostprijs bronsystemen

	INDICATIEVE KOSTPRIJS (EURO/kW)			
	100 kW	500 kW	750 kW	1.500 kW
Ventilatielucht	350	320	300	300
Bodemopslag/aquifer	900	400	400	300
Grondwater	850	350	350	300
Oppervlaktewater	400	400	400	400
Bodemcollector	500	500		
Buitenlucht (mechanisch)	350	320		

Bron: SenterNovem, 2005

11 WKK

Eigenschappen van een viertal warmtekrachtinstallaties

GROOTHEID	INGAAND VERMOGEN* (kW)	AARDGAS-VERBRUIK** (M^3/H)	ELEKTRISCH VERMOGEN (kW)	THERMISCH VERMOGEN (kW)	ELEKTRISCH RENDEMENT (%)	THERMISCH RENDEMENT (%)
Voorbeeld 1 - gasmotor	20	2	5,5	13	28	63
Voorbeeld 2 - gasturbine	65	7	20	39	30	59
Voorbeeld 3 - gasmotor	115	12	30	63	26	59
Voorbeeld 4 - gasmotor	470	48	165	280	35	51
Voorbeeld 5 - gasmotor	2600	300	1065	1380	41	53
Voorbeeld micro WKK	5	0,5	1	4	20	80

**Op calorische bovenwaarde*

***Bij 0°C en 1.013 mbar*

Bron: COGEN Projects, 2005

Prijsindicaties van warmtekracht installaties

VERMOGEN (kWe)	PRIJSINDICATIE (EURO)	PRIJSINDICATIE (EURO/kWe)
5,5	15.000	2.730
20	32.000	1.600
60	88.000	1.470
100	100.000	1.000
200	140.000	700
250	160.000	640
400	180.000	450
800	270.000	340
1.000	320.000	320
2.000	630.000	320

Systeem, bestaande uit geïnstalleerde gasmotor en generator op aardgas, netparallel gekoppeld.

Bron: COGEN Projects, 2005

Keuzecriteria WKK

CRITERIA
Alle opgewekte warmte dient nuttig gebruikt te kunnen worden.
De opgewekte elektriciteit dient zoveel mogelijk voor eigen gebruik aangewend te worden.
Afhankelijk van inkoopkosten gas en tarieven elektriciteit (vermeden inkoop en/of levering aan het net)
De beschikbaarheid van biogas kan een positieve factor zijn.
Door koppeling met een absorptiekoelmachine kan ook ‘s zomer warmte worden gebruikt.

Bron: COGEN Projects, Meijer E&M, 2005

13 Wind

Criteria voor plaatsing van een windturbine

Potentiële windsnelheid groter dan 6,1 m/s
Plaatsing 8 meter boven omliggende opstakels in een straal van 100 meter ivm turbulentie

Terugverdientijd van 5 jaar is acceptabel.

Bron: Wind Service Holland, 1999, IndiEco, 2005

Gegevens van enkele windturbines

DIAMETER (M)	MAX. VERMOGEN (kW)	INVESTERING (€)	VERWACHTE OPBRENGST (kWh/JAAR)	GEM. AANTAL DRAAI-DRAAIUREN PER JAAR
18	80	85.000	200.000	2.500
30	250	200.000	600.000	2.400
40	500	375.000	1.100.000	2.200
55	1.000	850.000	2.000.000	2.000
80	2.000		4.400.000	2.200

Prijzen incl. eenvoudige fundering en plaatsing, excl. BTW, excl. 10 kV trafo (5 à 10% extra), excl. netkabel (€ 50 tot € 100.- per meter).

Op een goede locatie levert een gemiddelde turbine jaarlijks een elektriciteitsopbrengst van minimaal 850 kilowattuur per vierkante meter rotoroppervlak.

Bron: Gerealiseerde projecten 1995-2002

Kleinschalige windturbines

		MAX. VERMOGEN (kW)	DIAMETER (M)	ASHOOGTE (M)	INVESTERING (€)	VERWACHTE OPBRENGST (kWh/JAAR)
HORIZONTALE AS	Rotorbladen	1,4	3	12	5.500	650 - 3.000
		2,0	5	6 of 12*	9.000	
		5,8	5	18	12.000	5.000 - 16.000
		10,0	7	v.a. 18	25.000	10.000 - 35.000
	Open spiraalbladen	4,0	1	15**	18.000	7.500
		12,0	2	24**	38.000	20.000

		MAX. VERMOGEN (kW)	DIAMETER (M)	ASHOOGTE (M)	INVESTERING (€)	VERWACHTE OPBRENGST (kWh/JAAR)
VERTICALE AS	Gesloten spiraalbladen	0,11	0,35	1	1.625	60
		0,11	0,30	1***	2.330	120
		0,24	1,00	4***	16.650	1.700
	Open spiraalbladen	2,00	3,00	3,2	n.b.	2.500 - 3.500
		2,50	2,00	8,0	10.500	5.000

*6 (m) boven een gebouw of een mast van 12 (m) op de grond

**Lengte van de as

***Exclusief mast

14 Biomassa

Calorische waarden en prijzen van soorten biomassa en overige reststromen

SOORT	STOOK-WAARDE GJ/TON	MARKTPRIJS	
		EURO/TON	EURO/GJ
Houtpellets (geperste houtbrok) gecertificeerd	18,5	150	8,11
Houtpellets (geperste houtbrok) industrieel	18,5	130	7,03
Zonnebloem-schrootpellets	18,0	7,7	0,43
Hout uit fruitsector en boomkwekerij (40% vocht)	10,2	1,5	0,15
Bosbouwbijproducten (40% vocht)	10,2	2	0,20
Schoon resthout (incl. bast), vers (40 % vocht)	15,6	1,5	0,10
Koolzaad (zaad) pellets	18,0	160	8,89
Koolzaadstro	13,6	100	7,35
Stro (granen)	13,3	100	7,52
Hennep en vlas	11,3	80	7,08
Hooi van graszaden	14,5	64	4,41
Olifantsgras (Miscanthus)	15,0	72	4,80

Het rendement van kleinschalige biomassaketels varieert tussen 85% en 95%.

Bron: IndiEco, 2007

Kosten voorbewerking biomassa

VOORBEWERKINGSSTAP	KOSTEN (INCL. ENERGIE) EURO/TON
Hakselen, chippen, shredderen	10
Malen	20
Verpoederen	45
Scheiden door windziften, zeven	15
Pelleteren, briketteren	35
Fysisch ontwateren (tot 25% vocht)	5
Thermisch drogen (hout van 50% naar 15% vocht)	10
Thermisch drogen (mest, slib van 75% naar 15% vocht	45

Bron: SenterNovem, 2007

Investeringen en terugverdientijden biomassagestookte cv-installatie op houtpellets (geperste houtbrok)

NOMINAAL VERMOGEN IN (kW)	KETEL-INVESTERING (€)	INSTALLATIE-KOSTEN (€)	BRANDSTOF-OPSLAG (€)	VERBRUIK IN TON BIOMASSA PER JAAR	TVT
30	4.600	1.750	2.000	16	5,0
46	5.000	1.750	2.000	25	3,4
70	5.500	2.500	3.000	38	2,9
93	6.000	2.500	3.000	50	2,2
115	6.500	2.500	3.000	62	1,9
151	11.000	7.500	5.000	82	2,8
209	12.000	7.500	5.000	113	2,1
267	17.500	10.000	5.000	144	2,2
349	20.500	10.000	5.000	189	1,8
465	25.000	12.500	5.000	251	1,7
581	29.000	12.500	5.000	313	1,4
756	33.000	15.000	5.000	408	1,3
930	39.000	15.000	5.000	502	1,1
1105	45.000	15.000	5.000	596	1,1

Uitgaande van een gasprijs van 45 eurocent en een pelletprijs van 15 cent per kilo.

1 m^3 aardgas komt overeen met 1,8 kilo pellets.

Uitgaande van 3.000 branduren per jaar.

Bron: IndiEco, 2007

Investeringen en terugverdientijden biomassagestookte cv-installatie op houtsnippers

KM NOMINAAL	KETEL-INVESTERING (€)	INSTALLATIE-KOSTEN (€)	BRANDSTOF-OPSLAG (€)	VERBRUIK IN TON BIOMASSA PER JAAR	TVT
46	8.700	1.750	10.000	35	2,8
70	9.500	2.500	10.000	52	2,0
93	10.100	2.500	10.000	70	1,5
115	10.800	2.500	10.000	86	1,2
151	14.500	7.500	15.000	113	1,7
209	17.500	7.500	15.000	157	1,2
267	19.700	10.000	15.000	200	1,0
349	24.200	10.000	15.000	261	0,8
465	28.200	12.500	15.000	349	0,7
581	32.700	12.500	15.000	435	0,5
756	37.500	15.000	15.000	567	0,4
930	43.000	15.000	15.000	698	0,4
1105	49.000	15.000	15.000	828	0,3

Uitgaande van een gasprijs van 45 eurocent en een houtsnipperprijs van 4 cent per kilo.

De houtsnippers hebben een droge stofgehalte van 85%.

Uitgaande van 3.000 branduren per jaar.

Bron: IndiEco, 2007

Investeringen en terugverdientijden biomassagestookte luchtverhitter op houtpellets (geperste houtbrok)

NOMINAAL VERMOGEN IN kW	KETEL-INVESTERING (€)	INSTALLATIE-KOSTEN (€)	BRANDSTOF-OPSLAG (€)	VERBRUIK IN TON BIOMASSA PER JAAR	TVT
47	5.100	1.500	2.000	17	5,0
69	6.000	1.500	2.000	25	3,8
93	7.000	1.500	3.000	33	3,4
151	10.000	2.000	3.000	54	2,7
209	12.000	2.000	5.000	75	2,5
267	15.000	2.000	5.000	96	2,6

Uitgaande van een gasprijs van 45 eurocent en een pelletprijs van 115 cent per kilo.

1 m^3 aardgas komt overeen met 1,8 kilo pellets.

Uitgaande van 2.000 branduren per jaar.

Bron: IndiEco, 2007

15 Verlichting

Voorbeelden

Opslagruimte, parkeergarage
Gang, trappenhuis
Constructiewerk, smederij, magazijn
Kantoor, leslokaal
Tekenkamer, fijn montagewerk
Precisiewerk, kadastraal tekenen, fijn inspectie-werk
Microminiaturisatie, operatietafel

Advies verlichtingssterktes

ACTIVITEIT/ RUIMTE	GOEDE VERLICHTING (LUX)	ZEER GOEDE VERLICHTING (LUX)
KANTOREN		
Tekenkamer	1.000	2.000
Kantoorlokaal	500	1.000
Archief, trap, gang	150	250
Wachtkamer	150	250
SCHOLEN		
Leslokalen	250	500
Tekenzalen	500	1.000
Naaileslokalen	500	1.000
INDUSTRIE		
Horloges maken, graveren	2.500	5.000
Fijn montagewerk, fijndraaien, polijsten	1.000	2.000
Boren, grofdraaien, gewoon montagewerk	500	1.000
Smeden, walsen	250	500
WINKELS		
Grote verkoopruimtes en showrooms	500	1.000
Kleine verkoopruimtes	250	500
Grote etalages	1.000	2.000
Kleine etalages	500	1.000
Kerken	125	250
WOONHUIZEN		
WOONKAMERS		
Verlichting werkvlak	500	1.000
Algemene verlichting	50	100
Sfeerverlichting	50	100
KEUKENS		
Verlichting werkvlak	250	500
Algemene verlichting	125	250
Slaapkamers, badkamers, toiletten	250	500
Gangen, trappen, zolders, kelders	125	250
Bergruimtes, garage	250	500
DECORATIEVE GEVELAANLICHTING*		
Lichte steen, witte marmer	15	35
Grijze, gele of lichtbruine steen, cement	25	55
Rode baksteen, beton	40	80
Donkerbruine baksteen, donker graniet	60	110
Aluminium	70	130

**Afhankelijk van de helderheid van de directe omgeving. Bij vervuilde oppervlakken moet soms een 2 tot 3 keer zo hoge waarde worden aangehouden.*

Bron: Philips

Eigenschappen lichtbronnen

CATEGORIE LAMPEN	SYSTEEM RENDEMENT (lm/W)	LEVENSDUUR (UUR) TOT 5% UITVAL	EIGENSCHAPPEN	TOEPASSINGSGEBIED
TEMPERATUURSTRALERS				
Gloeilampen	8 - 15	1.000 - 3.000	Zeer laag rendement. Lage investeringskosten, hoge exploitatiekosten. Dimmen mogelijk. Reflectorlampen voor gebundeld licht. Hoogst mogelijke kleurweergave.	Voor algemene, plaatselijke, sfeer- en accentverlichting. Niet geschikt voor hoge verlichtingsniveau.
HALOGEENLAMPEN				
Laag-volt	12 - 25	2.000 - 5.000	Zeer kleine lampen waarmee zeer gericht licht kan worden verkregen. Extra verliezen in de transformator. Hoogst mogelijke kleurweergave.	Zeer geschikt voor accentverlichting.
Hoog-volt	12 - 25	4.000 - 10.000	Iets hoger rendement dan gloeilampen. Licht witter van kleur.	Met name geschikt voor het aanstralen van hele vlakken (floodlighting).
GASONTLADINGSLAMPEN				
FLUORESCENTIELAMPEN				
Langwerpige fluorescentielampen	47 - 104	6.000 - 40.000	Bij toepassing van elektronische voorschakelapparatenhet hoogste rendement. Veel variëteit. Lage exploitatiekosten. Kleurweergave variërend matig tot hoog.	Zeer breed toepassingsgebied. Vooral geschikt voor een gelijkmatige verlichting van ruimten.
COMPACTE FLUORESCENTIELAMPEN				
Met ingebouwd (e) vsa	38 - 66	6.000 - 16.000	Direct uitwisselbaar met gloeilampen: veel energiezuiniger, veel langere levensduur. Niet dimbaar. Ook als reflectorlampen verkrijgbaar. Goede kleurweergave, doch minder goed dan gloeilamp.	Voor nagenoeg alle gebieden waar voorheen gloeilampen werden toegepast: algemene, plaatselijke, accentverlichting (spots).
Met extern (e) vsa	60 - 81	12.000	Compacte lamp met hoog rendement. Bij gebruik van hiervoor ontwikkelde elektronische voorschakelapparaten dimbaar.	Openbare verlichting, industrieverlichting.
OVERIGE GASONTLADINGSLAMPEN				
Hogedruk kwiklampen	31 - 137	10.000	Redelijk rendement en lange levensduur, slechte tot matige kleurweergave.	Zeer geschikt als accentverlichting of als algemene verlichting in representatieve ruimten. Geschikt als indirecte verlichting. Ook voor openbare verlichting, industrieverlichting en floodlighting.
Hogedruk metaalhalogenidelampen			Opstarttijd van enige minuten. Moeilijk dimbaar. Hoge lichtopbrengst per lamp. Gunstig rendement, goede kleurweergave.	Geschikt voor het aanlichten van voorwerpen (etalages) of als algemene verlichting in hoge ruimten (downlights).
Hogedruk natriumlampen	59 - 139	10.000 - 16.000	Hoog rendement en lange levensduur, slechte tot matige kleurweergave.	Openbare verlichting, industrieverlichting, floodlighting. Efficiënt alternatief voor hogedruk kwiklampen.
Superhogedruk	30 - 50	8000	Opstarttijd van enige minuten. Niet natriumlampen dimbaar. Redelijk rendement. Hoge lichtopbrengst per lamp. Aan einde levensduur kleurverschillen mogelijk.	Geschikt voor het aanlichten van voorwerpen (etalages) of als algemene verwerpen (etalages) of als algemene verlichting in hoge ruimten (downlights).
Lagedruk natriumlampen	68 - 194	6.000 - 10.000	Zeer hoog rendement. Monochromatisch licht, geen kleurweergave.	Buitenverlichting, overal waar kleurweergave geen rol speelt.
OVERIGE				
LED	20 - 50	50.000	Zeer lange levensduur, zeer energiezuinig, diverse kleuren leverbaar.	Verkeerslichten, lichtkranten, informatiepanelen, wegmarkering.
Inductielampen	65 - 70	60.000	Zeer lange levensduur. Goede kleurweergave.	Toepasbaar op moeilijk bereikbare plaatsen, openbare verlichting.

Bron: www.lighting.philips.nl

Nood- en oriëntatieverlichting

TYPE	VERMOGEN LAMP (W)	VERMOGEN VSA (W)	VERBRUIK (kWh/JAAR)
TL4	4	5	81
TL6	6	5	99
TL8	8	5	117
TL13	13	5	162
TLD15	15	8	207
TLD18	18	8	234
PLS5	5	5	90
PLS7	7	5	108
PLS9	9	5	126
PLS11	11	5	144
PLS18	18	8	234

De vermelde verbruiken zijn inclusief een toeslag van 2,5% ter compensatie van de zelfontlading van de accubatterijen.

Bron: Novem

Vermogensverliezen voorschakelapparaten

TYPE LAMP	VERMOGEN			
	LAMP	VSA	EVSA	TOTAAL
LANGWERPIGE FLUORESCENTIELAMPEN				
58W	57	13		70
	50		7	57
38W	38	11		49
	30		8	38
18W	18	10		28
	15		5	20
COMPACTE FLUORESCENTIELAMPEN				
36W	35	10		45
	31		7	38
18W	18	10		28
	15		5	20
11W	10	6		16
	11		4	15
7W	7	7		14
	6		3	9

Toeslag op het vermogen van compacte en langwerpige fluorescentielampen voor respectievelijk een conventioneel en elektronisch vsa.

Bron: Philips, 2002

Branduren verlichting

TOEPASSING	TOTAAL (UUR/JAAR)	OVERDAG (UUR/JAAR)	OCHTEND, AVOND, NACHT (UUR/JAAR)
GEBOUWFUNCTIE			
Kantoor	2.600	2.200	400
Onderwijs	2.000	1.600	400
Bedgebonden gezondheidszorg	5.000	4.000	1.000
Niet bedgebonden gezondheidszorg	2.700	2.200	500
Horeca	2.600	2.200	400
Winkel	2.900	2.700	200
Industrie (opslag)	2.400	2.200	200
Sport	3.000	2.000	1.000
Continue verlichting:parkeergarages	8.760		
BUITENVERLICHTING (AVOND- EN OCHTENDVERLICHTING)			
Verkeerszones, oriëntatie- en wegwijsverlichting	1.500		1.500
Uitgebreide verlichting:decoratieve gebouwaanlichting	2.000		2.000
(Gevel)beveiligingsverlichting, parkeerterreinen, opslagterreinen	4.000		4.000
TERREINVERLICHTING: (GEVEL)BEVEILIGING, PARKEER- EN OPSLAGTERREINEN			
Van zonsondergang tot zonsopgang	4.365		4.365
15 min. na zonsondergang tot 15 min. voor zonsopgang	4.000*		4.000*
30 min. na zonsondergang tot 30 min. voor zonsopgang	3.635		3.635
60 min. na zonsondergang tot 30 min. voor zonsopgang	3.453		3.453

**Deze waarde wordt voor openbare verlichting gehanteerd.*

Bron: Novem

Verlichting in de zorgsector

GEBOUWFUNCTIE	VERBRUIK (KWH/M² BVO/JAAR)
Ziekenhuizen	59
Psychiatrische ziekenhuizen	28
Zwakzinnigeninrichtingen	30
Verpleeghuizen	38
Verzorgingshuizen	25

Indicatie van het gemiddeld jaarlijkse electriciteitsverbruik in de diverse zorgsectoren.

Bron: Novem

Verlichting in de horeca

GEBOUWFUNCTIE	GEÏNSTALLEERD VERMOGEN (W/M²)	
	LAAG	HOOG
Restaurant	15	20
Hotelkamer	5	10
Gangen	6	9
Entree	20	24

Geïnstalleerd vermogen in diverse ruimten bij een moderne verlichtingsinstallatie.

Bron: Novem

Richtwaarden aantal branduren

SOORT RUIMTE	BRANDUREN (UUR/JAAR)
CONTINUE VERLICHTING	
Liften, trappenhuizen, nood- en veiligheidsverlichting	8.760
7 DAGEN/WEEK	
Beddenkamers	4.800
Entree, gangen: dag- en avondperiode	4.800
Entree, gangen: nachtperiode	4.000
Keuken	3.800
Woon/slaapruimten	3.500
5 DAGEN/WEEK	
Kantoren, poliklinieken, laboratoria	2.600
Werkplaatsen, magazijnen	2.000
Zwem- en dompelbaden	1.500
BEPERKT GEBRUIK	
Kleedruimten	500
Kapel	300
Mortuarium	250

Bron: Novem

Indicatie van het aantal branduren per jaar in diverse ruimten

GEBOUWFUNCTIE	GEMIDDELD AANTAL BRANDUREN (UUR/JAAR)				
	PENSION	HOTEL, LAAG	STANDAARD HOTEL	HOTEL, HOOG	CONGRES- EN CONFERENTIECENTRUM
Entree, lobby	3.500	4.200	8.760	8.760	3.500
Gangen, trappen	3.000	3.000	4.200	8.760	3.500
Hotelkamers	1.500	1.500	1.800	1.800	
Restaurant		2.800	2.800	3.000	
Zalen		2.000	2.500	1.500	3.000
Parkeergarage				8.760	

Bron: Novem

Ontwikkeling van het jaarlijks elektriciteits-verbruik door verlichting in kantoorgebouwen

	VERBRUIK (kWh/m² BVO)
Bestaande bouw*	15 - 55
Bouwjaar <1980	33 - 38
Bouwjaar 1985	23 - 28
Bouwjaar 1990	19 - 22
Haalbaar bij nieuwbouw	8 - 12

**Variatie bij bestaande bouw, excl. extreme waarden, volgens Novem.*

Bron: Novem

Eigenschappen van een aantal zonweringssystemen

SYSTEEM		HELDERHEIDSBEPERKING	WARMTEWERING	WAARBORG UITZICHT
Buiten	Zonneschermen	Goed	Goed	Gedeeltelijk
	Horizontale jaloezie	Goed	Goed	Slecht
Binnen	Horizontale jaloezie	Goed	Matig	Slecht
	Verticale jaloezie	Afh. van weefsel	Slecht	Matig
	Gordijn	Afh. van weefsel	Slecht	Slecht
Getint glas		Soms onvoldoende	Soms onvoldoende	Discutabel

Invloed van schakel- en regelsystemen op het aantal branduren

SYSTEEM	VERLAGING AANTAL BRANDUREN (%)	
	DAGLICHTSECTOR*	KUNSTLICHTSECTOR**
Centraal aan/uit	0	0
Veegschakeling (veegpulsering)	30	30
Vertrekschakeling (goede handmatige schakelmogelijkheden)	30	10
Daglichtschakeling (daglichtafhankelijke aan/uitregeling)	60	10
Veeg+daglichtschakeling	80	30
Dimschakeling (daglichtafhankelijke dimregeling)	80	4

**Deel van het gebouw waar daglicht toetreedt.*

***Deel van het gebouw waar weinig of geen daglicht toetreedt.*

Bron: NEN 2916

Beslissingsschema lichtregelingsstrategie

			OPTIES (PER BEZETTING OP VOLGORDE VAN PRIORITEIT)
Wel daglicht	Meerdere gebruikers	Variabele bezetting	Tijdschakeling
			Plaatselijke schakelaars
			Daglichtafhankelijke regeling
			Aanwezigheidsdetectie
		Gebruik volgens vast rooster, niet continu	Tijdschakeling Plaatselijke schakelaars
			Daglichtafhankelijke regeling
			Aanwezigheidsdetectie
		Volledige bezetting	Tijdschakeling
			Daglichtafhankelijke regeling
			Plaatselijke schakelaars
	Een of twee gebruikers	Variabele bezetting	Plaatselijke schakelaars
			Aanwezigheidsdetectie
			Tijdschakeling
			Daglichtafhankelijke regeling
		Volledige bezetting	Plaatselijke schakelaars
			Daglichtafhankelijke regeling
			Tijdschakeling
	Lage bezettingsgraad	Niet continu gebruik	Aanwezigheidsdetectie
			Plaatselijke schakelaars
			Tijdschakeling
			Daglichtafhankelijke regeling
Geen daglicht	Alle gebruikstypen		Tijdschakeling en plaatselijke schakelaars
			Aanwezigheidsdetectie

Bron: Novem

Energiebesparende mogelijkheden verlichting

MAATREGEL	BESPARING (%)
Breng een schakelklok (verlichting) aan	5 - 15
Breng een lichtgevoelige sensor of daglichtafhankelijke schakeling aan op de buitenverlichting aan	5 - 20
Pas een dimregeling toe	10 - 40
Pas aanwezigheidsafhankelijke schakeling toe	5 - 20
Pas hoog frequente voorschakelapparatuur toe (HF)	20 - 40
Vervang gloeilampen door PL/SL lampen	60 - 80
Pas TL-armaturen met een hoger rendement toe	5 - 40
Pas spiegeloptiekarmaturen toe	5 - 40
Pas het verlichtingsniveau aan aan gebruik ruimten	5 - 40
Schakel het licht via deurkontakt uit	1 - 3
Verdeel de verlichting over meerdere groepen	5 - 20
Pas een centrale lichtbediening naar functionaliteit toe	5 - 40
Plaats reflectoren achter open TL-lampen	50
Pas een centrale lichtbron toe met gasontladingslamp met lichttransporterende kabels	20 - 50
Pas een kunststof lichttoetredingssysteem toe (reflecterende koker)	5 - 20
Maak armaturen en lichtsensoren regelmatig schoon	20 - 40
Pas schakelklokinstellingen aan	5 - 40
Regel een lager verlichtingsniveau tijdens de nacht (bijv. hal)	20 - 40
Schilder ruimten in lichte kleuren	5 - 20
Schakel verlichting uit in ongebruikte ruimten	20 - 40
Schakel verlichting uit bij voldoende lichtinval	5 - 40

Bron: Dutrieux Energiemanagement, Ruinen, 2003

Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen*

MAATREGEL	MAXIMALE BESPARING (%)
Breng een schakelklok (verlichting) aan	5 - 15
Verlaging ruimtetemperatuur	4 (per K)
Toegangsdeuren met een automatische bediening	2 - 5
Afsluitbare ventilatieroosters	1 - 3
Zelfregelende ventilatieroosters	1 - 3
Verbeterde bedieningsmogelijkheden ventilatieroosters en ramen	1 - 3
Warmteterugwinning uit ventilatielucht	5 - 25
Ventilatievoud van ruimten goed ingesteld	2 - 4
Verbeterde of geregelde verdeling van de luchthoeveelheid	2 - 5
Het ventilatiesysteem ingedeeld naar gebouwdelen met eigen gebruikstijden	2 - 6
Schakelklokken	5 - 25
Overwerktimers op de mechanische ventilatie	5 - 10
Toerentalregeling op de ventilator	2 - 4
Uitwendige kanaalisolatie (mech.vent.)	1 - 3
Deurdrangers op buitendeuren	1 - 3
Tochtsluizen bij de toegang	3 - 8
Tochtnaden of kierdichting	1 - 2
Draaideur in plaats van een open entree	2 - 4
Schakelklokinstellingen aangepast	5 - 25
Instelling ventilatietijdstippen	5 - 25
Periodiek onderhoud (mech.vent.)	1 - 3
Regelmatige reiniging filters en warmtewisselaars (mech.vent.)	1 - 3
Verbeterde afstelling van de tochtsluizen	1 - 5
Koeling beperken tot bedrijfsuren	35
Verhoogde setpoint koeling	30 (per K)
Opsplitsing koelsystemen in bedrijven	20
Koudeopslag in de bodem	65

**Besparende maatregelen voor luchtbehandelingssystemen (waarvan verwachte besparing bekend).*

Bron: Dutrieux Energiemanagement, 2003, Meijer E&M, 2003

19 Water en warm tapwater

Specifieke tapwaterverbruiken (warm en koud)

GEBOUW	EENHEID	VERBRUIK (L/DAG)
WONING MET DOUCHE*		
1 en 2 kamers	Per woning	100 - 150
3 kamers	Per woning	150 - 200
4 kamers	Per woning	225 - 300
5 kamers	Per woning	300 - 350
UTILITEITSBOUW		
Verzorgingshuis	Per bed	100 - 150
Verpleeghuis	Per bed	250 - 300
Ziekenhuis	Per bed	300 - 700
Hotel	Per bed	300 - 600
Kantoor	Per werknemer	20
Werkplaats	Per werknemer	25 - 35
Fabriek	Per werknemer	25 - 35
Restaurant	Per bezoeker	20
School l.o.	Per leerling	5 - 10
School m.o.	Per leerling	10 - 20
School huis	Per leerling	20 - 30
Kleine ziekenhuizen	Per dag per bed	100 - 200
Grote ziekenhuizen	Per dag per bed	200 - 250
Kazerne	Per dag per persoon	30 - 40
Zwembad, douche	Per bezoeker	60 - 80
Zwembad, badverversing	Per bezoeker	30 - 75
Medische baden	Per bezoeker	200 - 400
Kantoren	Per dag per persoon	20 - 30
Kindertehuizen	Per dag per plaats	30 - 40
Verzorgingshuizen	Per dag per plaats	30 - 50
Restaurants	Per dag per plaats	40 - 60
Hotels	Per dag per gast	100 - 200

Indien met bad, 50 liter extra.

Bron: Handboek Installatietechniek (TVVL, ISSO, Novem), Recknagel, Heizung und Klimatechnik, 1990, 1991 (bewerkt).

Waterverbruik naar woonactiviteit

ACTIVITEIT	VERBRUIK (L/DAG)
Voedselbereiding	2
Afwassen	6
Baden	9
Overige	12
Wassen van kleding	28
Douchen	38
Toiletspoeling	39
Totaal	134

Bron: Wevin, Nipo, 1995

ventilatie volgens bouwbesluit 2012

functie	Benodigde ventilatielucht per persoon (dm/s)	Aantal	Oppervlakte	maximaal toegestane mensen	minimale hoeveelheid mensen	benodigde ventilatielucht (dm/s)	basisventilatie (10% benodigde ventilatie of minimaal benodigde mensen)
Grand Cafe	4	1	110	90	14	220	56
Restaurant	4	1	307	240	39	600	156
Repetitieruimten klein	4	8	46	25	6	800	80
Repetitieruimten groot	4	2	200	60	25	480	48
Grote zaal	4	1	288	350		1400	140
Exposeum	4	1	1160	350	145	1400	580
Hotelkamers 2 persoons	12	48	varieert	2	2	1152	115,2
Hotelkamers 1 persoons	12	16	varieert	1	1	192	19,2
Kantoorruimten (voor 2 personen)	6,5	22	varieert	4 tot 10 (afhankelijk van grootte)	1 tot 2 (afhankelijk van grootte)	286	28,6
Winkel	4	1	130	15		60	6
Toiletruimten openbaar	7 (per ruimte)	4	nvt	nvt	nvt	28	2,8
Badruimten hotelkamers	14 (per ruimte)	64	nvt	nvt	nvt	896	0
Keuken	21 (per ruimte)	1	nvt	nvt	nvt	21	2,1
Liftschacht	3,2 (per m2)	1	4,3	nvt	nvt	13,76	13,76
Verkeerruimten	0,7 (per m2)		1700	nvt	nvt	1190	-
Bergruimten	1,0 (per m2)		395	nvt	nvt	395	-
TOTAAL						9133,76	1247,66

Bijlage 3g: benodigde hoeveelheid ventilatielucht

		bezetting	luchttoevoer in dm3/s	totaal	m3/h
Ochtend 1	Hotelkamers	100	2240	6308	22708,8
	Badkamers	100	896		
	Restaurant	100	600		
	Keuken	100	21		
	Repetitieruimten	25	320		
		75 (10%)	96		
	Kantoren	25	71,5		
		75 (10%)	21,5		
	Winkel	0	6		
	Exposititeruimten	0	580		
	Grand Café	0	56		
	Grote Zaal	100	1400		
Ochtend 2	Hotelkamers	0	134	4786	17229,6
	Restaurant	25	150		
	Keuken	100	21		
	Repetitieruimten	100	1280		
	Kantoren	100	286		
	Winkel	100	60		
	Exposititeruimten	100	1400		
	Grand Café	25	55		
	Grote Zaal	100	1400		
Middag 1	Hotelkamers	25	336	5466	19677,6
		75 (10%)	101		
	Badkamers	25	224		
	Restaurant	100	600		
	Keuken	100	21		
	Repetitieruimten	75	960		
		25 (10%)	32		
	Kantoren	75	215		
		25 (10%)	7		
	Winkel	100	60		
	Exposititeruimten	100	1400		
	Grand Café	50	110		
	Grote Zaal	100	1400		
Middag 2	Hotelkamers	0	134	4786	17229,6
	Restaurant	25	150		
	Keuken	100	21		
	Repetitieruimten	100	1280		
	Kantoren	100	286		
	Winkel	100	60		
	Exposititeruimten	100	1400		
	Grand Café	25	55		
	Grote Zaal	100	1400		
Avond 1	Hotelkamers	50	1120	3882,6	13977,36
		50 (10%)	67		
	Badkamers	50	560		
	Restaurant	100	600		
	Keuken	100	21		
	Repetitieruimten	50	640		
		50 (10%)	64		
	Kantoren	0	28,6		
	Winkel	0	6		
	Exposititeruimten	0	580		
	Grand Café	0	56		
	Grote Zaal	0	140		
Avond 2	Hotelkamers	50	1120	4265,6	15356,16
		50 (10%)	67		
	Badkamers	50	560		
	Restaurant	0	156		
	Keuken	0	0		
	Repetitieruimten	0	128		
	Kantoren	0	28,6		
	Winkel	0	6		
	Exposititeruimten	0	580		
	Grand Café	100	220		
	Grote Zaal	100	1400		
	Verkeerruimten	100	1190		
	Bergruimten	100	395		
	Openbare toiletten	100	28		
	TOTAAL		**1613**	**5806,8**	

TECHNEA nederland

WARMTEWINNING UIT DOUCHEWATER

WARMTEWINNING UIT DOUCHEWATER

Douchepijp-WTW
Douchekanon-WTW



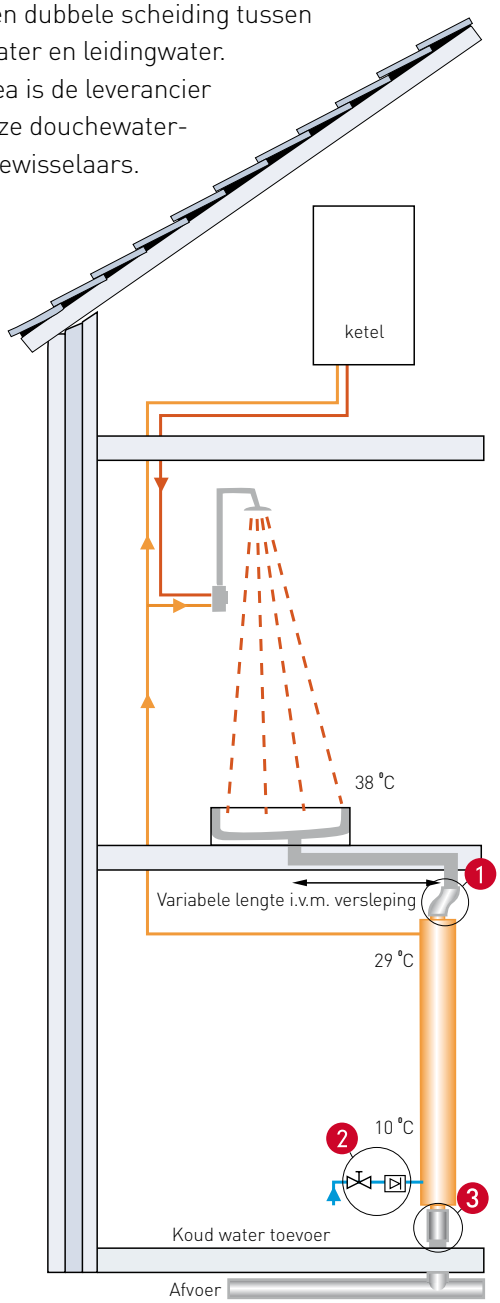
Woningbouw



Warmtewinning uit douchewater

Huizen worden steeds beter geïsoleerd waardoor het gasverbruik voor verwarming van de woning steeds lager wordt. Het tapwaterverbruik neemt echter toe. Er wordt veel meer en langer gedoucht. In een goed geïsoleerd huis is meer gas nodig voor het tapwater dan voor de verwarming van het huis. Het energieverbruik voor het verwarmen van tapwater kan verregaand worden teruggebracht door warmteterugwinning uit het douchewater.

Heitech is de ontwikkelaar en producent van warmte-wisselaars voor terugwinning van warmte uit douchewater met een hoog rendement en met een dubbele scheiding tussen afvalwater en leidingwater. Technea is de leverancier van deze douchewater-warmtewisselaars.



Afb. 1. Douchepijp-WTW

Energiebesparing en EPC-verlaging

Warmtewinning uit douchewater is een van de meest rendabele vormen van energiebesparing met een opmerkelijk korte terugverdientijd. De terugverdientijd is bijvoorbeeld veel korter dan van een zonneboiler.
De energiebesparing kan worden meegenomen in de EPC berekening en geeft een EPC-verlaging van 0,06 tot 0,11.
Overigens is een combinatie van een douchewaterwarmte-wisselaar met een zonneboiler zeer goed mogelijk.

Dubbele scheiding

Aan de warmtewisselaar worden wettelijke eisen gesteld om te voorkomen dat vervuild water in het leidingwaternet terecht kan komen. Anders dan een enkelwandige wisselaar heeft de Douchepijp-WTW een dubbele scheiding tussen afvalwater en schoon leidingwater. Voordeel van de dubbele scheiding is dat de warmte- wisselaar direct op de rioolafvoer mag worden aangesloten. Er hoeft geen airbrake (atmosferische onderbreking) te worden toegepast! De warmtewisselaar is volledig gesloten en verspreidt geen vocht, geur en geluid.

Certificering

De producten zijn gecertificeerd. Testrapporten zijn aanwezig en opvraagbaar.

Toepassing

- De Douchepijp-WTW (woningbouw);
- Douchekanon-WTW (zwembaden, sportaccomodaties, openbare douchegelegenheden).

kiwa

Overeenkomstig BRL-K 656 / 02

Douchepijp-WTW (verticale douche-wtw)

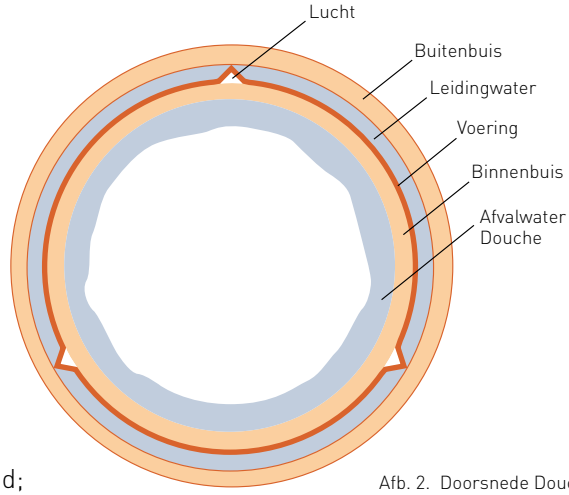
De Douchepijp-WTW is een buisvormige warmtewisselaar waarmee douchewater wordt (voor)verwarmd. Het afvalwater stroomt als een film langs de wand van de binnenste buis en verwarmt het leidingwater dat tussen de buitenste buis en binnenste buis naar de ketel en de douche gaat. De Douchepijp-WTW wordt verticaal geplaatst onder de doucheput.

Werking

Met behulp van de Douchepijp-WTW wordt de koudwateraansluiting naar de ketel en/of douche voorverwarmd.
De CV-ketel hoeft op minder dan de helft van het vermogen te werken tijdens het douchen. Een woonhuis kan per jaar 160-200 m^3 aardgas besparen (bij 3 tot 5 persoons huishouding).

Dubbele scheiding

De binnenbuis en voering vormen samen de dubbele scheiding van de Douchepijp-WTW. (Zie afbeelding 2.)



Afb. 2. Doorsnede Douchepijp-WTW

Douchepijp-WTW en toebehoren



Rotator douchepijp



Drinkwateraansluiting 1/2 " binnendraad



Wandmontage



Kogelkraan en keerklep



Schuifmof gesloten riool-verbinding

Voordelen

- EPC-verlaging;
- Hoog rendement;
- Snelle terugverdientijd;
- Dubbelwandige waterscheiding comform NEN1717;
- Gesloten aansluiting op riool (geen sifon);
- Geen overlast van: spatwater, geur of wateroverlast bij verstopping;
- Mag in meterkast geplaatst worden;
- Standaard installatie (geen shunt, geen sifon);
- Geen geluid (conform garantie eis GIW en publicatie GIW/ISSO 2006).

Stortdouche / regendouche

- Stortdouches gebruiken veel water;
- Een standaard douchepijp-wtw geeft in deze situatie te veel drukverlies;
- Gebruik daarom een douchepijp-wtw met middenaansluiting;
- Het drukverlies is 75 tot 80% minder dan een standaard douchepijp-wtw.

Onderdelen

- Warmtewisselaar 2,10m lang, diameter 58mm, aansluitmaat ø50mm;
- Rotator en schuifmof;
- Kogelkraan en keerklep;
- Wandmontagebeugels;
- Optie is een mooie ommanteling;
- Optie is een middenaansluiting; voor stort- of regendouche.

Garantie

- Warmtewisselaar 5 jaar (volgens algemene voorwaarden);
- Douchepijp-WTW is afgeperst op 15 bar waterdruk.

Energiebesparing

- Rendement: 65%;
- Epc-verlaging van 0,06 - 0,11;
- Besparing: 160 - 200 m^3 gas/jaar (224 – 280 Kg CO_2 reductie).

Ook leverbaar Douchebak-wtw

- Horizontale warmtewisselaar
- Geschikt voor begane grond, appartementen en hoogbouw
- EPC-verlaging 0,06 - 0,1
- Dubbelwandig comform NEN1717

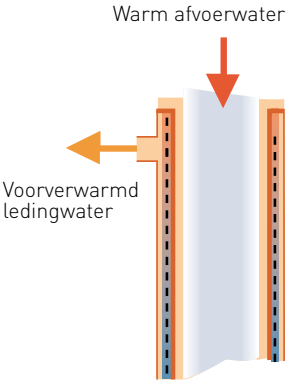
Sportaccomodaties

Douchekanon-WTW

Het Douchekanon geeft een forse energiebesparing in sporthallen en zwembaden.
Het is een logische energiemaatregel voor accomodaties waar veel mensen douchen.

Voorbeeldaccommodatie: zwembaden

Naast de energie die nodig is voor de verwarming van een zwembad is er veel energie nodig voor de douches. Het gasverbruik ten behoeve van de douches kan meer dan de helft zijn van het totale energieverbruik van een zwembad! Het Douchekanon kan 40% tot 60% energie besparen door warmteterugwinning uit douchewater.



Afb. 3. Lengtedoorsnede Douchepijp-WTW

Werking

Het systeem voor warmteterugwinning uit douchewater is in principe zeer eenvoudig en efficiënt:

- Afvalwater van de douches wordt opgevangen in een drain;
- Uit deze drain wordt het water naar een serie parallelgeschakelde Douchepijp-WTW's gepompt;
- De wisselaar onttrekt warmte aan het afvalwater;
- Afvalwater wordt via het riool afgevoerd;
- De onttrokken warmte wordt toegevoegd aan het tapwatersysteem.

Alles is overeenkomstig met de VEWIN/KIWA richtlijnen.

Onderdelen

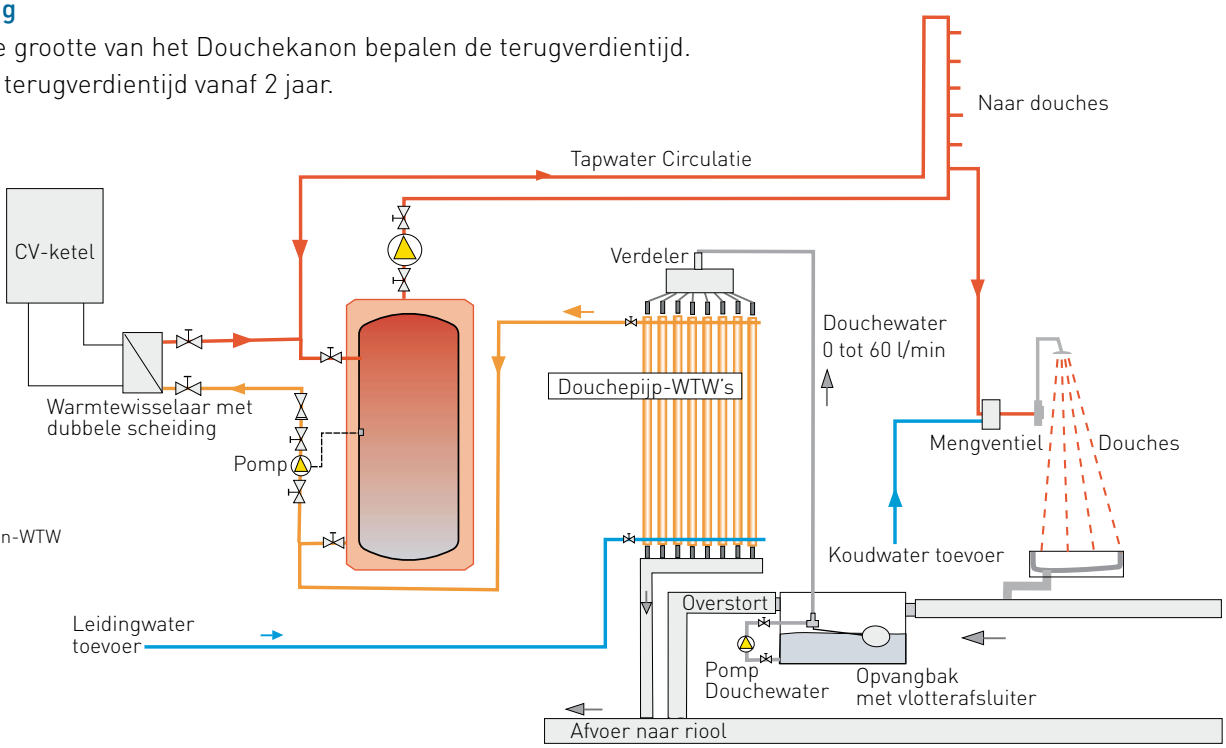
- Meerdere parallel geschakelde Douchepijp-WTW's;
- Verdeler;
- Drain met vlotter-regelaar (gepatenteerd);
- Centrifugaalpomp;

Toepassingen

- Zwembaden en sauna's;
- Sporthal, sportaccomodaties;
- Openbare douchegelegenheden;
- Campings.

Energiebesparing

De gasprijs en de grootte van het Douchekanon bepalen de terugverdientijd.
Vuistregel is een terugverdientijd vanaf 2 jaar.



Afb. 4. Douchekanon-WTW

Informatie aanvragen

Offerte aanvragen

FSC Mixed Sources
Product group from well-managed forests and other controlled sources
Cert no. SGS-COC-005217
www.fsc.org
© 1996 Forest Stewardship Council

TECHNEA NEDERLAND BV.
Groothandel in energiebespaartechniek

Pallasweg 13 8938 AS Leeuwarden
T 058 288 47 39 F 058 288 92 98
E info@technea.nl I www.technea.nl

Vormgeving www.fisk.nl WUD-NL 09/08©

www.grijswater.com

Grijs Water



Regenwater Woningbouw

Regenwater Tuin

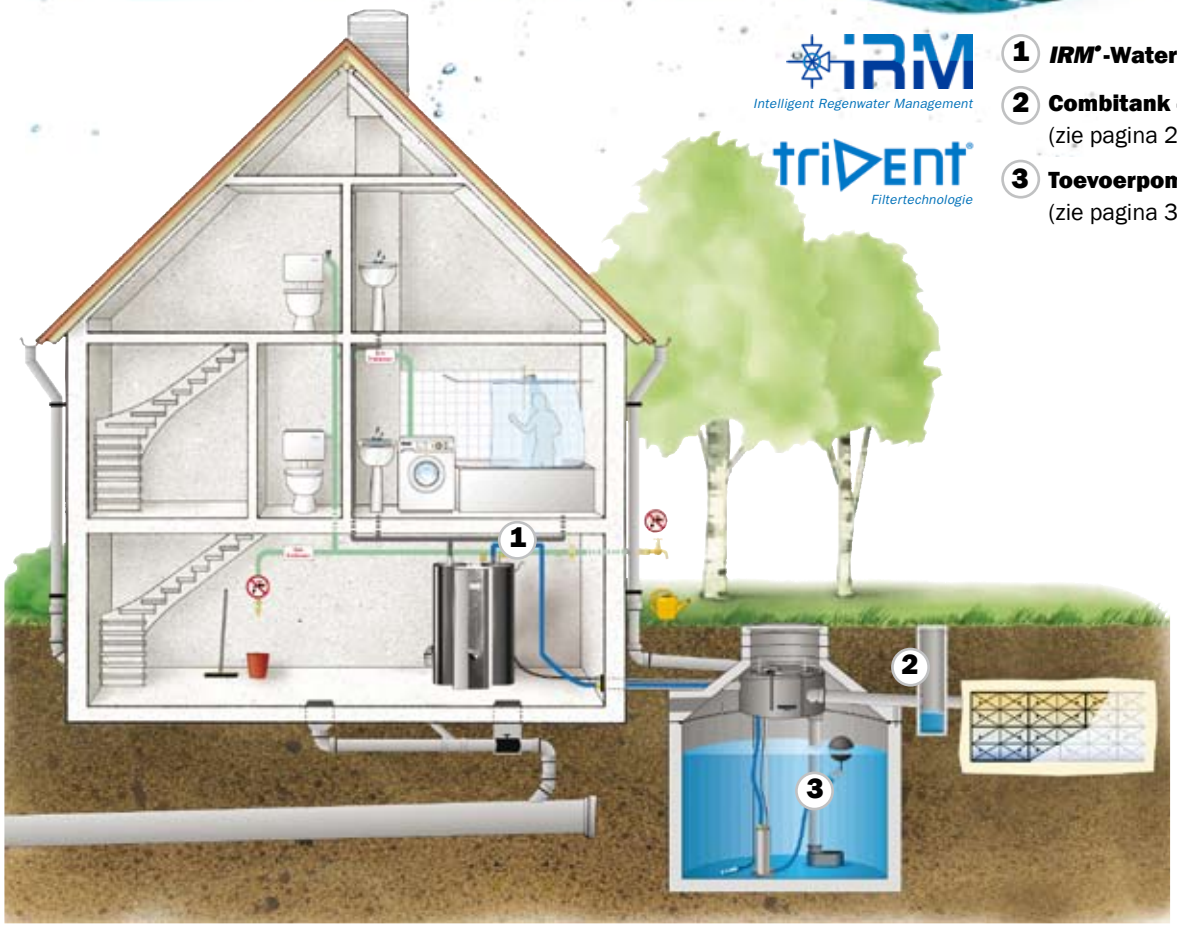
Regenwater Utiliteitsbouw

Grijswater

Infiltratie

Afvalwater

IWM® –Grijs Water, recyclen van bad- en douchewater



1 ***IRM*®-Watermanager WME**

2 **Combitank 450 Beton**
(zie pagina 24)

3 **Toevoerpomp**
(zie pagina 39)

Infiltratie wordt aanbevolen
zie pagina 84 en de brochure "groene steden" van GEP

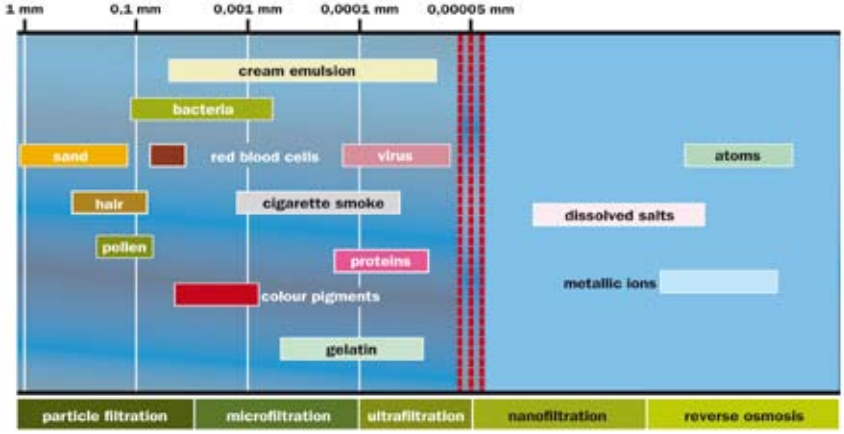
Prijsvoorbeeld NL B

Art.-Nr.	Omschrijving	Prijsnummer	PG
811930	GEP Watermanager WME -4	270	2
11132	GEP Combitank 7.350 Liter	46	2
11224	GEP Toevoerpomp	67	1
	Inbedrijfname optioneel: 225,00 €		

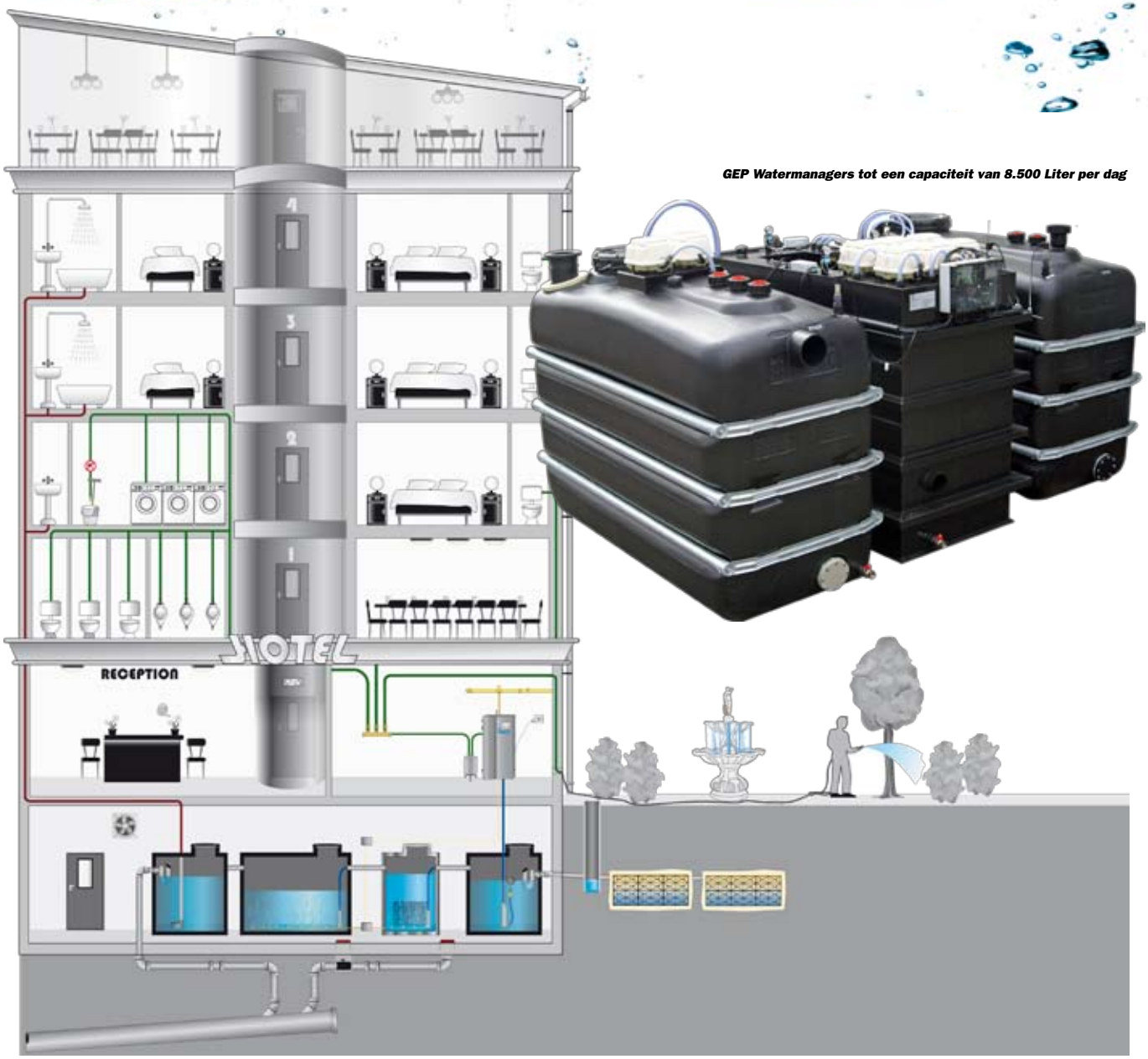
Alle prijzen zijn exclusief BTW af werk.

Voordelen grijs water

- **gratis water** voor toiletspoeling, wasmachine en tuin
- **hoge gegarandeerde waterkwaliteit** dankzij membraamfiltratie
- **bedrijfszeker** dankzij continue controle van de waterkwaliteit
- **compacte bouwwijze**



IWM - Grijs water, recyclen van bad- en douchewater



GEP Watermanagers tot een capaciteit van 8.500 Liter per dag

Principe grijs water bij horeca, industrie en appartementen

Het grijze water afkomstig van bad, douche of wasmachine wordt naar een tank gevoerd. Vanuit deze voorbezinktank wordt het water naar de biorotor gepompt. De kontinue draaiende biorotoren voorzien in een permanente toevoer van zuurstof en een optimale biologische reiniging van het water. Dit water stroomt vervolgens in een nabezinktank waaruit het via een UV-desinfektielamp naar de buffertank gevoerd wordt. Dit gedesinfekteerde water kan gebruikt worden voor wasmachine, tuin en toiletspoeling. Optioneel dit systeem aangesloten worden op een regenwatersysteem. Bij gebrek aan grijs water en/of droogte schakelt het systeem automatisch over op drinkwater.



Grijswater / regenwatersysteem in Peking, China
400 personen ten behoeve van toiletspoeling



Grijswatersysteem in Berlijn, Duitsland
90 personen ten behoeve van toiletspoeling

© GEP Benelux BV Tel. BE +32 (0)780 50098 NL +31 (0)183 610520

IWM -Watermanager WM-4 en 15



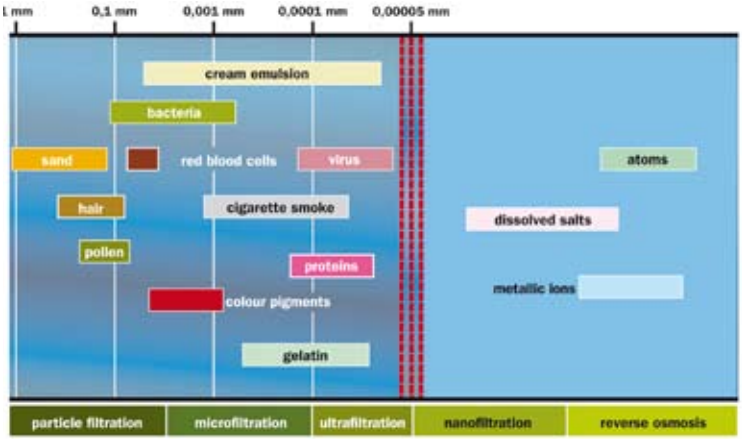
Opengewerkte Watermanager WME-4

Produktvoordelen

- **Compact systeem voor woningbouw, past in iedere ruimte**
- **Maximaal gebruik van grijs water dankzij grote buffertanks, geen druppel gaat verloren**
- **Combinatie met regenwatersysteem mogelijk**
- **Onderhoudsarm en energie efficiënt**
- **Automatische reiniging van membraanfilter verlengt de levensduur en verkort service interval**
- **Servicemelding van filter, optioneel uit te breiden met gsm-modem**

Werking

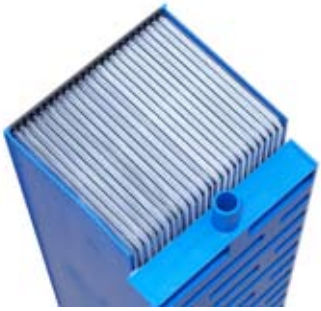
De IWM – Watermanagers WM-4 en WM-15 van GEP zijn kleine compacte systemen die het grijs water van de douche en het bad recyclen binnen woningen. Bovendien zijn de Watermanagers van GEP te combineren met regenwatersystemen. Men gebruikt dan eerst het grijze water en als dat verbruikt is het regenwater. Tot slot, als alles op is schakelt de watermanager over op drinkwater.Om de WME-15 uit te breiden met aanvullend buffervolume zijn de basistanks en uitbreidingstanks van 750 Liter leverbaar. De basistank is uitgerust met een rustige toevoer 75 mm en een overloopsifon 110mm. De Watermanagers WME-4 en WME-15 zijn uitgerust met pompen om te voorzien in voldoende waterdruk bij de aftappunten. Standaard wordt het systeem met de bekende Aspri pomp van GEP geleverd, op wens zijn dompelpompen of andere configuraties leverbaar.





Watermanager WME-15

IWM - Grijs water, recyclen van bad- en douchewater









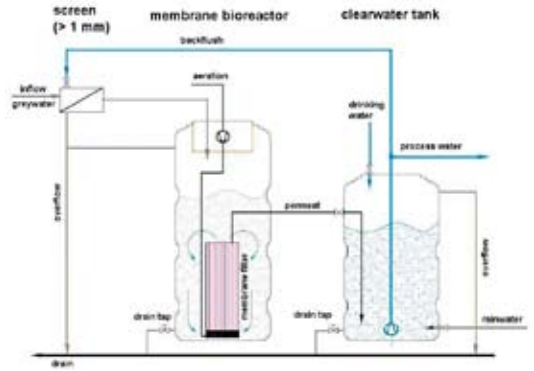


Foto's: Van MicroClear® filtercassette

GSM Module

Technische specificaties

GEP - Watermanager	WME-4	WME-15
Capaciteit	Max. 300 l/d	Max. 700 l/d
Filterfijnheid	50 nm	50 nm
Elektrisch verbruik	Max. 1.000 W	Max. 1.300 W
Elektrische aansluiting	230V/50Hz	230V/50Hz
Beschermingsklasse	IP44	IP44
Gewicht (leeg)	75 kg	103 kg
Max. Gewicht onderdeel	30 kg	53 kg
Afmetingen (BxDxH) cm	75x79x150	170x98x192
Totaal volume grijswater	248 liter	750 liter
Aansluiting perszijde	1”	1”
Pompcapaciteit	3,5 m3/h	5,5 m3/h
Max. opvoerhoogte	46 m	48 m



Schema: filtratie van membraanfilter



Vooraanzicht Watermanager WME-15



Achteraanzicht Watermanager WME-15

Prijsvoorbeeld (NL) (B)

Art.-Nr.	Omschrijving	Prijsnummer	PG
811930	GEP – Watermanager WME-4	270	2
812560	GEP – Watermanager WME-15 Dompelpomp	271	2
812565	GEP – Watermanager WME-15 met Dubbele pomp	272	2
812575	Volumeuitbreiding Basistank WME-15	273	2
812580	Volumeuitbreiding Uitbreidingstank WME-15	274	2
812590	GSM-Module foutmeldingen per sms WME-15	275	2

Alle prijzen zijn exclusief BTW af werk.

Grotere capaciteiten tot 8.500 Liter per dag op aanvraag

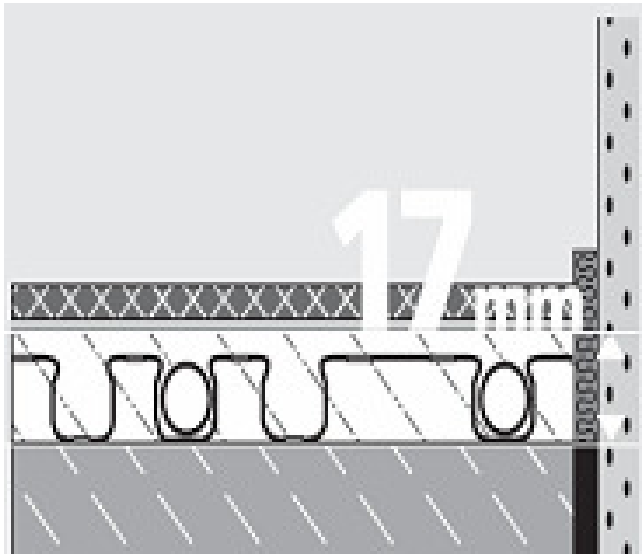
© GEP Benelux BV Tel. BE +32 (0)780 50098 NL +31 (0)183 610520

CLIMACOMFORT ® SYSTEEM

INLEIDING

Techneco is importeur voor Nederland van Roth vloerverwarming. Het ClimaComfort programma van Roth heeft verschillende uitvoeringen en kan dus bij verschillende projecten worden toegepast. Renovatie of nieuwbouw, het systeem is altijd toepasbaar. ClimaComfort is het antwoord wanneer beperkt gewicht of dikte van de vloer gevraagd wordt. Door innovatie, kwaliteit en flexibiliteit, onderscheidt dit systeem van de huidige verwarmingtoepassingen. Door de brede inzetbaarheid van het systeem kan er voor ieder project een passende oplossing worden gevonden





verschillende toepassingen
Het ClimaComfort programma bevat diverse uitvoeringen die geschikt zijn voor diverse toepassingen. Zowel vloer- als wandverwarming is mogelijk.

Er wordt onderscheid gemaakt in drie verschillende systemen:
» ClimaComfort compact;
» ClimaComfort droogbouw;
» ClimaComfort paneel.

ClimaComfort ® compact
De naam geeft de unieke eigenschap van deze configuratie al aan. Het systeem heeft een minimale opbouwhoogte van maar 17 mm. En daardoor erg geschikt voor renovatiewerkzaamheden aan monumentale panden of andere toepassingen waarbij de maximale opbouwhoogte een rol speelt.

Dit systeem is toepasbaar als vloerverwarming en vloerkoeling. Een ondergrond van beton en ook hout is mogelijk. Door gebruik van de juiste vloermaterialen ontstaat hiermee een zeer dunne vloer met voldoende capaciteit om de ruimte volledig te verwarmen of te koelen.

kenmerken
» geschikt voor nieuwbouw en renovatie
» de oplossing voor een lage constructie in renovatiewerk
» snelle reactietijd op verwarmingsvraag door lage opbouwhoogte
» door gebruik van gerecyclede grondstoffen een duurzaam product

ClimaComfort ® droogbouw
Het ClimaComfort droogbouw systeem is toepasbaar in zowel nieuwbouw als renovatie. De dikte van het paneel is 33 mm. Dit betekend dat de totale vloerconstructie tussen de 48 en 59 mm ligt, afhankelijk van de afwerkplaten.

Dit systeem is zowel toepasbaar op de vloer als aan de wand voor verwarming en koeling. Doordat het systeem in een totaalpakket wordt geleverd is het monteren snel en gemakkelijk, wat tijd bespaard.

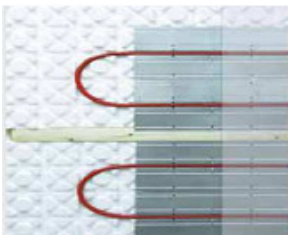
kenmerken
» geschikt voor nieuwbouw en renovatie
» lage opbouwhoogte en laag gewicht
» hoge isolatiewaarde (0,75 m^2 kW)
» slakkenhuis of meander legpatroon mogelijk



ClimaComfort ® paneel
Deze nieuwe wijze van monteren is vooruitstrevend op verwarmingsgebied, en kan op vrijwel alle toepassingen gebruik worden. Door de opzet heeft dit systeem een zeer gelijkmatige afgifte

Dit systeem is toepasbaar als vloer / wand verwarming / koeling. Doordat het systeem in een totaalpakket wordt geleverd is het monteren snel en gemakkelijk.

kenmerken
» geschikt voor nieuwbouw en renovatie
» zeer gelijkmatige warmteverdeling
» zowel 14 mm als 16 mm leiding mogelijk
» snelle reactietijd op verwarmingsvraag





Titel	Lage Temperatuur Verwarming
Classificatie	Energie - Installatie
Datum	22-02-11

Informatieblad Lage Temperatuur Verwarming(LTV)

Omschrijving

Lage Temperatuur Verwarming is een verwarmingssysteem waarbij de aanvoertemperatuur van het CV- water maximaal 50°C is. Om dit te bereiken geeft een groot oppervlakte (vloer of wand) een lagere temperatuur af door stralingswarmte. Bij klassieke CV installaties geeft een klein oppervlak (radiatoren) een hoge temperatuur af.
Het LTV-systeem is zuiniger omdat door de directe straling de luchttemperatuur lager (bijv. 18°C) kan zijn zonder verlies aan warmtecomfort. Door de lage aanvoertemperatuur stookt de HR-ketel zuiniger.
LTV is uitermate geschikt in combinatie met een warmtepomp.

Toepassing

De drie voornaamste toepassingen zijn:

Vloerverwarming

Bij vloerverwarming worden een aantal vloeren benut om warmte aan de ruimte af te geven.

Bij grote renovaties waarbij de beganegrondvloeren volledig vernieuwd en geïsoleerd worden, is vloerverwarming een goede optie.

Wandverwarming

Een ander mogelijkheid is om een aantal wanden te benutten als stralingsoppervlakte. Bij renovaties waarbij gevels geïsoleerd worden is het plaatsen van wandverwarming een optie om zeker te overwegen.

HR radiatoren

Hoogrendement radiatoren of Low H_2O zijn radiatoren met een verhoogd rendement. Door dit hogere rendement is het mogelijk om de aanvoertemperatuur te verlagen zonder de noodzaak extreem veel oppervlakte aan radiatoren te moeten plaatsen. Met klassieke paneelradiatoren zou dat wel het geval zijn.

Bij LTV is het van belang dat de woning zeer goed geïsoleerd is. Laat bij twijfel een energieadvies uitvoeren.

Afbeelding



Wandverwarming bron: atrium nijmegen



Vloerverwarming bron: Wellink installatie BV

Voordelen

- Lagere stookkosten
- CV ketels van het type HR worden zuiniger door de lage aanvoer temperatuur
- Lagere CO_2 uitstoot
- Minder luchtstroming
- Minder zwevend stof

Nadelen

- Hogere aanschafprijs
- Beperktere mogelijkheden om zaken aan de wand te bevestigen bij wandverwarming

- Voldoende muur moet vrij blijven
- Opwarming verloopt trager

Relevante Kengetallen
Om een maximaal rendement te halen is de aanvoertemperatuur bijvoorkeur maar 35°C of lager.

Keurmerken of Labels
van de Stichting Lage Temperatuur Verwarming

Leveranciers
Een lijst van leveranciers vindt u op:
www.ipdubo.nl

Zie ook de ledenlijst van de Stichting Lage Temperatuur Verwarming:
www.stichtingltv.nl

Meer informatie
www.milieucentraal.nl zoeken op: LTV
www.stichtingltv.nl

Gerelateerde Onderwerpen
Lage Temperatuur Verwarming (LTV)
Vloerverwarming
Warmtepomp

KALORINA 151 - 581 kW Pellet







Computer gestuurde regeling

50% besparen
Volautomatisch biomassa stoken

Aitec bv

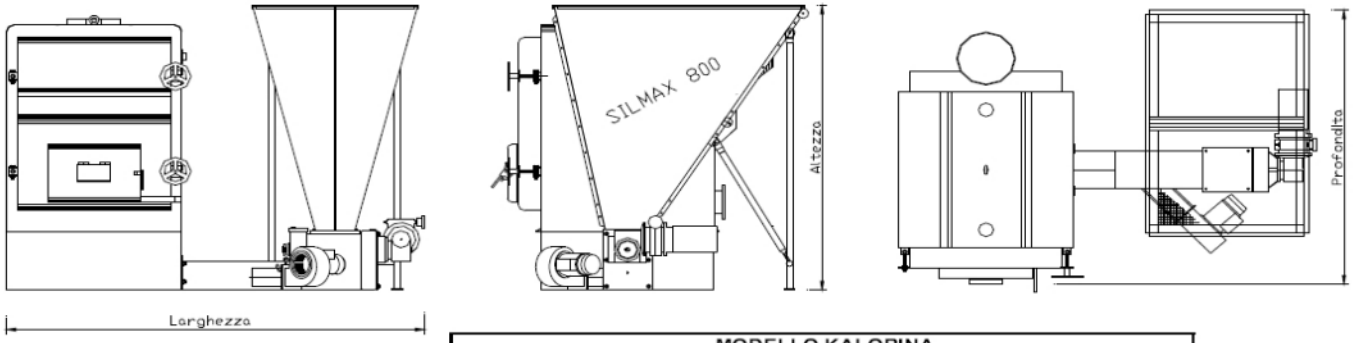
Sinds 1917 in techniek

Tatano Energie Alternative

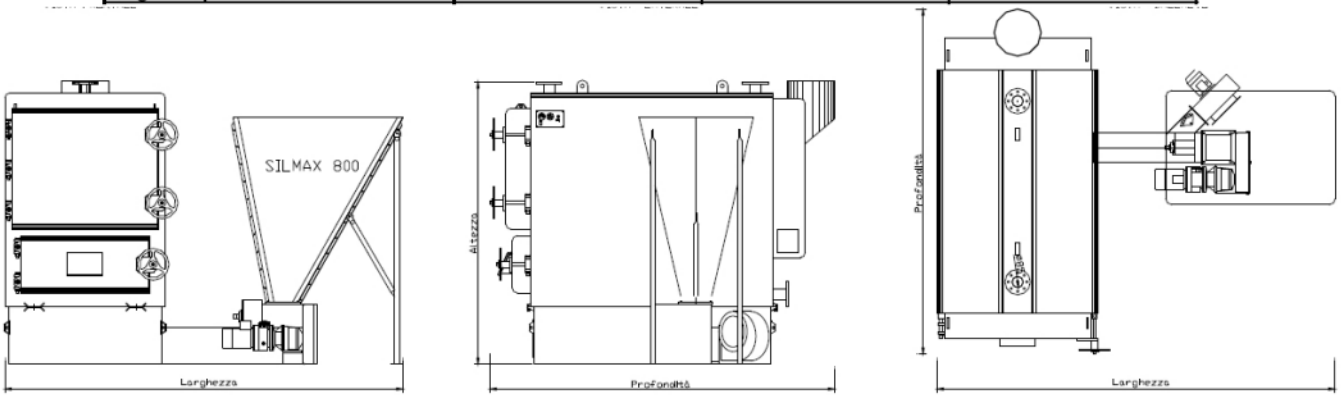
Kalorina Pellet 151 - 581 kW

De Kalorina pellet een automatische cv-ketel. De ketel verbrand biologische brandstof: Pellets en andere gemakkelijk rollende materialen. Er wordt goedkope energie geproduceerd door natuurlijke brandstoffen te hergebruiken. Hierdoor produceert u geen co^2. Behalve energiekostenbesparing wordt zo ook het milleu gespaard. U komt hierdoor in aanmerking voor EIA Energie Investerings Aftrek.
De energie besparing kan oplopen tot boven de 50%, in vergelijking met gas of olie.
De ketel heeft standaard de mogelijkheid om een **bio-, gas- of oliebrander te monteren** als backup of alternatief.
Via de grote deur, is de ketel behalve automatisch ook met stukhout te stoken en eenvoudig schoon te maken.
De Kalorina is gemaakt van 1e klas materialen volgens de Europese richtlijnen en wordt op de fabriek uitgegloeid om spanningen te voorkomen en op 5 bar afgeperst als lektest. De ketel is thermisch geïsoleerd. Het brandstof toevoer systeem heeft een **dubbele schroef met hier tussen een loze ruimte** voorzien van aansluitingen voor een blussysteem met water ter voorkoming van eventueel terugbranden.
De brander is gemaakt van roestvast staal en gietijzer. De verbrandingslucht wordt op 2 plaatsen (primaire- en secundaire verbranding) aangevoerd door een ventilator. Hierdoor ontstaat een fraaie vlam, met een volledige verbranding.





	MODELLO KALORINA		
	K2213	K2218	K2223
Potenzialità nominale	130.000 Kcal/h 151,16 Kw	180.000 Kcal/h 209,30 Kw	230.000 Kcal/h 267,44 Kw
Potenzialità al focolare	151.000 Kcal/h 175,58 Kw	209.000 Kcal/h 243,02 Kw	267.000 Kcal/h 310,47 Kw
Dimensioni mm Larghezza/profondità/altezza	2280 / 1650 / 1725	2280 / 2030 /1725	2281 / 2280 /1725



	MODELLO KALORINA		
	K2230	K2240	K2250
Combustibile utilizzabile	Pellet, Sansa, Legna	Pellet, Sansa, Legna	Pellet, Sansa, Legna
Potenzialità nominale	300.000 Kcal/h 348,84 Kw	400.000 Kcal/h 465,12 Kw	500.000 Kcal/h 581,40 Kw
Potenzialità al focolare	348.000 Kcal/h 404,65 Kw	460.000 Kcal/h 534,88 Kw	580.000 Kcal/h 674,42 Kw
Dimensioni mm Larghezza/profondità/altezza	3128 / 2235 / 2218		3128 / 2710 / 2218

De aangebouwde silo heeft een inhoud van 800 liter (vergelijkbaar met ca. 295 m3 gas) maar is ook eenvoudig uit te rusten met een vijzel vanuit een silo.
De Kalorina pellet is in een linkse en een rechtse uitvoering verkrijgbaar.

Dealer

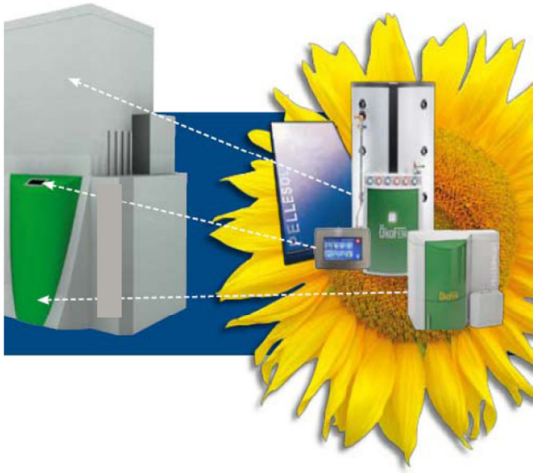
www.aitec.nl Tel. 0317-621784 Achterbergsestraatweg 128
info@aitec.nl Fax. 0317-621845 3911 CX RHENEN
Aitec bv

Pellematic Smart *Nieuw!*

Dé oplossing voor passiefhuizen en lage-energiewoningen

All-In-One

Belangrijke kenmerken:



- **Condenserende houtpelletketel**
  - rendement **106%**
- Gelaagd buffervat 600 liter
- Sanitair warmwater via externe warmtewisselaar
- Voorgemonteerde pompen *
- Weersafhankelijke regeling
- Automatische houtpellet toevoer via zuigsysteem (optioneel)
- Zonne-warmtewisselaar (optioneel)
- Compact, neemt slechts 1,5 m^2 vloeroppervlakte in beslag
- Beschikbaar in de vermogens 4, 6 of 8 kW

De ontwikkeling van de **Pellematic Smart** bracht **ÖkoFEN** internationaal weer groot aanzien en erkenning. Met de huidige houtpelletketels wordt een rendement bereikt van zo'n 90%. Met de moderne **condensatietechniek** van de **Pellematic Smart** werd het rendement verder opgetrokken naar **106%**. **ÖkoFEN** zet hiermee weer een nieuwe standaard.



Omdat er gebruik wordt gemaakt van ascomprimering hoeft de ketel maar enkele keren per jaar geleegd te worden.

De ketel kan voor toepassing in passiefhuizen luchtdicht gemaakt worden.



* Er zijn twee pompgroepen mogelijk, één voor de vloerverwarming (lage temperatuur) en één voor radiatoren (hoge temperatuur).

*Met verwarmen op **hout** bent u in balans met de **natuur**.*

BIO Verwarming – Pauwoogweide 1 – 3437 VV Nieuwegein
T 030-6034327 - M 06-48252033
E info@bio-verwarming.nl – W www.bio-verwarming.nl

November 2010

Technische gegevens:		
Breedte - totaal	mm	1.125
Hoogte - totaal	mm	2.010
Hoogte - vuleenheid	mm	1.320
Diepte - totaal	mm	1.120
Inbrenghoogte	mm	790
Kiphoogte	mm	1.970
Voor- en terugloop - aansluitingen	duim	3/4"
Voor- en terugloop - aansluithoogte	mm	1.300
Rookgaskanaal - diameter	mm	133 binnen
Rookgaskanaal - aansluithoogte	mm	275
Gewicht (zonder water, volledig uitgerust)	kg	390
Gewicht volledig en gevuld	kg	990
Rendement vollast	%	103,9 / 104,8 / 105,7
Waterinhoud	l	600
Benodigde onderdruk vollast / deellast	mbar	0.1 / 0.1
Rookgastemperatuur vollast *	°C	30° - 50°
Rookgasmassa vollast	kg/h	9,7 / 14,8 / 20
Rookgasvolume vollast	m^3/h	7,7 / 11,5 / 15,4
Rookgaskanaal (aan ketel) - diameter	mm	133 binnen
Schouw - diameter	mm	min. 130 mm
Schouw - uitvoering		enkelwandig, vocht- en roetbestendig
Elektrische aansluiting		230 VAC, 50 Hz, 6A bij voedingsschroef, 14 A bij vacuümzuigsysteem
Volume houtpellet voorraad	l	34
Max toegelaten werkdruk:		
Verwarming	bar	3
Warmtewisselaar voor sanitair water	bar	6
Zonnewarmtewisselaar	bar	6
Oppervlakte warmtewisselaar:		
Zonnewarmtewisselaar (in vergelijking met gladde buiswarmtewisselaar)	m^2	1,75
Inhoud warmtewisselaar:		
Warmtewisselaar voor sanitair water	l	0,8
Zonnewarmtewisselaar	l	1,7
Warmte isolatie:		
Mantel, warmte-isolatie 0,035 W/mK	mm	120
Tapcapaciteit friswaterstation		25 l/min bij 60 °C buffertemperatuur en 45 °C warmwatertemperatuur

BIO Verwarming is importeur van de **ÖkoFEN** producten in Nederland.
De **ÖkoFEN** producten worden uitsluitend geleverd via installateurs die een gedegen opleiding hebben gevolgd en door ons als zodanig zijn gecertificeerd.
Vraag uw installateur naar de mogelijkheden

Gebruik voor de **Pellematic Smart**
uitsluitend **EN *Plus* A1** kwaliteit **houtpellets!**

Zie voor ook andere **ÖkoFEN** producten zoals brandstof-opslagsystemen en zonnecollectoren onze website.

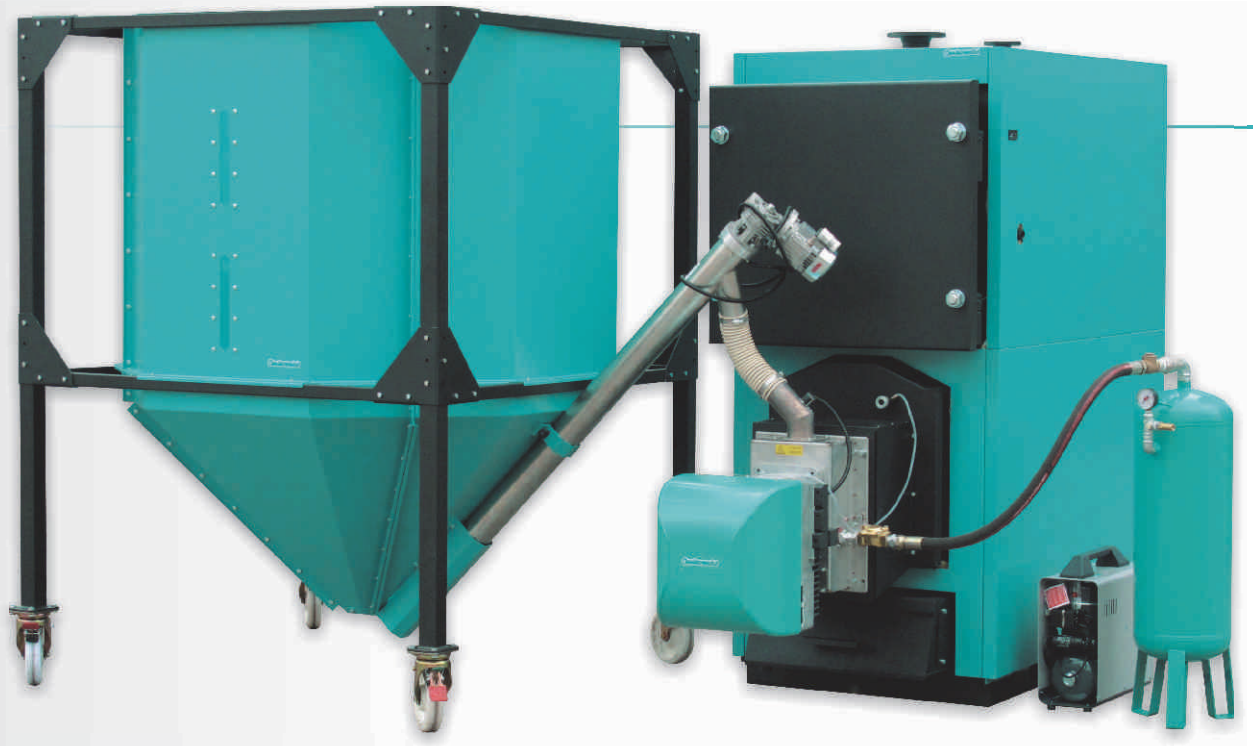


BIO Verwarming – Pauwoogweide 1 – 3437 VV Nieuwegein
T 030-6034327 - M 06-48252033
E info@bio-verwarming.nl – W www.bio-verwarming.nl

November 2010

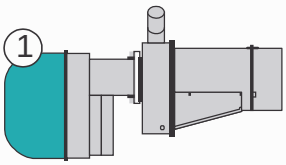
Pellet brander set

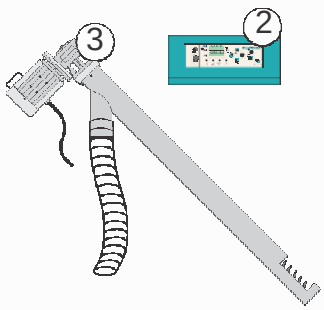
De verwarmings apparatuur van de Cm Pellet-set (51-500 kW) is ontworpen om te worden aangesloten op de ketels EKO-CK P en EKO-CKS P met pellet brander. Een pellet tank, zoals de CentroPelet tank moet worden aangesloten. Indien de nominale warmteafgifte hoger is dan 180 kW, moet de compressor met tank voor de automatische brander reiniging ook worden aangesloten. De digitale regeling regelt de werking van de brander (ketel) en pellet transporter. Alle genoemde componenten maken een functionerende "eenheid". De ventilator en de elektrische ontsteking zijn geïntegreerd in de brander en worden gestuurd door de regeling. De automatische werking van deze ketel biedt een hoog niveau van comfort voor de gebruiker. Vanuit het oogpunt van functionaliteit, lopen deze installaties absoluut niet achter op de olie-of gasgestookte systemen. Het brandstofverbruik is tot 40% lager vergeleken met de prijs van olie / gas stoken. Pellets zijn hernieuwbare energiebron en dus ecologisch zeer acceptabel.



Cm Pelet-set 51 - 500 kW onderdelen:

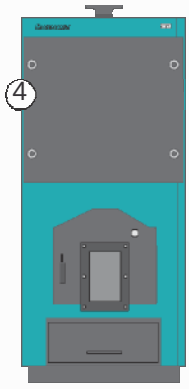
- Pellet brander cppl ①
- Digitale ketel regeling ②
- Pellet transporter ③





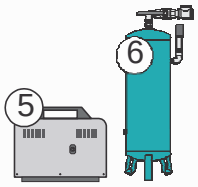
ketel

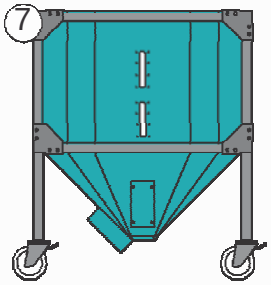
- EKO-CK P / EKO-CKS P ④



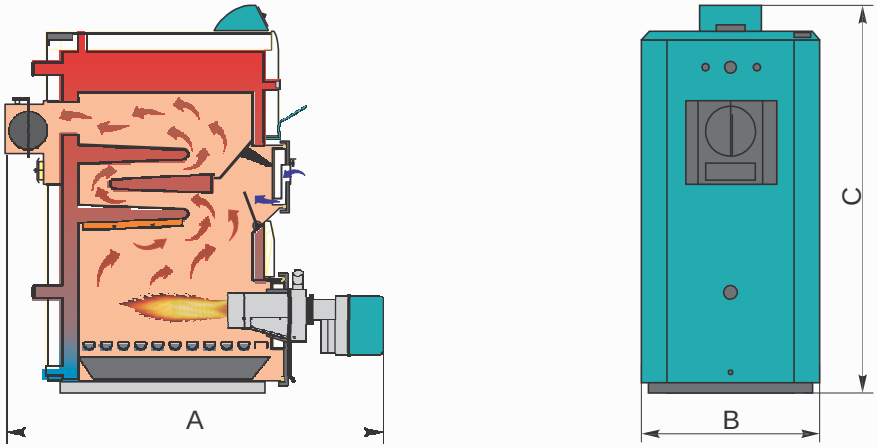
aanvullende onderdelen

- Compressor ⑤
- Expansie vat ⑥
- Pellet tank ⑦

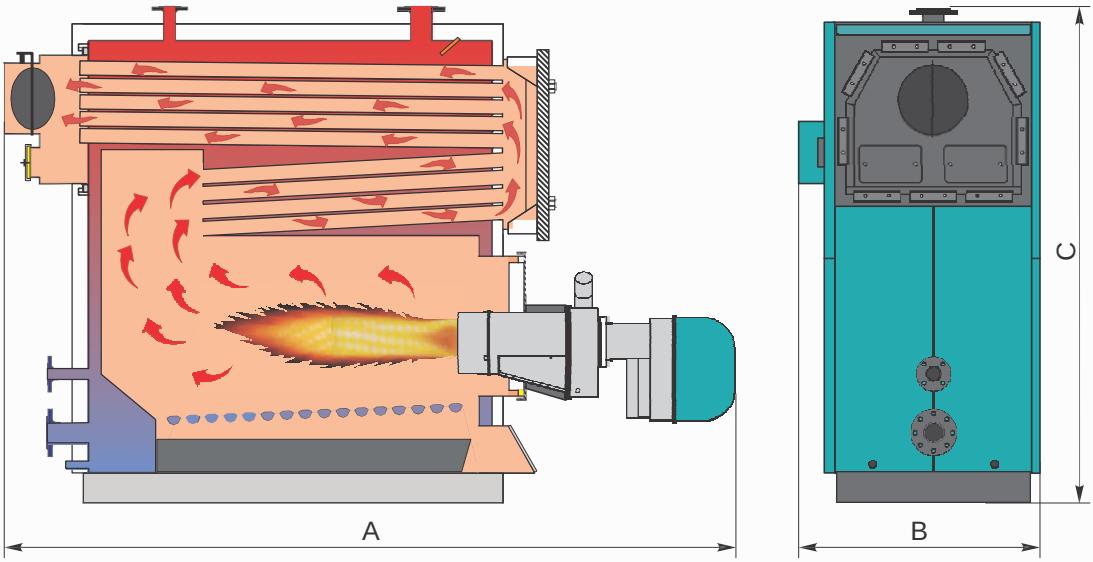




Cm Pellet-set 90 (51 - 90 kW)
ketel EKO-CK P



Cm Pellet-set 180 - 500 (90 - 500 kW)
ketel EKO-CKS P



Cm Pellet-set (51 - 500 kW)	*componenten*	*Monteren op ketel*	*Verm. (kW)*	*bijkomend*	*afmetingen (mm)* A	B	C
Cm Pellet-set 90 (51 - 90 kW)	- pellet brander CPPL-100 - digitale ketel regeling - pellet transporter - automatische brander reiniging*	EKO-CK P 70	51 - 70	Pellet tank expansievat 24 lit.* Compressor*			
		EKO-CK P 90	70 - 90				
Cm Pellet-set 180 (90 - 180 kW)	- pellet brander CPPL-200 - automatische brander reiniging - digitale ketel regeling - pellet transporter	EKO-CKS P 150	90 - 150	Pellet tank expansievat 24 lit. Compressor	2450	980	1610
		EKO-CKS P 200 M	90 - 180		2850	980	1610
Cm Pellet-set 300 (180 - 300 kW)	- pellet brander CPPL-350 - automatische brander reiniging - digitale ketel regeling - pellet transporter	EKO-CKS P 200	90 - 200	Pellet tank expansievat 50 lit. Compressor	2850	980	1610
		EKO-CKS P 250	200 - 250		2850	1080	2110
		EKO-CKS P 300	250 - 300		3200	1080	2110
Cm Pellet-set 500 (300 - 500 kW)	- pellet brander CPPL-600 - automatische brander reiniging - digitale ketel regeling - pellet transporter	EKO-CKS P 380	300 - 380	Pellet tank expansievat 50 lit. Compressor	3130	1230	2110
		EKO-CKS P 500	380 - 500		3400	1480	2540

* optioneel



Pellets, de natuurlijke energiedragers

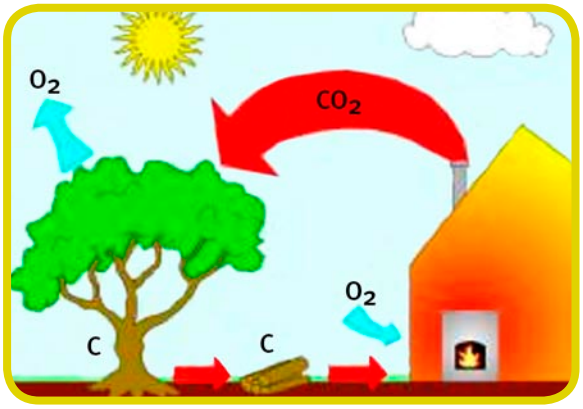




bio energie noord

Inleiding

Al eeuwenlang wordt hout gebruikt om warmte op te wekken, maar door de beschikbaarheid van gas en olie, is deze brandstof een tijdlang minder gebruikt. Door de continue stijging van de energieprijzen én de wetenschap dat onze voorraad fossiele brandstoffen aan het opraken is, wordt het gebruik van hout als brandstof weer aantrekkelijk en mogelijk zelfs noodzakelijk.
De techniek van houtkachels heeft zich de afgelopen jaren steeds verder ontwikkeld. Naast installaties voor gekloofde blokken hout of voor houtsnippers zijn er vandaag de dag ook installaties voor de zogenaamde 'pellets' op de markt. Pellets zijn geperste brokjes hout. In Duitsland en Oostenrijk is het al heel normaal om je huis door middel van deze houtpellets te verwarmen, maar in Nederland is deze techniek nog redelijk onbekend. Deze brochure biedt informatie over het gebruik van pellets als duurzame brandstof.



Korte kringloop

Biomassa voor duurzame energie wordt gerekend, voor wat betreft de CO_2 uitstoot, tot de 'korte kringloop'. Biomassa is organisch materiaal zoals hout, groente-, fruit- en tuinresten. Bij het verbranden komt wel CO_2 vrij, maar deze is kort hiervoor ook door bomen en planten uit de lucht onttrokken. Hierdoor vindt er geen toename van de totale hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer plaats. Fossiele brandstoffen daarentegen hebben miljoenen jaren de tijd gehad om zich te vormen en in de aarde vast te leggen. Al deze CO_2 komt in een paar honderd jaar door verbranding vrij en dat betekent dat in korte tijd de hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer sterk toeneemt.



Wat zijn pellets?

Houtpellets zijn geperste houtkorrels. Ze kunnen gefabriceerd worden uit reststromen zoals snoeihout, zaagsel, houtspaanders etc. Daarnaast worden er ook specifiek bossen aangepland waarmee hout geproduceerd kan worden. Pellets hebben een doorsnee van gemiddeld 6 mm en een lengte van ca. 10 tot 20 mm. Deze pellets worden zonder toevoeging van bindmiddelen onder hoge druk gefabriceerd met behulp van een matrijs. Ze hebben een hoge verbrandingswaarde van ongeveer 18,5 MJ/kg. Hiermee komt 1,8 kilogram pellets overeen met ongeveer één liter stookolie of 1m^3 aardgas. Er bestaan ook pellets die zijn gefabriceerd uit samengeperst stro of graan. In deze folder worden echter alleen ingegaan op houtpellets.

Kwaliteitskenmerken van pellets volgens de Duitse DINplus norm

Verbrandingswaarde	18 MJ/kg (~5 kWh/m^3)
Stortgewicht	650 kg/m3 (Sm^3)
Doorsnede	4 – 10 mm
Lengte	20 – 50 mm
Restvochtigheid	< 10%
Specifiek gewicht	1,12 kg/dm^3
Asgehalte	< 0,5%
Afbrokkeling	2,30%
Pershulpmiddel	<2%
Zwavelgehalte	< 0,04%
Stikstofgehalte	< 0,3%
Chloorgehalte	< 0,02%

Voor- en nadelen

Er zijn veel redenen om houtpellets als brandstof te gebruiken. Buiten de voordelen voor het milieu zijn er ook economische voordelen. Hieronder staan ze de belangrijkste voordelen opgesomd:

Ecologische voordelen

- ***Reduceren van het broeikaseffect***
  Pellets zijn CO_2 neutraal. Door het gebruik van pellets wordt er bespaard op het gebruik van fossiele brandstoffen. Dit levert een reductie op ten aanzien van de totale uitstoot van broeikasgassen.
- ***Vermindering van zure regen***
  Naast een CO_2 reductie komt bij de verbranding van pellets ook minder zwaveldioxide en chloor vrij.
- ***Minder risico's tijdens transport***
  Milieuvervuiling als gevolg van lekkende olieopslag tanks en gasleidingen, valt bij het gebruik van pellets als brandstof weg. Ook het gevaar van explosies, brand en grondwaterverontreinigingen is bij de opslag van deze brandstof in vergelijking met de fossiele energiedragers beduidend minder.
- ***Optimaal gebruik van reststromen***
  Het hergebruik van reststromen zoals snippers, zaagsel en houtkrullen voorkomt dat deze stromen als afval worden gestort. Door ze als brandstof te gebruiken worden ze nuttig ingezet, hetgeen positieve gevolgen heeft voor milieu en economie.

Economische voordelen

- ***Vorming van arbeidsplaatsen***
  De productie en het gebruik van hout in eigen land schept arbeidsplaatsen in de industrie, dienstverlening en in de land- en bosbouw.





- ***Prijsvoordeel***
  De prijs van pellets is niet direct gekoppeld aan de gas- en olieprijs, die door beperkte voorraden en stijgende milieubelastingen verder zullen stijgen. Nu al zijn pellets een prijsgunstig alternatief voor fossiele brandstoffen.
- ***Zekerheid van beschikbaarheid***
  Hout is een hernieuwbare, permanent beschikbare brandstof. Hierdoor is het mogelijk om de sterke afhankelijkheid van olie en gas te verminderen.

Voordelen ten opzichte van andere biologische brandstoffen

Niet alleen ten opzichte van fossiele energiedragers hebben pellets een voordeel. Ook in vergelijking met andere natuurlijke brandstoffen zoals blokken hout en houtsnippers heeft het gebruik van pellets duidelijke voordelen.

- ***Opslagcapaciteit***
  Houtpellets hebben minder opslagruimte nodig dan andere vaste biobrandstoffen. Hierdoor kan voor langere tijd voorraad worden ingeslagen.
- ***Transportcapaciteit***
  De doseerbaarheid van pellets en de normering van de pelletgrootte, maken een gemakkelijk transport mogelijk. Pellets kunnen probleemloos in een tankauto worden vervoerd en via buistransport in een voorraadkelder worden geblazen.
- ***Emissies***
  Houtpellets hebben een lagere emissie van rookgassen (CO en stof) dan andere biobrandstoffen.
- ***Stofeigenschappen***
  Het gehalte aan as, is beduidend lager dan bij andere brandstoffen. Hierdoor is de afvalstroom uit de ketel kleiner.
- ***Rendement***
  Houtpellets die volgens de normering zijn gemaakt hebben altijd gelijke verbrandingseigenschappen, waardoor onregelmatige verbranding en behoud van rendement is gewaarborgd.
- ***Onafhankelijkheid***
  Houtpelletsystemen maken de eigenaar onafhankelijk van energiebedrijven; dit wordt vaak hoog gewaardeerd.

Nadelen ten opzichte van olie en gas

- Periodiek legen van de aslade (elke 1 a 2 maanden). De schone as kan daarentegen wel goed als compost gebruikt worden.
- Een opslagruimte is wenselijk.
- De voorraad houtpellets moet periodiek worden aangevuld. Dit brengt transportbewegingen teweeg.

Kwaliteit van pellets

Voor een optimaal verbrandingsresultaat en een storingsvrij proces, is het van belang om goede pellets te kopen. Goede pellets kunnen worden herkend aan de volgende aspecten:

- Een glanzend oppervlakte
- Niet veel scheuren en inkepingen op de oppervlakte
- Een gering stofaandeel bij de levering van de pellets
- Min of meer uniforme grootte van de pellets
- Houtpellets moeten naar vers gezaagd hout ruiken
- Goede pellets voldoen aan het kwaliteitskeurmerk zoals de Duitse DIN-norm of de Oostenrijkse Ö-norm.

Een eenvoudige controle is wanneer de pellets in een glas water worden gedaan en even wordt afgewacht. Als de pellets zinken, zijn ze van goede kwaliteit, als ze blijven drijven, zijn ze meestal van een matige kwaliteit. Belangrijk is dat het water niet verkleurd, en dat het naar vers hout blijft ruiken. Bij het oplossen van pellets in water komen meestal bindmiddelen (bv. melasse) of vervuiling vrij. Dit is te zien als een licht of donkerbruine verkleuring van het water, maar ook het vrijkomen van een vieze geur.



Verwarmen met pellets

Voor het verbranden van pellets zijn speciale ketels in alle soorten en maten beschikbaar. De grootte en het type zijn afhankelijk van de te verwarmen ruimte. Globaal gezien worden er op de markt vier verscheidene verwarmingsystemen voor pellets aangeboden. Deze verschillen in de prestatie en het bedieningscomfort:

- Pelletkachel voor lokale verwarming om neer te zetten in woonvertrekken.
- Halfautomatische centrale verwarming (met een eigen brandstofreservoir)
- Volautomatische centrale verwarming (met een zuigsysteem of transportschroef vanuit een opslagruimte of silo)
- Een combinatie centrale verwarming ketel voor pellets en blokken hout.

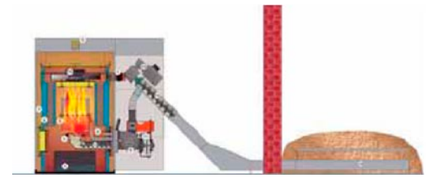
Pelletkachels verwarmen voornamelijk door middel van hete lucht en verwarmen een enkele kamer of enkele vertrekken. Ze worden met een capaciteit van 2 tot 15kW aangeboden. Pelletkachels worden hoofdzakelijk voor het verwarmen van enkele woonruimtes gebruikt. Ze worden net als gewone houtkachels in de kamer gezet (zie de foto links) en zijn in verschillende designs, vormen en kleuren verkrijgbaar. Ook zijn er modellen beschikbaar die ingebouwd kunnen worden.



Deze kachels hebben een eigen brandstofreservoir dat regelmatig met de hand bijgevuld moet worden. Het reservoir is zo gebouwd, dat de voorraad genoeg is voor 24 à 100 branduren (afhankelijk van de warmtevraag) en ook gedurende het branden zonder gevaar kan worden aangevuld. De pellets worden automatisch met een transportschroef de verbrandingsruimte ingevoerd en elektrisch aangestoken. De hoeveelheid aangevoerde pellets wordt geregeld door een thermostaat waarop de warmtebehoefte is ingesteld.

Voor het verwarmen van een of meer eengezinswoningen met houtpellets, bestaan er centrale verwarmingssystemen. De kachels die gekoppeld zijn aan het centrale verwarmingssysteem, dragen afhankelijk van het model, ongeveer 80% af voor het verwarmen van de radiatoren, en 20 % voor het verwarmen van de omgeving van de kachel door middel van hete lucht en straling. Hierdoor kan ook de gehele verwarming van de woning worden gerealiseerd. Deze kachel leent zich goed voor woningen met een geringe warmtevraag, zoals etagewoningen.
Er zijn geheel automatische en halfautomatische verwarmingssystemen beschikbaar. Deze systemen onderscheiden zich van elkaar door de arbeidsinzet voor het vullen van de opslagruimte. De halfautomatische installaties hebben een opslagruimte achter de kachel, die met de hand gevuld moet worden. Afhankelijk van de grootte van de opslagruimte is dit genoeg voor ongeveer een week, afhankelijk van de warmtebehoefte. Aanbevolen wordt een opslagruimte van ten minste 400 liter.

Geheel automatische installaties zijn door een transportschroef of met een vacuümsysteem met een opslagruimte verbonden die de pellets geheel automatisch naar de ketel transporteren. De opslagruimte kan met een pellettankwagen eenmaal per jaar gevuld worden zodat handmatig bijvullen niet hoeft. Net zoals bij de pelletkachel worden ook bij de halfautomatische en geheel automatische ketels de pellets met behulp van een transportschroef in de verbrandingsruimte getransporteerd.
Door een warmtebuffer in te bouwen, is het mogelijk het aantal momenten dat de kachel aanspringt te reduceren en hoeft de kachel niet lange tijd op halve kracht te draaien. Dit verhoogt het rendement en reduceert de verbrandingsuitstoot. Voor gebouwen met een geringe warmtevraag is de inbouw van een buffer aan te bevelen. Al met al wordt met het inbouwen van een buffer het comfort van de installatie verhoogt en is het ook mogelijk om het met zonnecollectoren te combineren.



Voorbeeld van een geheel automatische verwarming met transportschroef



Voorbeeld van een centrale verwarming met zuigsysteem

Naast complete pelletkachels bieden enkele firma's ook combinatieketels van pellets en houtsnippers aan die als centrale verwarming fungeren. Deze ketels werken naar keuze op pellets of snippers. De overgang naar het gebruiken van pellets gebeurt automatisch nadat alle houtsnippers zijn verbrand of door programmaverandering door een druk op de knop.

Voor warm tapwater wordt vaak gekozen voor een 'hybride'systeem zoals een pelletketel of kachel in combinatie met een zonneboiler, of een warmtepomp boiler. Het voordeel van een dergelijk systeem is dat de pelletketel in de zomer uitgeschakeld kan worden, en een ander systeem het kan over nemen. In de zomer is er geen warmtevraag waardoor het rendement van een pelletketel lager ligt dan normaal. Daarentegen is zonne-energie in de zomer ruim voorradig en kan goed als warmwatervoorziening dienen.

Aandachtspunten bij aankoop?

Passende warmtecapaciteit

De capaciteit van de ketel moet aan de warmtebehoefte zijn aangepast. Daarvoor is een berekening van de warmtebehoefte noodzakelijk, die een installateur kan uitvoeren.



Comfort
Een installatie met veel bedieningsgemak is voorzien van automatische reiniging en asafvoer. Naast het comfort geven deze ook de garantie dat de ketel door regelmatige en grondige reiniging, constant en met optimaal rendement ingezet kan worden.

Frequentie van het verwijderen van de as
Door de verschillende groottes van as-reservoirs, kan de frequentie waarmee de aslade moet worden geleegd, per type installatie verschillen. Dit is ook afhankelijk van de kwaliteit van de houtpellets: een goede kwaliteit houtpellet produceert slechts 0,2 % as.

Servicecontract
Regelmatig onderhoud is noodzakelijk om optimale werking en zekerheid te garanderen en ervoor te zorgen dat de installatie niet buiten werking kan raken. Daarom is een servicecontract bij een erkend bedrijf aan te bevelen.

Emissies
Een belangrijke indicatie voor een goede verbranding van pellets én de milieuvriendelijkheid van de installatie is de uitstoot van rookgassen. Over het algemeen is de uitstoot bij de meeste moderne installaties vanwege de moderne techniek zeer gering en voldoen daardoor aan de Nederlandse richtlijnen voor emissies.

Reiniging van warmtewisselaar
Bij het verbranden van pellets ontstaat een geringe hoeveelheid vliegas die zich op het vlak van de warmtewisselaar vestigt. Om een goede warmteovergang te garanderen is daarom een regelmatige reiniging van de oppervlakten van de warmtewisselaar noodzakelijk. Dit kan handmatig of automatisch gebeuren. Automatische reinigingssystemen verhogen weliswaar de prijs van de installatie, maar ze garanderen dat een optimaal rendement bereikt wordt.

Opslagruimte

Voor opslagruimtes van pellets zijn veel mogelijkheden denkbaar. Dit kan ondergronds of bovengronds. Het meest gebruikt is de opslag in een ruimte die dichtbij de installatie staat. De pellets kunnen vanuit de voorraadruimte met een schroef, een zuigsysteem of door middel van de zwaartekracht via een korte route naar de installatie vervoerd worden. Aan te bevelen zijn de zogenaamde stof en waterdichte ‘silo zakken’, die bijzonder geschikt zijn voor ruimtes die moeilijk droog te houden zijn. Alternatieven voor huizen met weinig ruimte zijn externe opslag bunkers.

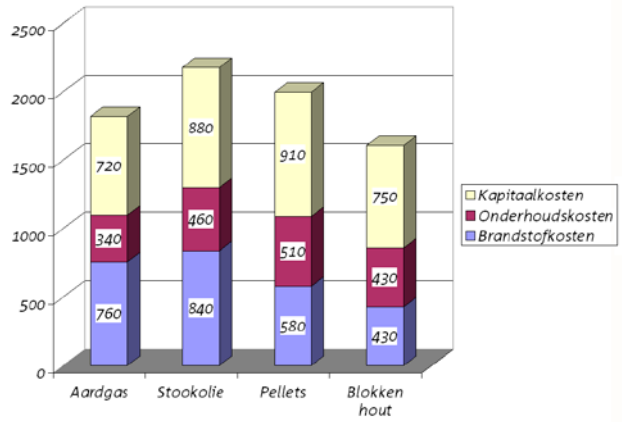
De opslagruimte voor pellets moet aan een aantal verplichtingen voldoen:

- De opslagruimte dient droog te zijn, anders kunnen de pellets gaan schimmelen en opzwellen.
- Er mogen geen elektriciteits- en waterleidingen in de opslagruimte aanwezig zijn.
- Een stroomaansluiting met 230 volt en minstens 10 ampère moet zich in de directe nabijheid van de vuldop bevinden om de afzuigcompressor aan te sluiten die het stof moet afzuigen, dat bij het inblazen van pellets ontstaat.
- Bij toelevering van pellets moet de afstand van de pellettankwagen en de opslagruimte zo klein mogelijk zijn, maximaal 25 meter.
- Als de pellets met een transportschroef vanuit de opslag naar de ketel vervoerd worden, moet de opslagruimte direct aan de verwarmingsruimte grenzen. Met een zuigsysteem kan de verwarmingsruimte 20 meter verderop liggen.

De opslagruimte moet zo groot zijn dat er voor het hele jaar voldoende pellets in aanwezig kunnen zijn. De vuistregel is dat per 1 kW kachelcapaciteit er 0,9 m^3 opslagruimte moet zijn. Dus stel dat u een ketel van 20kW heeft, dan is een opslagruimte van 18 m^3 noodzakelijk.

Kosten

De grootste investering voor stoken met pellets, is de installatie. Daartegenover staat de lagere prijs van pellets ten opzichte van gas en olie. Een ton pellets kost ongeveer 170 euro.
In de grafiek hieronder wordt weergegeven wat de kosten per jaar zijn per stookproduct. Ook zijn hier de kapitaalkosten en onderhoudskosten in verrekend.



Contactgegevens Bio Energie Noord
Trompsingel 1 Postbus 30027 9700 RM Groningen
T 050 317 8750 F 050 317 8585 info@bioenergienoord.nl

Colofon

Bio Energie Noord werkt aan het overdragen van informatie. Voor het verbeteren van deze brochure staan wij open voor uw suggesties.

Deze brochure is geverifieerd door IndiEco, individuele ecologische energie.

Bio Energie Noord is een project van Energy Valley en wordt mede mogelijk gemaakt door: SNN UIL/NN, LTO Noord, LTO investeringsfonds, DLG, NSBE, Stad Groningen, de NOM, Provincie Fryslân en Provincie Groningen



Houtpellets A-kwaliteit aan huis bezorgd.

Houtpellets A-kwaliteit, vanaf €0,1725 per kg!

Bulk			Verkoopprijs per 100 kg excl. BTW	Verkoopprijs per 100 kg incl. BTW
> 30.000 kg		€	17,25	20,53
24.001 - 30.000 kg		€	17,55	20,88
16.001 - 24.000 kg		€	18,55	22,07
10.001 - 16.000 kg		€	19,55	23,26
6.000 - 10.000 kg		€	20,55	24,45
Big-bag (ca 1000 kg per big-bag)				
6 - 10 big bags		€	21,75	25,88
1 - 5 big-bags		€	22,75	27,07

Houtpellets A-kwaliteit af distributielocatie IndiEco

			Verkoopprijs excl. BTW	Verkoopprijs incl. BTW
Zakgoed (14 kg per zak)	per zak:	€	4,22	5,02
Vanaf 100 zakken		€	4,00	4,76
Bulk	per 100 kg	€	19,75	23,50

I.v.m. de gestegen kosten voor betalingsverkeer, vragen wij bij opdracht om uw éénmalige machtiging om de brandstoffactuur automatisch te incasseren. Bij onvoldoende saldo berekenen wij een toeslag van 2,5 % van het factuurbedrag i voor extra administratiekosten.

Bij niet volledig uitleveren van uw opdracht i.v.m. onvoldoende siloruimte, worden retourvrachtkosten doorberekend.

Voor afwijkende hoeveelheden, eilandbezorging of speciale afleveradressen: prijs op aanvraag.

per 1 jan 2010

Prijzen, informatie en technische gegevens zijn vrijblijvend en onder voorbehoud van wijzigingen.

Alle voorgaande prijslijsten zijn hiermee vervallen

IndiEco bv © *Individual Ecological Power*

KORAMIC
Kleidakpannen

Haal uw energie uit onze technologie.

KoraSun®:
Fotovoltaïsche panelen voor naadloze integratie in kleidakpannen.



www.tuv.com
TÜVRheinland®
ID: 0000025822

Zorg voor een zonnige toekomst. Met KoraSun®.

De druk op het milieu neemt elke dag toe. En langzaam maar zeker groeit het besef dat de klassieke energievoorraden niet oneindig zijn. Met als gevolg dat ook de energie-prijzen hoog blijven. De roep om alternatieve energiesystemen klinkt daarom steeds harder. Koramic luistert naar de markt en ontwikkelde KoraSun® fotovoltaïsche panelen die perfect integreerbaar zijn in kleidakpannen.

Innovatief van nature
Dat Koramic een hart heeft voor mens, architectuur en milieu blijkt niet alleen uit het gebruik van natuurlijke materialen, maar ook uit een oprechte interesse in milieu-vriendelijke energie. Zo is Koramic erin geslaagd de fotovoltaïsche technologie naar nieuwe hoogtes te tillen door deze naadloos te integreren in zijn eigen kleidakpannen. Koramic is immers innovatief van nature.



Wat is fotovoltaïsche zonne-energie?

De zon is een enorme bron van energie, zowel in de vorm van warmte als licht. In tegenstelling tot thermische systemen maken fotovoltaïsche zonnepanelen of PV-panelen enkel gebruik van het zonlicht en dus niet van de warmte. Ze vangen het zonlicht op en zetten het om in elektriciteit, de zogenaamde groene stroom. Zonder uitstoot van schadelijke stoffen.

Wie kiest voor zonnepanelen, kiest dus voor een zuivere, onuitputtelijke, voordelige en veilige energiebron. Zonlicht is immers gratis en overvloedig aanwezig. Zelfs bij een bewolkte hemel.

Het ene zonnepaneel is bovendien het andere niet. Daarom is het bij de keuze ervan ook belangrijk om oog te hebben voor de vormgeving en de inbouwmogelijkheden.

KoraSun® beloond met internationaal TÜV-kwaliteitslabel

- **Ons KoraSun® systeem is het enige in het kleidakpannendak geïntegreerd systeem in België met TÜV-certificatie.**
- **De Duitse TÜV-goedkeuring wordt wereldwijd aanvaard als één van de meest betrouwbare kwaliteitslabels voor zonnepanelen.**

www.tuv.com
TÜVRheinland®
ID: 0000025822

- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730
- Periodic Inspection

- Voor de **IEC 61215** kwalificatie voldoet KoraSun® glansrijk aan alle parameters die verantwoordelijk zijn voor de veroudering van een zonnepaneel: zonlicht, UV, klimaatveranderingen, koude, warmte, vochtigheid, mechanische parameters, wind, sneeuw en hagel.
- Een **IEC 61730** kwalificatie (veiligheidsklasse II) heeft betrekking op de veiligheid van mens, omgeving en paneel. Het wordt pas toegekend na diverse tests op het vlak van mechanische en elektrische weerstand, temperatuur,…
- **Periodic Inspection:** TÜV-medewerkers blijven bovendien de productiekwaliteit op geregelde tijdstippen inspecteren. Tot in de kleinste details.

KORAMIC

Waarom kiezen voor zonne-energie?

- Groene energiebron
- Zonlicht is gratis
- Onuitputtelijk
- Verlicht de energiefactuur
- Geen uitstoot van schadelijke stoffen
- Beproefde technologie
- Meerwaarde voor uw woning



Een nieuw licht op zonne-energie…

Koramic introduceert Korasun®. Fotovoltaïsche panelen voor naadloze integratie in kleidakpannen.

Dat zonnepanelen aan populariteit winnen lijdt geen twijfel. Niet iedereen is echter even gecharmeerd door de vormgeving van de traditionele zonnepanelen. Daarom ontwikkelde Koramic een innovatieve en revolutionaire oplossing: **KoraSun®. Fotovoltaïsche panelen voor naadloze integratie in kleidakpannen**.

Deze KoraSun® fotovoltaïsche panelen laten zich plaatsen in een handomdraai, vragen nagenoeg geen onderhoud en volgen de natuurlijke vorm van de kleidakpannen, zodat ze nog nauwelijks zijn te onderscheiden. Ook al mogen ze best gezien worden.

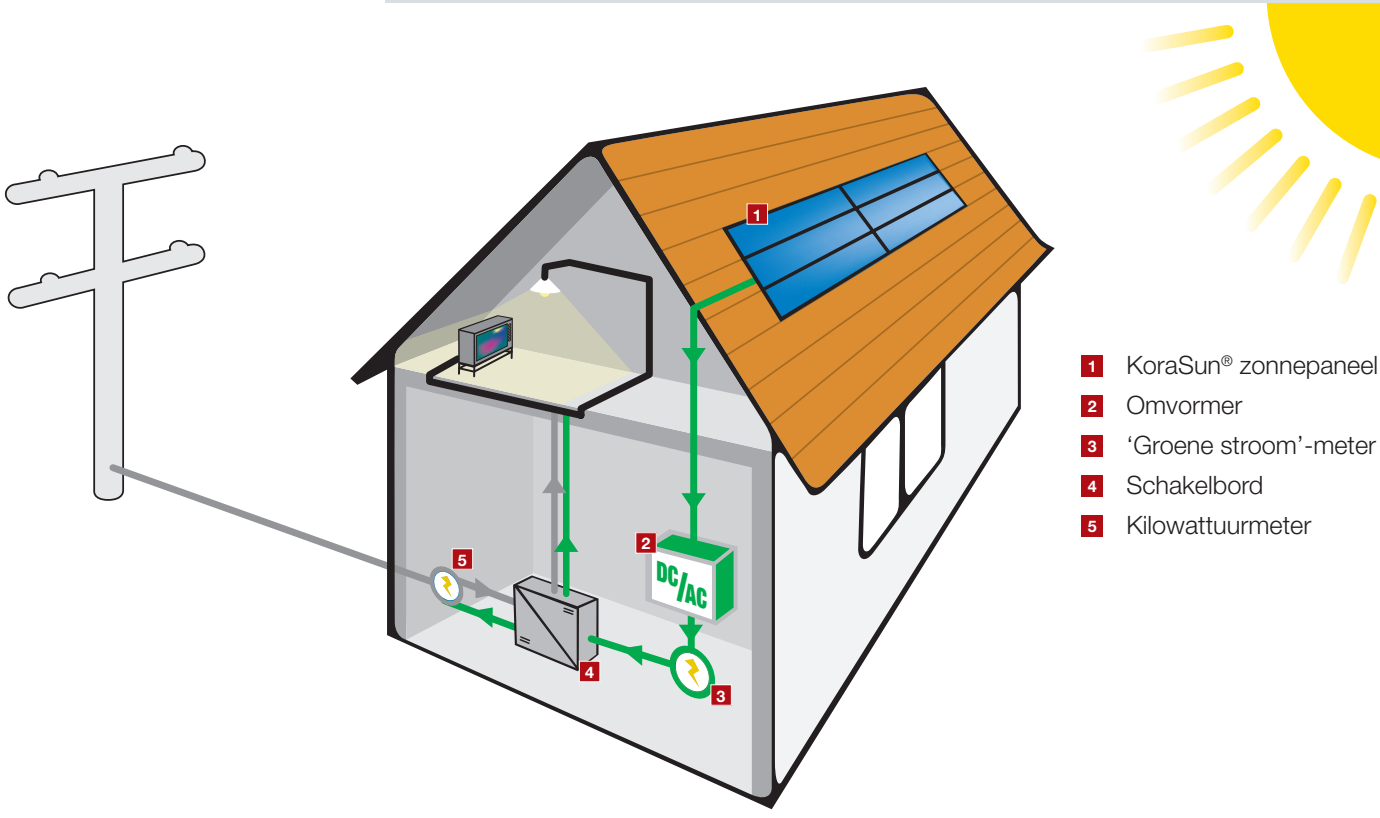
Kortom, esthetisch en praktisch gezien de ideale oplossing voor wie zijn eigen elektriciteit wenst op te wekken.

Het is zonneklaar: KoraSun® is het eerste fotovoltaïsche systeem zonder schaduwzijde!

Hoe werkt een fotovoltaïsch systeem?

Fotovoltaïsche systemen (PV-systemen) bestaan uit zonnecellen die aan elkaar worden gekoppeld in PV-panelen. Deze panelen zetten zonlicht om in gelijkstroom (DC) die op zijn beurt via een omvormer wordt omgezet in wisselstroom (AC) om compatibel te zijn met het elektriciteitsnet.

De PV-panelen vangen de hele dag door zonlicht op, ook bij grijs of bewolkt weer. Een speciale meter in huis houdt bij hoeveel groene stroom wordt opgewekt. Deze groene stroom wordt aan het eigen woningnet geleverd en is onmiddellijk bruikbaar. Wat u zelf niet verbruikt, wordt opgevangen door de stroomleverancier. U wordt hiervoor gecompenseerd door de vermindering van het verbruik via de terugdraaiende meter in uw meterkast. En een lagere meterstand betekent uiteraard een lichtere energiefactuur voor u. Overschakelen op zonne-energie is dus de ideale manier om uw energiekosten te drukken en de uitstoot van CO_2 terug te dringen.



1. KoraSun® zonnepaneel
2. Omvormer
3. ‘Groene stroom’-meter
4. Schakelbord
5. Kilowattuurmeter

KORAMIC



KoraSun® brengt verlichting.

Voor de bouwheer

- Dé combinatie van natuurlijke materialen en milieuvriendelijke energie
- Zonnecellen met hoog rendement
- Lange levensduur
- 100% regendicht
- Fluisterstille werking (geen bewegende delen)
- Onderhoudsvriendelijk: geen vuilophoping in hoeken
- Weer- en UV-bestendig
- Geavanceerde technologie

Voor de dakdekker

- Plaatsingsgemak:
  - "Plug and play"-principe
  - Keramische draagpannen voor perfecte integratie
  - Geen snijwerk vereist aan dakpannen
  - Geen speciaal gereedschap nodig bij montage
  - Geïntegreerd bevestigingssysteem
  - Gering eigen gewicht
- Getest en goedgekeurd door ervaren dakdekkers
- Eén aanspreekpunt voor de dakpannen en de zonnepanelen
- Dertig jaar garantie op de vorst-bestendigheid van de keramische draagpannen
- Dankzij het PU-kader dienen de panelen niet geaard te worden

Voor de architect

- Esthetische, innovatieve en unieke oplossing
- Naadloze integratie dankzij onzichtbare bevestiging en natuurlijke vormgeving
- Volwaardig bouwmateriaal met architecturale meerwaarde
- Zowel voor hellende daken als gevelbekleding
- Ideaal voor duurzaam en energievriendelijk bouwen

KoraSun® "Made in Belgium" is uw garantie voor topkwaliteit.

Vier modellen, één systeem

Perfect op maat van de kleidakpan

Het KoraSun® zonnesysteem is perfect integreerbaar in vier types kleidakpannen van Koramic:

1. Migeon Actua
2. Pottelberg Stormpan 44
3. Migeon Mega
4. Bisch/Migeon Jura Nova

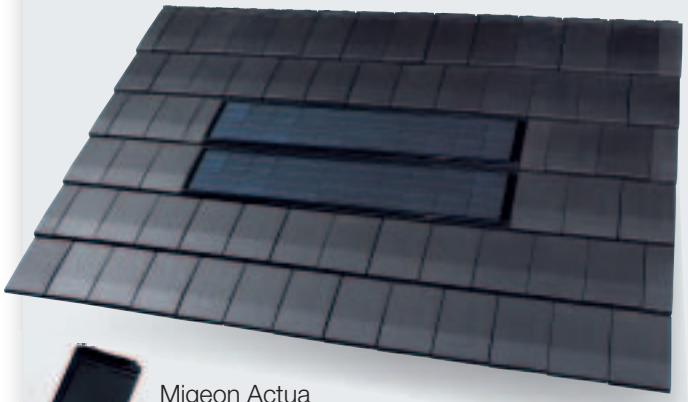
Bij plaatsing in een bestaand dak dient de nuttige breedte gecontroleerd te worden.

Bij plaatsing in combinatie met Actua, Mega en Jura Nova kleidakpannen dient een vaste latafstand van 370 mm aangehouden te worden.

Ook dient een minimale dakhelling gerespecteerd te worden afhankelijk van de gebruikte dakpan.

MIGEON ACTUA

De Actua is een grote vlakke kleidakpan met dubbele zijsluiting en dubbele kopsluiting. Brede vlakken en een strak lijnenspel kenmerken het Actua dak.
Minimale dakhelling: 24°





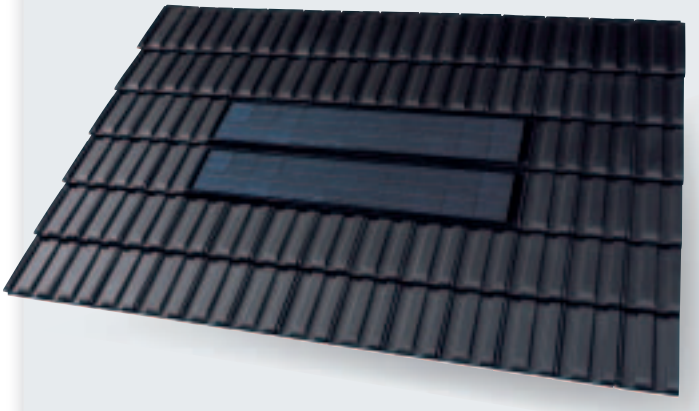
Migeon Actua
Antraciet mat



Migeon Actua
Natuurrood

MIGEON MEGA

De Mega dakpan is een grote kleidakpan met ribben, dubbele zijsluiting en enkele kopsluiting. Een typische Muldenpan.
Minimale dakhelling: 25°



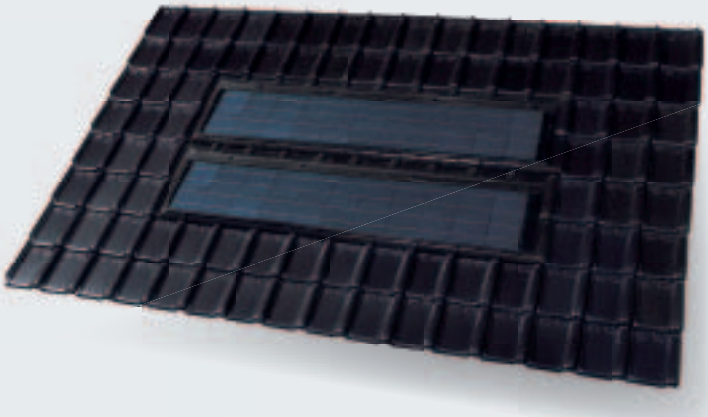
Migeon Mega
Antraciet mat



Het KoraSun® zonnesysteem is perfect integreerbaar in vier types kleidakpannen van Koramic.

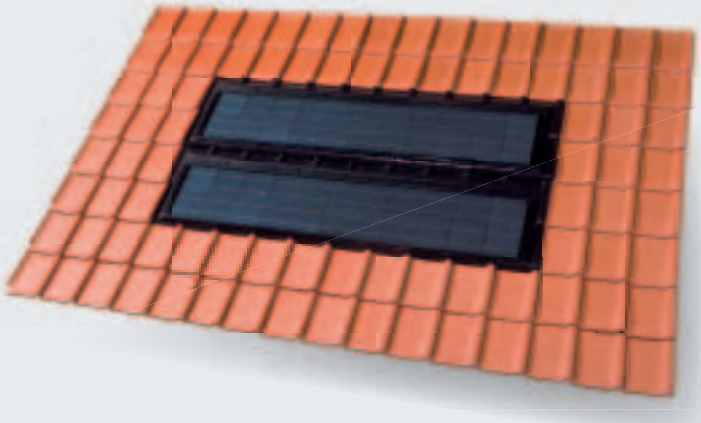
POTTELBERG STORMPAN 44

De Pottelberg Stormpan 44 is een kleidakpan met zachte golving, enkele zijsluiting en dubbele kopsluiting. De Pottelberg Stormpan is het meest voorkomende panmodel van het land. Meer dan één miljard Pottelberg Stormpannen sieren de daken van België.
Minimale dakhelling: 25°





Pottelberg Stormpan 44
Antraciet

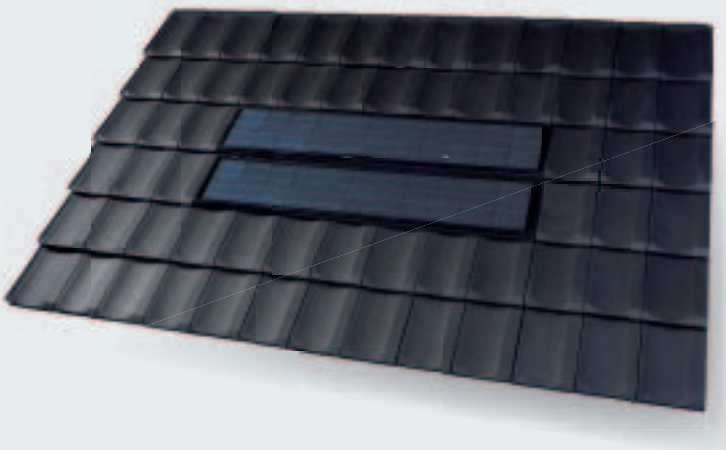




Pottelberg Stormpan 44
Natuurrood

BISCH/MIGEON JURA NOVA

De Jura Nova dakpan is een grote kleidakpan met zachte golving, dubbele zijsluiting en enkele kopsluiting. Een snel en economisch te plaatsen pan.
Minimale dakhelling: 25°



Bisch/Migeon Jura Nova
Antraciet mat



Met de **Koramic Actua, Stormpan 44, Mega en Jura Nova** als basis werden speciale kleidakpannen ontwikkeld als drager voor de KoraSun® zonnepanelen.

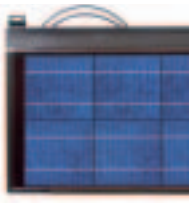
Deze zogenaamde draagpannen uit gebakken klei zijn even regendicht en vorstbestendig als de klassieke kleidakpannen. Dankzij hun unieke vormgeving en het inventieve installatiesysteem kunnen de zonnepanelen netjes in het dak worden ingewerkt.

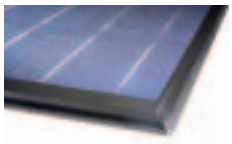


De KoraSun® PV-module

De fotovoltaïsche KoraSun® panelen blinken uit in efficiëntie en vormgeving. Ze staan niet alleen garant voor een optimaal rendement maar zijn ook volledig op maat gemaakt van onze kleidakpannen. Het innovatieve polyurethaan (PU-)kader en de magnetische bevestiging maken van onze zonnepanelen een meerwaarde voor elk dak. Onze oplossing combineert ultramoderne multikristallijne zonnecellen met een van de snelste en eenvoudigste installatiesystemen op de markt.

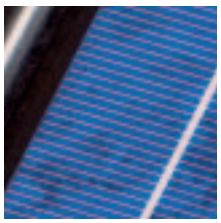
Alle componenten zijn van **Belgische makelij** en ook de assemblage vindt plaats in België.





Het extreem dunne en ultralichte PU-kader gebaseerd op de Colofast®-technologie garandeert een perfecte integratie en sluit naadloos aan op de kleidakpannen. Het hoogwaardige materiaal en het unieke kader zorgen voor:

- Hoge UV-resistentie
- Geen glans en kleurverandering
- 100% waterdichtheid
- Geen vocht- of vuilinfiltratie tussen de glasbladen
- Hogere levensduur dankzij de encapsulatietechnologie



De hoogtechnologische multikristallijne cellen in de panelen verzekeren een uniforme aanblik en zorgen voor een optimaal rendement.

- Innovatief concept
- Esthetisch
- Hoog rendement

Geïntegreerd bevestigingsysteem

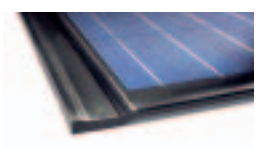
Dankzij de PU-encapsulatietechniek zit het **bevestigingsysteem ingewerkt in het PU-kader**. Dit resulteert in een stabiele constructie met een lange levensduur.

- Plaatsingsgemak
- Hoge corrosieweerstand (verzinkt staal)
- In het kader ingewerkt, dus geen bouten of schroeven

Bij integratie in het **Actua/Mega/ Jura Nova** dak worden de panelen via geïntegreerde bevestigingshaken in de draagstructuur vastgezet.



Bij het **Stormpan 44** dak worden de panelen in de pannen vastgezet met speciaal daartoe ontwikkelde Stormfix schroeven doorheen de de sleuven van de panelen.



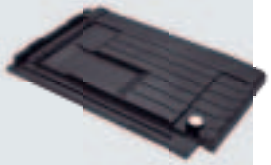
Geïntegreerde metaalstrips en magneten

Geïntegreerde metaalstrips klikken de module vast op magneten die op de draagpannen gemonteerd worden. Zij vormen een essentieel onderdeel van de “**plug and play**”-technologie voor een snelle en zorgloze installatie.

- Roestvrij
- Geschikt voor diverse kleidakpannen
- Geen speciaal gereedschap nodig



Actua/Mega/Jura Nova draagpan met magneet



Stormpan 44 draagpan met magneet







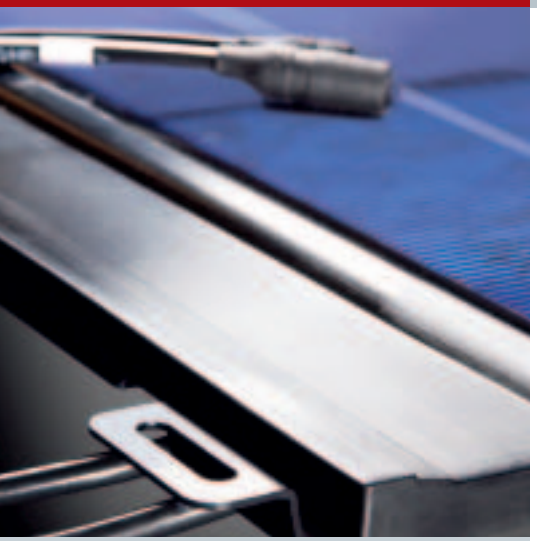




Technologisch en ergonomisch

Naadloze integratie

- KoraSun® wordt volledig ingewerkt in het dak of in de gevelbekleding.
- Zijn egale look dankt KoraSun® aan het gebruik van de allernieuwste zonnecellen en ontspiegeld glas omgeven door een kader met een uitgepuurd design uit polyurethaan (Colofast®-technologie).
- KoraSun® werd ontwikkeld met het oog op een perfecte architecturale integratie en een unieke vormgeving zonder zichtbare naden of metalen onderdelen.
- Winnaar Batibouw Design Award.



Eenvoudige installatie

- KoraSun® laat zich in een handomdraai installeren en aansluiten dankzij een “plug and play”-systeem dat het werk van de professionele dakdekker een stuk lichter maakt.
- De keramische draagpannen schuiven perfect in elkaar en de modules worden er bovenop geplaatst.
- Geïntegreerde metaalstrips klikken de module onderaan vast op de magneten die op de draagpannen gemonteerd worden.
- KoraSun® wordt geplaatst met behulp van een perfect geïntegreerde bevestigingsysteem waarvoor geen speciaal gereedschap nodig is.
- Net zoals bij een gewone kleidakpan komt er bij de draagpannen geen snijwerk aan te pas. Dit betekent heel wat tijdwinst.
- KoraSun® wordt geleverd in combinatie met een geschikte omvormer. Het type omvormer dat bij het complete pakket wordt geleverd, is afhankelijk van het totale aantal panelen. Het rendement van het systeem wordt sterk beïnvloed door de omvormer.

Hoogtechnologisch en duurzaam

- KoraSun® werkt met multikristallijne fotovoltaïsche cellen die een hoog rendement garanderen.
- KoraSun® maakt voor het PU-kader gebruik van beproefde technologie uit de autosector, biedt een ongeëvenaarde prijs-kwaliteitverhouding en is gemaakt van duurzame, UV-bestendige materialen.
- Het ultradunne en lichte PU-kader staat garant voor een perfecte waterdichtheid van het paneel.
- De KoraSun® draagpannen bezitten dezelfde vocht- en weersbestendige kwaliteiten als een gewone kleidakpan.
- Conform norm IEC 61215 en IEC 61730 (veiligheidsklasse II).

www.tuv.com TÜVRheinland® ID: 0000025822

- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730
- Periodic Inspection

TECHNISCHE EIGENSCHAPPEN

- Afmetingen module: **1823 x 408 mm**
- Gewicht per PV-module: **± 8 kg**
- PV-oppervlakte per module: **0,583 m²**
- Dakoppervlakte per PV-module: **0,676 m²** bij Actua/Mega/Jura Nova, **0,959 m²** bij Stormpan 44
- Aantal cellen per PV-module: **22**
- Afmetingen zonnecel: **156 x 156 mm**, dikte: 200 µm
- Celtype: **multikristallijne cel**
- Theoretisch rendement: **± 81 Wp** (Koramic behoudt zich het recht voor het aantal Wp per paneel te wijzigen bij evoluties in de celtechnologie en productie.)
- Opbrengstgarantie: **90% voor 12 jaar/ 80% voor 25 jaar**
- Beveiligingsdiode: **in elke module is een bypass diode geïntegreerd**
- Aansluiting: **4 mm² dubbel geïsoleerde kabels met MC3 connectors**
- Verbinding tussen omvormer en panelen: **solar kabels van min. 6 mm²**

Economisch en ecologisch

- Het unieke KoraSun® systeem combineert natuurlijke materialen met milieuvriendelijke energie uit zonlicht.
- Met KoraSun® stijgt de waarde van de volledige woning en helpt u mee de CO_2-uitstoot te verminderen.
- Wie overschakelt op zonnepanelen hoeft minder elektriciteit aan te kopen en bespaart zo op de energiefactuur.

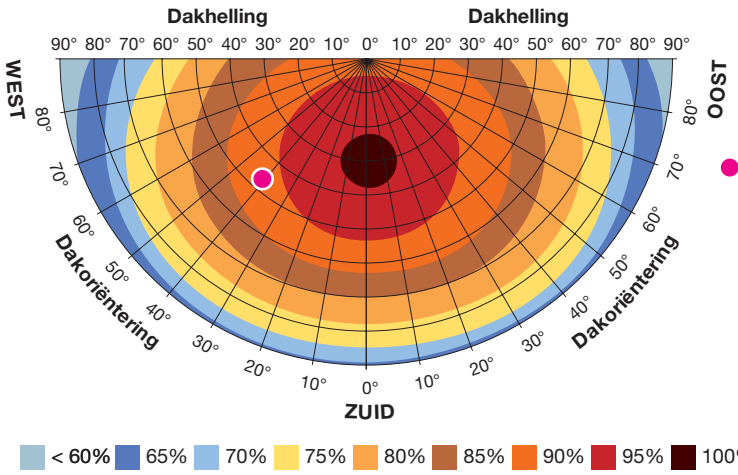
Is uw dak geschikt voor zonnepanelen?

Hoe meer zonlicht de panelen vangen, hoe hoger de elektriciteitsopbrengst. Onderstaande grafiek toont de invloed van de dakhelling en de oriëntatie op de lichtinstraling en dus de elektriciteits-opbrengst.

Om een maximale opbrengst te hebben ligt een dak bij voorkeur zoveel mogelijk op het zuiden gericht en heeft het een hellingsgraad tussen 20° en 50°.

De overheid voorziet in verschillende financiële steunmaatregelen die de aanschaf van zonnepanelen economisch interessant maken:

- De federale overheid onder de vorm van:
  - belastingvermindering voor de investering
  - belastingaftrek voor hypothecaire leningen
- De gewesten onder de vorm van:
  - groenestroomcertificaten waarbij de producent van groene stroom vergoed wordt voor zijn totale zonnestroom-productie, inclusief de verbruikte stroom
  - de terugdraaiende kilowattuurmeter waardoor de PV-eigenaar een terugleververgoeding krijgt voor de groene stroom die hij zelf niet verbruikt
  - of kortingen op de energiefactuur, afhankelijk van het gewest
- Sommige steden en gemeenten onder de vorm van premies
- Sommige netwerkbeheerders voorzien ook een tegemoetkoming.



- Voorbeeld: een dak – gericht naar het zuidwesten – met een hellingsgraad van 45°, levert nog steeds 90% van de maximale potentiële stroom-opbrengst.

Hoeveel KoraSun® zonnepanelen hebt u nodig om in uw eigen energiebehoefte te kunnen voorzien?

Output (kWp) *	PV-oppervlakte (m^2)	Aantal panelen	Energie-opbrengst (kWh/jaar) */**
± 1,9	± 14	24	± 1.700
± 2,6	± 19	32	± 2.200
± 3,6	± 26	44	± 3.000
± 4,2	± 30	52	± 3.600
± 5,2	± 37	64	± 4.400

(*) De tolerantie op het maximaal vermogen is ± 3%.
(**) Op basis van een zuidelijk gericht dak, met een optimale helling, dat een opbrengst genereert van 850 kWh/jaar per geïnstalleerde kWp (gemiddelde opbrengst in België).

Meer info over de diverse tegemoetkomingen?

Kijk op www.ode.be of www.energiesparen.be voor Vlaanderen, http://energie.wallonie.be of www.ef4.be voor Wallonië en www.brugel.be voor Brussel.

Dit document is niet contractueel en vernietigt alle voorgaande publicaties. Koramic behoudt zich het recht voor om de productkarakteristieken te wijzigen.

KORAMIC
Kleidakpannen

Ondersteuning





Wienerberger N.V.
Divisie Kleidakpannen

Kapel Ter Bede 121
B - 8500 Kortrijk

T 056 24 96 38
F 056 20 47 60
info@koramic.com
www.koramic.com

Voor vragen over het
KoraSun® systeem kan u
steeds contact opnemen
met onze speciale infodesk:

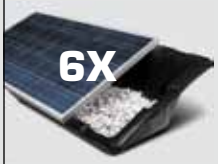
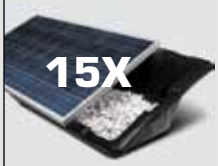
056 24 96 27

Of u kan ook een kijkje nemen op
www.koramic.com

BE VL T00053 5000/0111

Nefit houdt
Nederland warm

De complete zonnestroom pakketten van Nefit

CentroSolar PV-systemen: op dak	CentroSolar PV-systemen: plat dak
570 Wp	**570 Wp**
  op dak verticaal	**Prijs incl. btw:** € 2.617 **Productie per jaar:** 513 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 3.135*
  plat dak horizontaal	**Prijs incl. btw:** € 2.617 **Productie per jaar:** 513 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 3.135*
1140 Wp	**1140 Wp**
  op dak verticaal	**Prijs incl. btw:** € 5.234 **Productie per jaar:** 1026 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 7.354*
  plat dak horizontaal	**Prijs incl. btw:** € 5.234 **Productie per jaar:** 1026 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 7.354*
1900 Wp	**1900 Wp**
  op dak verticaal	**Prijs incl. btw:** € 7.759 **Productie per jaar:** 1710 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 12.257*
  plat dak horizontaal	**Prijs incl. btw:** € 7.759 **Productie per jaar:** 1710 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 12.257*
2850 Wp	**2850 Wp**
  op dak verticaal	**Prijs incl. btw:** € 11.632 **Productie per jaar:** 2565 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 18.386*
  plat dak horizontaal	**Prijs incl. btw:** € 11.632 **Productie per jaar:** 2565 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 18.386*
3800 Wp	**3800 Wp**
  op dak verticaal	**Prijs incl. btw:** € 14.831 **Productie per jaar:** 3420 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 24.515*
  plat dak horizontaal	**Prijs incl. btw:** € 14.831 **Productie per jaar:** 3420 kWh **Opbrengst in 15 jaar:** € 24.515*

Alle pakketten worden geleverd inclusief bevestigingssysteem, connectoren en montagetoebehoren. Voor de aansluiting is een vrije groep in de meterkast nodig (>570 Wp). Zie achterzijde voor een voorbeeld van de berekening van productie en opbrengst.

NEFIT

Nefit houdt
Nederland warm

De allerhoogste opbrengst

CentroSolar zonnepanelen hebben de hoogste opbrengst over de hele levensduur en de laagste prijs per kilowattuur! Dit komt door het aantoonbaar hogere rendement: 90% in plaats van de gangbare 85%. Die 5% extra rendement is te danken aan de polykristallijne zonnecellen, het gepatenteerde antireflectieglas en de optimale afstemming van de componenten onderling.

Opbrengstberekening
Eén CentroSolar paneel heeft een vermogen van 190 Wattpiek. Een systeem met 20 panelen heeft dus een vermogen van 3800 Wattpiek. Per jaar levert dit systeem 3800 x 0,90 = 3420 kilowattuur (kWh) aan elektriciteit. De financiële opbrengst in 15 jaar bedraagt bij dit voorbeeld inclusief SDE-subsidie € 24.515*.
Na 15 jaar krijgt u geen SDE-subsidie meer, maar uw CentroSolar systeem blijft gewoon gratis zonnestroom leveren. Na 20 jaar heeft dit systeem € 39.000* opgeleverd. Mocht de stroomprijs sneller stijgen dan we nu voorzien, dan levert het systeem nog meer op. Dus zelfs zonder subsidie is het rendement van Nefit-zonnestroom hoger dan dat van de gemiddelde spaarrekening of een langlopende staatsobligatie.

Plaatsing zonnepanelen voor de hoogste opbrengst
Ook als uw dak niet op het zuiden ligt, kunt u met zonnepanelen groene stroom opwekken. In de ideale situatie zijn de panelen in een hellingshoek van 30° tot 40° op het zuiden gericht. Belangrijk is dat er gedurende de dag geen schaduw op de panelen valt, bijvoorbeeld van een boom of een dakkapel.



Subsidieregelingen en belastingvoordeel
Kijk voor actuele informatie over de SDE-regeling en andere landelijke én regionale regelingen op www.nefit.nl/zonnestroom.

CentroSolar-zonnepaneel	Omvormers
190 Wattpiek vermogen	Bij 20 panelen Powerstocc Excellent 4000
50 polykristallijne zonnecellen	Bij 15 panelen Powerstocc Excellent 3000
164 x 84 x 4 cm (hxbxd)	Bij 10 panelen Powerstocc Excellent 2000
Gewicht 16 kg	Bij 3 en 6 panelen respectievelijk 1 of 2 Mastervolt Soladin 600

- Alle componenten zijn afzonderlijk TÜV-goedgekeurd. Iedere module is voorzien van een flashtest-certificaat en een unieke, traceerbare code.
- CE, IEC (Beschermklasse II), VDE, DIN EN ISO-gecertificeerd.

CE IEC IEC61215 Ed. 2 Protection Class II VDE

- Garantie: 10 jaar op het complete systeem, inclusief omvormer.
- Vermogensgarantie: 26 jaar (de eerste 10 jaar minimaal 90%, daarna minimaal 80%).



Op dakpannen
De zonnepanelen zijn snel en duurzaam te monteren met de bijgeleverde montageframes (corrosiebestendig blank aluminium).



Op plat dak
De zonnepanelen worden in de ideale hellingshoek van 30° gezet met het bijgeleverde TÜV-gecertificeerde ConSole-systeem (aluminium en hoogst duurzaam gerecycled kunststof).

Plaatsingservice zonnepanelen
Om het de installateur nog makkelijker te maken biedt Nefit de mogelijkheid het plaatsen van de panelen uit te besteden. Nefit heeft hiervoor een landelijk netwerk van specialisten. Meer informatie via de Nefit DealerLine: 0570 - 67 85 66.



Meer mogelijkheden
Naast de standaardpakketten levert Nefit nog meer zonnestroom-systemen. Bijvoorbeeld grootschalige systemen waarmee bedrijven extra inkomen kunnen genereren. Informeer naar de mogelijkheden bij uw Nefit Dealer of raadpleeg de experts van Nefit.

Geen onderhoud nodig
De zonnepanelen zijn geheel onderhoudsvrij en zelfreinigend. De speciale coating stimuleert druppelvorming, wat zorgt voor optimale vuilafvoer en meer rendement.

* Vermelde opbrengsten zijn reële voorbeelden. De opbrengst in kWh is mede afhankelijk van externe factoren zoals de netto-zoninstraling. De financiële opbrengst is gebaseerd op de huidige elektriciteitsprijs van € 0,225 met een indexering van 8% per jaar (de gemiddelde prijsstijging in de afgelopen 15 jaar) en de SDE (Stimulering Duurzame Energieproductie) 2010. Subsidies zoals de SDE worden bepaald en uitgekeerd door de overheid. Nefit kan hierover geen garanties geven. Wijzigingen in technische gegevens en vormgeving zijn mogelijk. Aan de voorbeelden op deze flyer kunnen geen rechten worden ontleend.

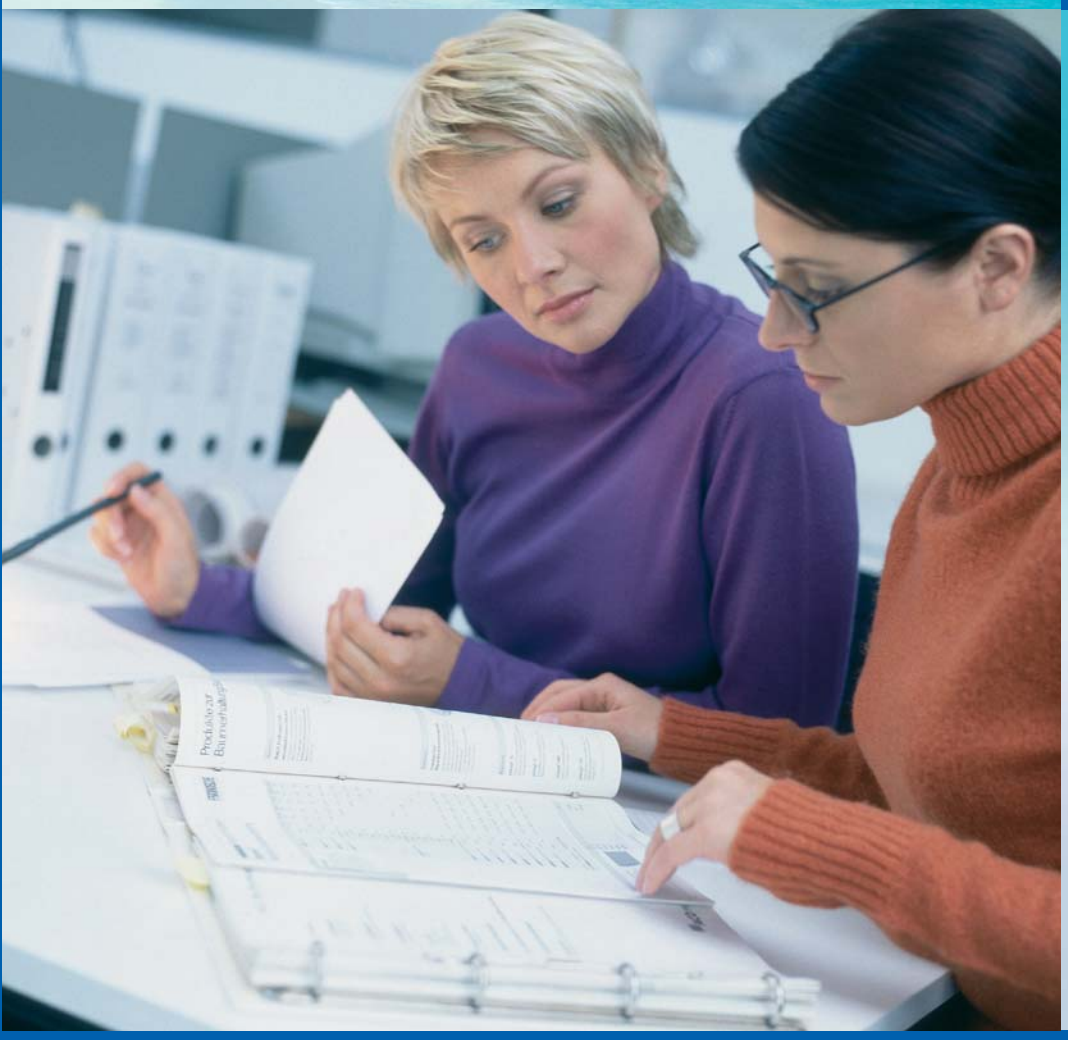
www.nefit.nl/zonnestroom

NEFIT

Jobnr. 532.1110.10



Opwekking van warmte
én stroom.
Tot wel 25% energie en
kosten besparen.





Warmtekrachtsystemen

SES WKK

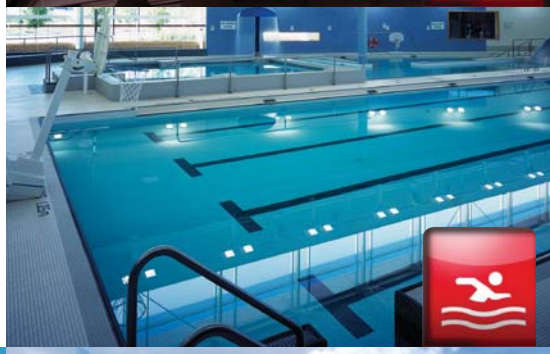
Buderus

SES WKK: het verwarmingssysteem als slimme stroomproducent



SES WKK













De SES WKK warmtekrachtsystemen combineren op slimme wijze de opwekking van warmte én stroom. Dat betekent lagere energiekosten en geringe overdrachtsverliezen en rookgasemissies. Gebruikers zijn veel minder afhankelijk van een energieleverancier want zij wekken (deels) hun eigen energie op.
De SES WKK is daarom bij uitstek geschikt voor zorginstellingen, hotels, sport- en winkelcentra en industriële processen.

De SES WKK is een uiterst betrouwbare oplossing met voordelen voor zowel adviseurs, architecten, installateurs als eindgebruikers.

Duurzame oplossing: energie- en kostenbesparend

Bij conventionele energieopwekking in kolen-, gas- of atoomcentrales wordt vrijgekomen warmte zelden hergebruikt. Zo'n 55% van de thermische procesenergie gaat verloren. En onderweg van centrale naar eindgebruiker nog eens 2%. Een SES WKK wekt juist warmte en energie op. Daarmee wordt het verwarmingssysteem een slimme stroomproducent. Een duurzame, energie- en kostenbesparende oplossing.





Duurzame, energie- en kostenbesparende oplossing:

- Tot wel 25% besparen op energiekosten
- Tot wel 25% minder CO_2-uitstoot t.o.v. een conventionele energiecentrale
- Moderne, betrouwbare en beproefde technologie
- Compact, dus geschikt voor kleine stookruimtes
- Gemakkelijk te installeren, op maat te programmeren
- Eenvoudig te servicen en te monitoren (ook op afstand)
- Veiligheid conform de VISA-richtlijnen
- Rendabel vanaf ca. 2.500 bedrijfsuren per jaar
- Terugverdientijd vanaf 2,5 jaar
- Verkrijgbaar in elektrische vermogens van 30 kW tot en met 400 kW

Tot wel 25% minder energie en kosten

De opgewekte warmte wordt gebruikt voor de verwarming van het gebouw, tapwater en/of proceswarmte. De opgewekte elektriciteit is voor eigen gebruik. Eventuele overcapaciteit kan teruggeleverd worden aan het elektriciteitsnet. Bovendien zijn energiekostenbesparingen mogelijk tot wel 25% en wordt ook de CO_2-uitstoot tot wel 25% gereduceerd.

Rentabiliteit en juiste keuze

Een rentabiliteitsberekening vormt de basis voor de juiste keuze van type en vermogen. Onze ervaren account managers kunnen zo'n berekening voor u maken. Ze kijken daarbij naar bijvoorbeeld de opbrengst van het systeem (inclusief eventuele terugleververgoedingen) ten opzichte van gas- en elektra-verbruikskosten, onderhouds- en installatiekosten en energiebelasting.
Ook kunt u rekenen op hun advies voor de technische inpassing van de SES WKK. De SES WKK werkt op aardgas. SES WKK-specificaties van deze toepassing zijn op aanvraag leverbaar.

Elektrische vermogens van 30 kW tot en met 400 kW zijn leverbaar. Een rendabele bedrijfsvoering is mogelijk vanaf ca. 2.500 bedrijfsuren, de terugverdientijd vanaf 2,5 jaar.

Snel en eenvoudig te installeren

Is de juiste keuze gemaakt? Voorgemonteerde levering, het gebruik van standaard modules en slimme accessoires maken het projectinstallateurs mogelijk de compacte SES WKK snel te plaatsen. De compacte bouw zorgt ervoor dat de SES WKK ook prima past in kleinere stookruimtes. Installateurs kunnen bij de installatie en inbedrijfsstelling rekenen op het advies en de ondersteuning van de ervaren Buderus serviceorganisatie.

Betrouwbaar en bedrijfszeker

De SES WKK is uiterst betrouwbaar en bedrijfszeker. Voorzien van de meest hoogwaardige en moderne gasmotoren, generatoren, draaistroomregelaars, geavanceerd regelsysteem en andere technologisch hoogstaande componenten. Eenmaal in bedrijf wordt duidelijk dat dit een betrouwbare oplossing is met optimale prestaties. Bij stroomuitval zorgt een synchroongenerator voor tijdelijke noodstroom, zodat ook dan de continuïteit gegarandeerd is.

Betrouwbare motoren

De in de SES WKK-modules ingebouwde motoren bieden de zekerheid van een serieproduct met een geoptimaliseerde geometrie van zowel de verbrandingskamer als het interne verbrandingsluchttoevoer- en rookgas-afvoersysteem. De totale warmte van de SES WKK wordt middels een platenwarmtewisselaar overgedragen aan het cv-water waardoor er slechts minimale eisen worden gesteld aan de waterkwaliteit.

Synchroongeneratoren

Op grond van hun universele inzetbaarheid worden de SES WKK-modules seriematig met synchroongeneratoren uitgevoerd. Hiermee is de SES WKK standaard geschikt voor netparallelbedrijf, maar ook voor eilandbedrijf. Een afname van blindstroom van het net vindt niet plaats. Een ander voordeel: bij het aankoppelen van deze generatoren ontstaat geen spanningsdip. Dit voorkomt bijvoorbeeld het flikkeren van de verlichting.

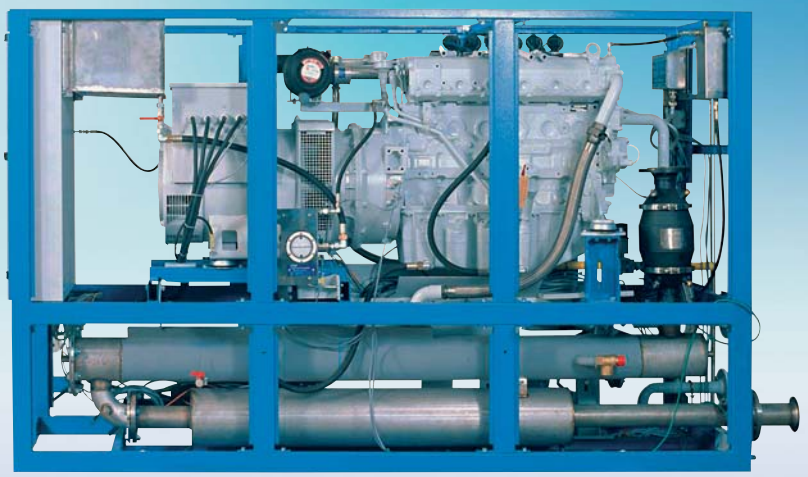
Periodieke inspecties en onderhoud

Buderus is SCIOS- en VCA-gecertificeerd en kan naast ondersteuning bij het bedrijfsklaar maken van de SES WKK ook de volgende (verplichte) zaken op het gebied van inspectie en onderhoud verzorgen:

- **Eerste of Bijzondere Inspectie (EBI): bij inbedrijfname**
- **Periodieke Inspectie (PI): bij goedkeur wordt een 'Verklaring van inspectie' opgesteld**
- **Periodiek Onderhoud (PO): afhankelijk van het aantal bedrijfsuren**
- **Servicecontract mogelijk met beheer op afstand**

Gebruikers zijn veel minder afhankelijk van energieleveranciers

Binnenzijde SES WKK





Eenvoudig in bediening en onderhoud

De SES WKK is voorzien van een gebruiksvriendelijke display. Hier zijn belangrijke zaken als toerental en geproduceerd elektrisch vermogen direct zichtbaar. Bediening, service en onderhoud zijn zeer eenvoudig. Het is zelfs mogelijk de SES WKK op afstand uit te lezen, te monitoren en te bedienen. Dat gebeurt via een modem, GSM of internet. Zij- en bovenpanelen kunnen volledig worden weggenomen. De belangrijkste componenten zijn op makkelijk te bereiken plekken geplaatst. Daarbij biedt de SES WKK voldoende werkruimte voor de servicedienst. Door het gebruik van hoogwaardige kwaliteitsolie is pas na iedere 1.800 draaiuren een onderhoudsbeurt gewenst.

Duurzaam en veilig

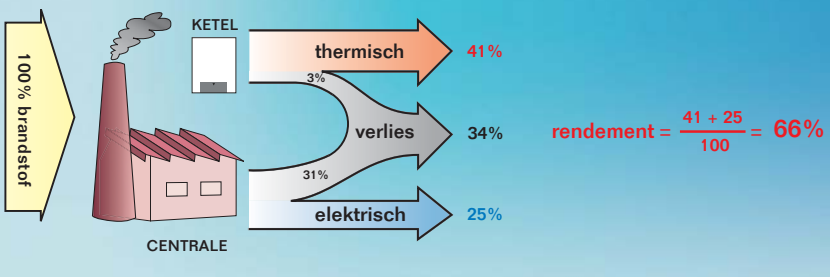
Het moderne rookgasafvoersysteem zorgt ervoor dat NO_x-emissies ruim binnen de wettelijke norm blijven. De SES WKK voldoet aan de Nederlandse veiligheidsvoorschriften volgens de VISA-richtlijn.

Technische gegevens
SES WKK



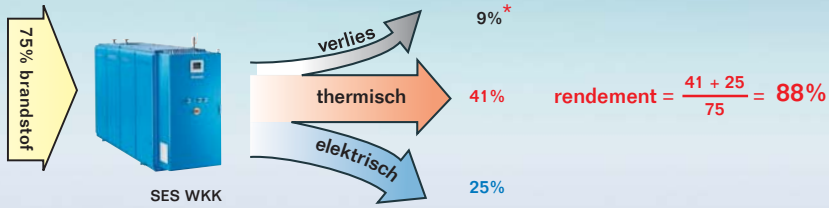
EFFICIENCYVERGELIJK TUSSEN APARTE EN GECOMBINEERDE ELEKTRICITEIT- EN WARMTEPRODUCTIE

1. Energiebalans voor conventionele warmte- en stroomvoorziening



$$\text{rendement} = \frac{41 + 25}{100} = 66\%$$

2. Energiebalans voor SES WKK

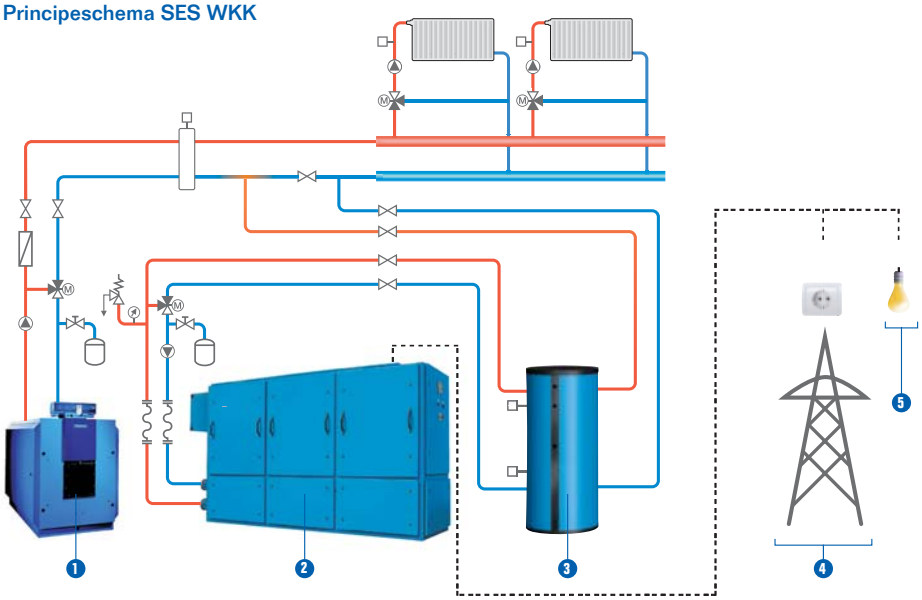


$$\text{rendement} = \frac{41 + 25}{75} = 88\%$$

* Te reduceren met rookgaswarmtewisselaar voor hogere rendementen.



Principeschema SES WKK



1 Ketel voor piekbelasting
2 SES WKK-module
3 Buffer
4 Elektriciteitsnet
5 Eigen gebruik

Geringe overdrachtsverliezen,
CO_2-emissie en energiekosten.

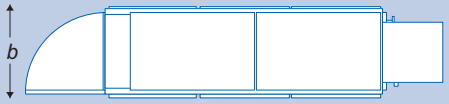
HPC 50 - 400								
Moduletype		HPC 50 N	HPC 70 N	HPC 100 N	HPC 150 N	HPC 200 N	HPC 250 N	HPC 400 N
Motor								
Fabrikaat		MAN	MAN	MAN	MAN	MAN	MAN	MAN
Type		E0834	E0836	E0836 LE	E0836	E2876 LE	E2842	E2842 LE
As-vermogen [1]	kW	55	75	110	150	210	250	420
Toerental	min^{-1}	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Vermogens								
Spanning / Frequentie	–	400 V, 50 Hz	400 V, 50 Hz	400 V, 50 Hz	400 V, 50 Hz	400 V, 50 Hz	400 V, 50 Hz	400 V, 50 Hz
Elektrisch vermogen [2]	kW	50	70	104	142	200	240	404
Thermisch vermogen [3]	kW	80	109	138	207	293	365	526
Belasting (onderwaarde)	kW	148	204	282	392	553	669	1.072
Rendementen								
As-rendement	%	37,2	36,8	39,0	38,3	38,0	37,4	39,2
Generator rendement	%	94,0	94,2	95,0	95,0	95,2	95,9	96,2
Elektrisch rendement	%	33,8	34,3	36,9	36,2	36,2	35,9	37,7
Thermisch rendement	%	54,1	53,4	48,9	52,8	53,0	54,6	49,1
Totaal rendement	%	87,8	87,7	85,8	89,0	89,2	90,4	86,8
CV-zijdig								
Aanvoer	°C	90	90	90	90	90	90	90
Retour	°C	70	70	70	70	70	70	70
Afmetingen en gewichten								
Lengte (excl. ventilatorbox) - *l*	mm	2.860	2.860	2.840	2.840	3.600	3.800	3.800
Breedte - *b*	mm	900	860	900	900	1.600	1.800	1.800
Hoogte - *h*	mm	1.900	1.800	1.900	1.8900	2.100	2.270	2.270
Leeg gewicht	kg	2.300	2.600	2.700	3.200	4.000	4.600	5.500

1) Vermogen bepaald volgens DIN ISO 3046/1

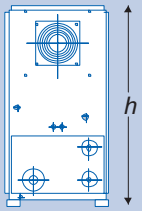
2) Vermogen bij cos φ=1 volgens VDE 0530

3) Warmtebalans met een tolerantie van 5%

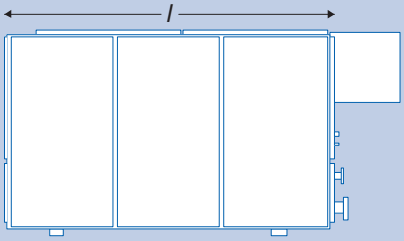
Aanzichten SES WKK



Bovenaanzicht



Achteraanzicht



Zijaanzicht

Buderus: absolute zekerheid in utiliteit

Het van oorsprong Duitse Buderus is een gevestigd begrip in de utiliteitsmarkt en staat voor de ontwikkeling en productie van hoogwaardige en innovatieve verwarmingssystemen. Duurzame oplossingen die energie en milieu sparen nemen daarbij een steeds belangrijkere plaats in.

Alle oplossingen onder één dak

In Nederland wordt Buderus vertegenwoordigd door Nefit. Het resultaat daarvan is een compleet assortiment van staande ketels of wandhangende ketels in cascade, thermoglazuur-warmwaterboilers, circulatiepompen, warmtepompen, warmtekrachtkoppelingen en oplossingen op het gebied van zonne-energie, overdruk en regeltechniek.
Uiteraard zijn alle producten voorzien van hoogwaardige componenten en vervaardigd van de beste materialen. In combinatie met innovatieve technologie zorgt dit voor een lange levensduur en optimaal rendement.

Krachtige kennis- en serviceorganisatie

Een bijzonder krachtige kennis- en serviceorganisatie staat garant voor de deskundigheid, betrouwbaarheid en continuïteit waar de markt om vraagt. Een uniek team dat bestaat uit gedreven professionals die gespecialiseerd zijn in kennisintensieve installaties. Ze zijn dé aangewezen gesprekspartners voor adviseurs, technisch ontwerpers, installateurs en andere personen en partijen die bij het ontwerp en de realisatie van utiliteitsprojecten. Ze bieden gegarandeerd een oplossing op maat voor elke gevraagde toepassing.
De krachtige bundeling van kennis en expertise vormt bovendien de basis voor de ontwikkeling van innovatieve en duurzame systeemoplossingen.

Meer informatie

Wilt u meer weten over de kwaliteitsproducten in deze folder? Of over de vele andere Buderus-oplossingen? Neem dan gerust contact op met uw accountmanager. Of bel de Buderus Infolijn: 0570 - 60 22 00.

Nefit B.V.
Postbus 3
7400 AA Deventer
Buderus Infolijn 0570 - 60 22 00
Fax: 0570 - 60 22 99
E-mail: buderus@nefit.nl
Internet: www.buderus.nl

Buderus

518.0910.2

COMBINED HEAT AND POWER
by KARA



KARA ENERGY SYSTEMS b.v.

A Reinders Almelo company

ELECTRICITY AND HEAT IN ONE INSTALLATION

Renewable Electricity

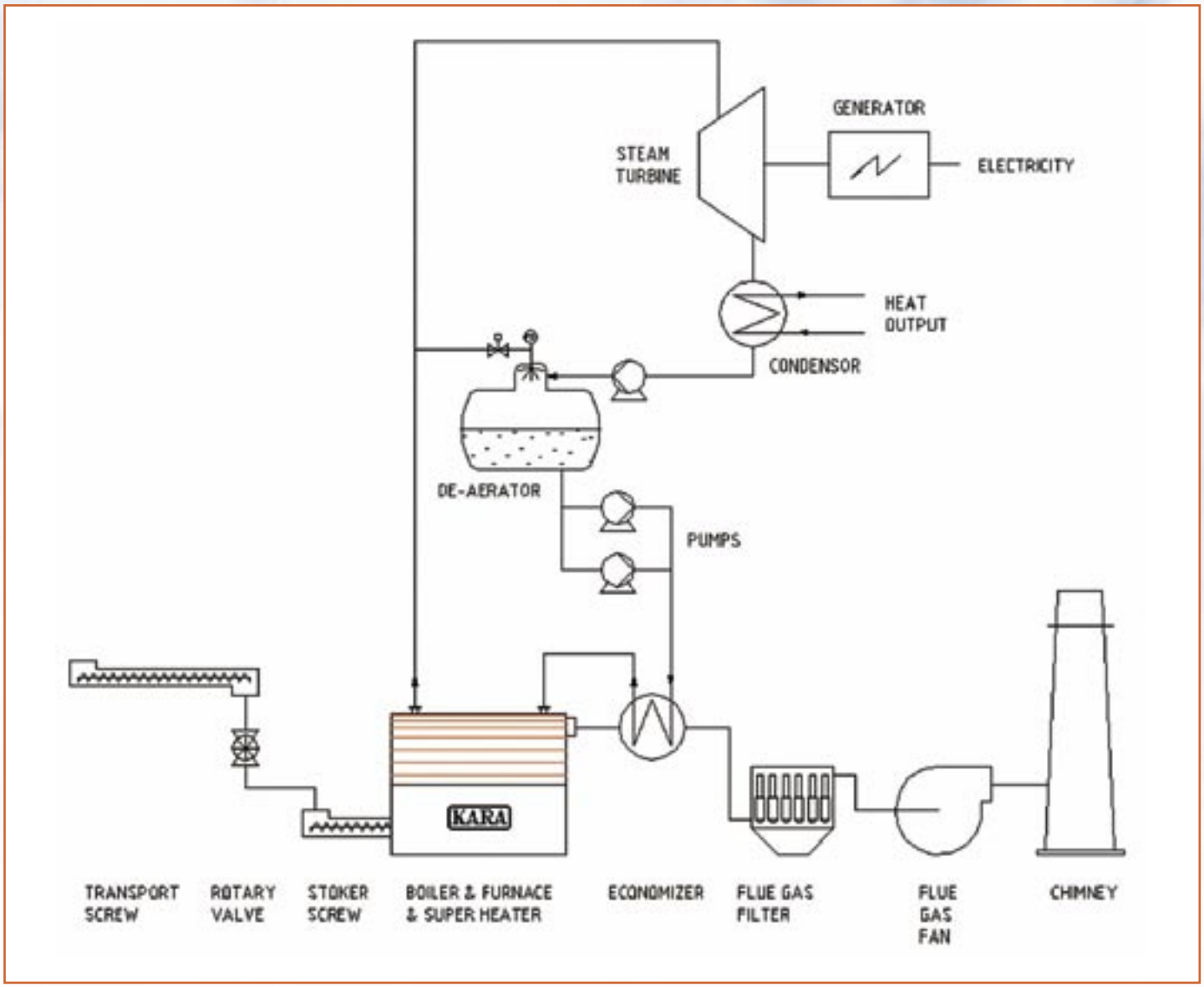
The market for renewable electricity production is on the move in Europe due to new EC rules, national subsidies, green certificates and rising fossil fuel prices. This means that small scale electricity production becomes financial interesting for companies that have enough biomass available for free or that can purchase biomass at a decent price. The produced electricity can be used internally and if the production is higher than the consumption the electricity can be sold to the grid as renewable energy.

For companies with a heat demand these new developments can be even more interesting. The remaining energy by the production of electricity becomes available in the form of hot water or low pressure steam based on the design of the installation. For these clients a KARA Combined Heat and Power (CHP) plant is an option. Almost all energy is used useful. Therefore the client and the environment are benefiting from this option.

Principal of CHP

Steam is produced out of water in a biomass fired steam boiler. The steam is first lead through a turbine, where mechanical energy is made that in combination with a generator can be transformed to electricity. The steam coming out of the turbine is lower in pressure and temperature.

The drop in pressure and temperature drives the turbine. The low pressure steam can be used in a process or condensed to produce hot water. The condensate is pumped back to the steam boiler.



KARA Combined Heat and Power Plants

Every CHP plant is built according to the specific demands of the client. This is important to guarantee a system that best fits the need of that customer, because every client has its own heat and power demand, type and quantity of

fuel, lay-out possibilities and environmental regulations. KARA designs CHP systems for every type of biomass – e.g. sawmill wood residues, MDF dust and pruning wood - up to moisture contents of 60 wt% on wet basis.

Every KARA system is tailor made and KARA can design, built and deliver the CHP plant on turn key basis. All major components, like biomass storage, transport system, the furnace, boiler and the flue gas cleaning, except the steam turbine, are engineered and produced by KARA. The main purchase part for KARA is the steam turbine. KARA has good relations with different steam turbine manufacturers and based on the preferences of the client a steam turbine supplier is chosen. But only the implementation of the steam boiler with feeding device and flue gas cleaning is another option, whereby the steam circuit and steam turbine is delivered and installed by another manufacturer.

The heat and power demand is not always the same and therefore KARA CHP plants can be delivered with air heat exchangers to blow-off the remaining heat to guarantee at all times the optimum power demand.



Example: 700 kW_e CHP plant

This CHP installation will run for at least 8000 hours a year next to a greenhouse. The electricity is sold to the national grid as renewable energy. The thermal heat comes available in the form of hot water (50 °C) and is used for heating the greenhouse for at least 4000 hours a year. The fuel will be chipped wood (50 wt% wet base) from municipalities coming available when trees are trimmed in public gardens and parks.

The fuel is combusted in a 4.3 MW furnace with asteam boiler on top. In this system 16 bar superheated steam is produced at 450 °C. Typical flue gas temperatures out of the boiler will be around 240 °C, these flue gases will be further cooled down in an economizer to a temperature below the 180 °C to optimize the electric efficiency of the installation.



Technical details

Furnace capacity	**4.3**	**MW**
Steam pressure	**16**	**bar(a)**
Temperature superheated steam	**450**	**°C**

Fuel

Moisture content wood	**50**	**wt% wb**
Lower heating value	**7.6**	**MJ/kg**
Fuel supply	**2.0**	**tons/hr**

Turbine

Gross electric output	**700**	**kW_e**
Thermal output	**2.7**	**MW_{th}**

Installation

Overall electric efficiency	**17%**	
Overall thermal efficiency	**64%**	
Electric production	**5,600**	**MWh**
Renewable electric price	**0.125**	**€/kWh**
Electric earnings	**700.000**	**€/year**
Heat price with fossil fuel	**4**	**€/GJ**
Savings in fossil fuel	**160.000**	**€/year**



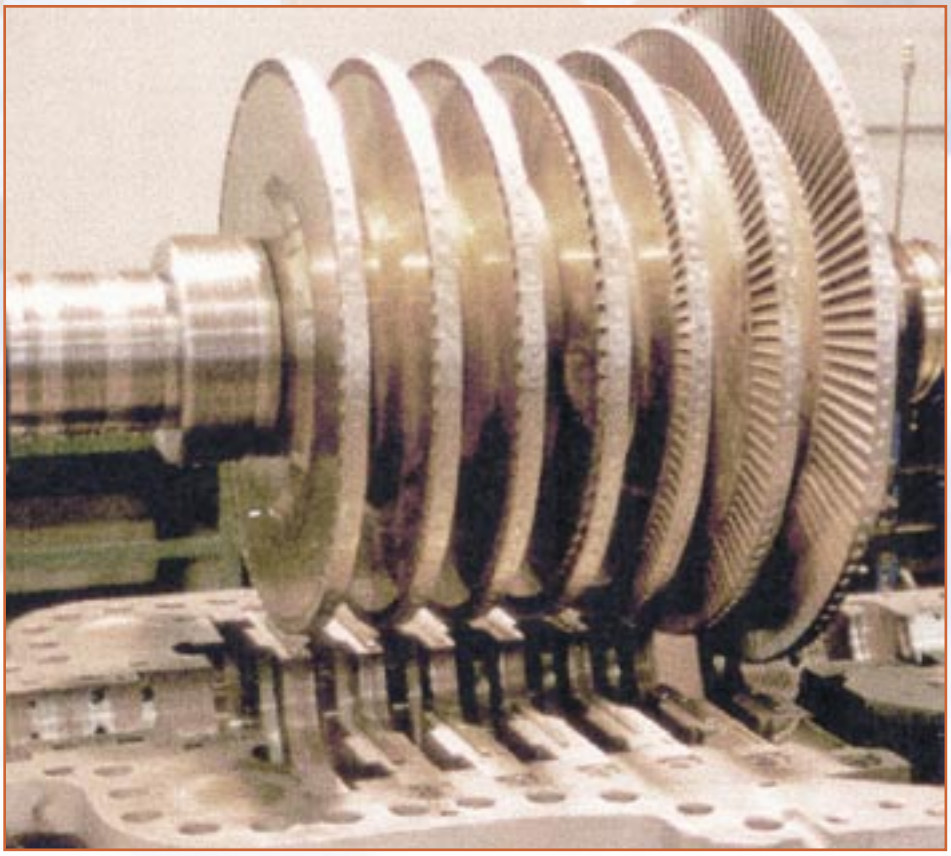
Relation Electric and Heat Output

The electric output depends on the needed temperature of the hot water or the pressure of the steam. Below an overview is given of the effect on the electric output when heat in the form of hot water becomes available at different temperatures with the same amount of steam. The decrease in electric output makes the case with heat at low temperatures the most interesting for implementing a CHP unit.

Temperature hot water [°C]	Electric output [kW_e]
45	700
90	500
110	450

For Whom?

Companies that should think about CHP units are:
- Sawmills or Furniture producers that have drying kilns and a lot of waste wood for free.
- Companies with high heat demand at low temperatures or low steam pressures throughout the year, e.g. greenhouses.





The Reinders Almelo Group of Companies

KARA ENERGY SYSTEMS b.v.

KARA Energy Systems Almelo b.v.
P.O.Box 570 • 7600 AN Almelo • The Netherlands
Plesmanweg 27 • 7602 PD Almelo • The Netherlands
Tel. +31 (0)546 87 65 80 • Fax. +31 (0)546 87 05 25
E-mail: kara@kara.nl • Website: www.kara.nl

ATAG

Energion



Warmte uit een goed hart



EPC verlaging tot 0,4

Hoge COP

Compact wandhangend toestel

Trillings- en geluidsarm

Te combineren met boiler en/of (geïntegreerde) koeling

Warmte & koeling in een duurzame oplossing



De ATAG Energion warmtepomp is een geavanceerd systeem voor woningverwarming, eventueel uitgebreid met warmwater en/of woningkoeling. De warmtepomp maakt gebruik van aarde als energiebron. De aardkorst wordt binnen het bereik van enkele tientallen meters tot honderd meter diepte door de zon en magma (geothermische energie in de kern van de aarde) op een constante temperatuur van circa 10 graden gehouden. Deze gratis energiebron kan uitstekend worden benut voor verwarming en koeling. Door toepassing van de ATAG Energion kan een energiebesparing worden gerealiseerd van 60 tot 70% ten opzichte van een moderne hoog-rendement CV-ketel. Een ander groot voordeel is de reductie van CO_2 uitstoot.

Verwarmen en warm water

De warmtepomp haalt warmte uit de bodem en zet deze met een compressor (vergelijkbaar met een koelkastcompressor) om in bruikbare warmte. Deze warmte kan in het verwarmingssysteem op verschillende manieren worden benut. Bij voorkeur door aansluiting op een lage temperatuur-verwarmingssysteem (vloer- en wandverwarming). Daarnaast is er een boiler die speciaal voor de warmtepomp is ontwikkeld. De boiler is voorzien van een anti-legionella-inrichting.

Koelen

De warmtepomp met een optionele geïntegreerde koelwisselaar kan ook koelvermogen genereren en daardoor bij hoge buitentemperaturen voor een aangenaam binnenklimaat zorgen. De bodem wordt hierbij rechtstreeks gebruikt om koeling te leveren, de zogenaamde passieve koeling. De compressor wordt hierbij niet gebruikt. Koeling kan geschieden via de vloer, door een ventilatiesysteem of door ventilatorconvectoren. Bij de laatste twee is ontvochtiging ook mogelijk. Koeling scoort ook nog eens extra in de EPC.

Wandhangend toestel • Compact (100x60x50
rookgasafvoer, geen condensafvoer nodig • M
hangende CW4 boiler • EPC verlaging tot 0,4
<40dB(A) • Trillingsarm • 400V, 4kW electrische

ATAG

Energion



Betrouwbare toptechnologie tot in detail

De geavanceerde elektronische besturing van alle functies zorgt voor een probleemloze werking voor een optimaal binnenklimaat. Betrouwbaarheid door kwaliteit staat garant bij alle producten van ATAG. De Energion is dan ook onderhoudsarm.

Technische perfectie in de meest compacte vorm

De ATAG Energion warmtepomp is geluids- en trillingsarm. Ook is de Energion zeer fraai en compact vormgegeven. Plaatsing in keuken, gang of kamer(kast) is daarmee mogelijk. Door de modulaire opbouw kan de warmtepomp in combinatie met de boiler zowel horizontaal als verticaal worden geplaatst. Aansluiten is voor de erkende vakman een eenvoudige klus.

Voor ieder huis de optimale capaciteit

De ATAG Energion warmtepomp is geschikt voor alle typen woningen die moeten voldoen aan de huidige Energie Prestatie Norm (EPN). De warmtepomp is leverbaar in drie vermogens met of zonder koeling. Deze zijn te combineren met een 150 liter boiler.

In grote lijnen zijn de volgende keuzerichtlijnen te hanteren:

Voor tussenwoningen;
ATAG Energion 6 (C)

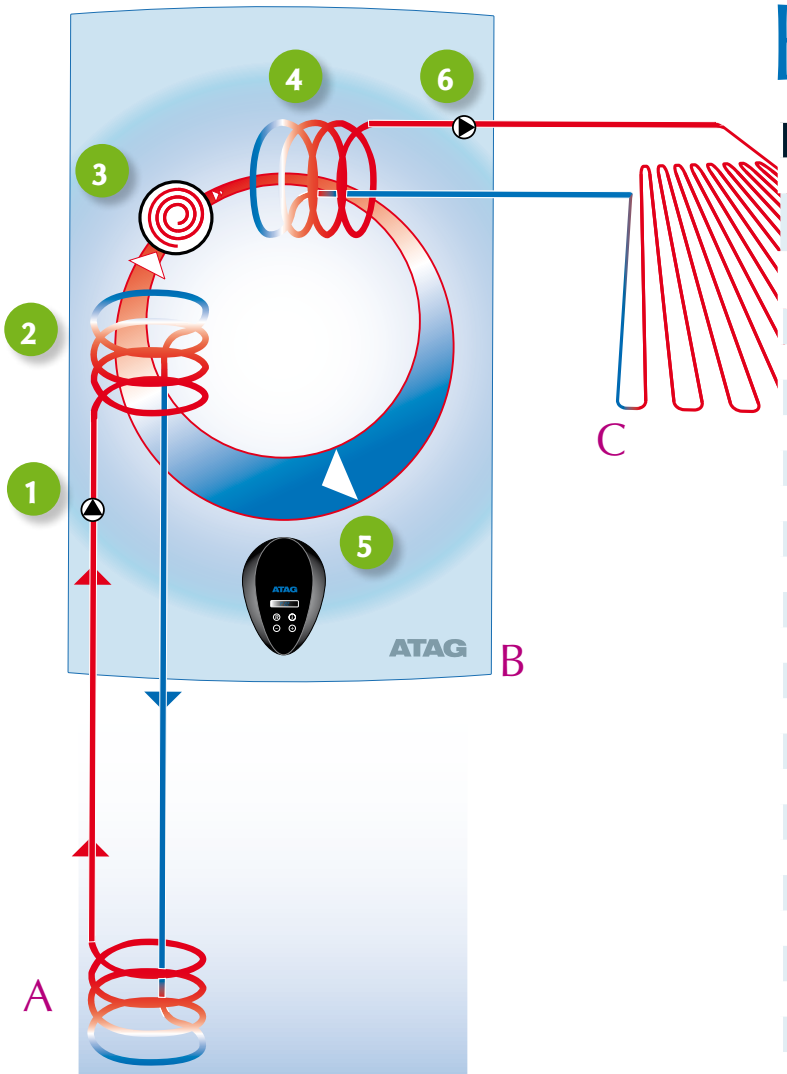
Voor hoekwoningen en twee-onder-een kapwoningen;
ATAG Energion 8 (C)

Voor twee-onder-een kap en vrijstaande woningen.
ATAG Energion 10 (C)

In de praktijk is een transmissieberekening noodzakelijk en bepalend voor de uiteindelijke keuze.

0cm) • Veel opstellingsmogelijkheden (gang, kamer, (bij)keuken, etc.) • Geen gas, geen
Modulair systeem, plug & play • Te combineren met (geïntegreerde) koeling en/of wand-
mogelijk • Hoge COP • Milieuvriendelijk (CO_2-reductie) en energiezuinig • Geluidsarm
verwarming voor nood en anti-legionella • Gelijkwaardigheidsklaring TNO • Warmtepompkeur

Energion



Technische gegevens Energion		6	8	10
Afmetingen (H x B x D)	cm	100 x 60 x 50		
Gewicht (C)	kg	120 (130)	123 (133)	125 (135)
Type pomp voor bron- en CV		Grundfos UPR 25-80 modulerend		
Warmtewisselaars		RVS AISI 316		
Maximale aanvoertemperatuur	°C	63		
Condensor vermogen bij:				
Bron O°C/CV 35°C	kW	6,9	9,3	10,4
Bron O°C/CV 50°C	kW	6,8	8,7	9,9
Elektriciteitsverbruik bij:				
Bron O°C/CV 35°C	kW	1,5	2,0	2,5
Bron O°C/CV 50°C	kW	2,1	2,9	3,3
Coefficient of Performance (COP) bij:				
Bron O°C/CV 35°C		4,5	4,5	4,2
Bron O°C/CV 50°C		3,2	3,0	3,0
Bron aanvoertemperatuur min./max.	°C	0/10		
CV aanvoertemperatuur min./max.	°C	35/55		
Elektrische gegevens:				
Spanning/frequentie	V/Hz	3x400/50		
Elektrische noodvoorziening	kW	4,0		
Max. opgenomen vermogen	kW	6,1	7	7,3
Geluidsdruk niveau/ 1m afstand	dB(A)	<40		
Koelvermogen:				
Bron 15°C/CV 22°C	kW	2,6	4,2	4,2
Type compressor		scroll		
Koudemiddel		R407c		

Principe schema

A De bodemwarmtewisselaar (ook wel bron genoemd)

B De warmtepomp

C Het verwarmingssysteem (vloer- en / of wandverwarming) in de woning

De ATAG warmtepomp bevat in grote lijnen de volgende onderdelen in 1 behuizing:

1. Pomp voor bodemwarmtewisselaar
2. Verdamper
3. Compressor
4. Condensor
5. Expansieventiel
6. Pomp voor verwarmingssysteem

Hoe werkt het?

De warmtepomp haalt warmte uit de bodem door middel van een bodemwarmtewisselaar. Deze wisselaar is een gesloten systeem waardoor een water-glycolmengsel stroomt. Dit koudere mengsel neemt de warmte uit de grond op.

In de warmtepomp wordt via een warmtewisselaar (de verdamper) de warmte overgedragen aan het koelmiddel in de warmtepomp-compressor, waardoor dit koelmiddel verdampt. Door deze damp met een compressor tot maximaal 30 bar samen te drukken, loopt de temperatuur op tot wel 63 °C. Deze warmte wordt via een tweede warmtewisselaar (de condensor) overgedragen aan het verwarmingssysteem.

Omdat het een continue cyclus is zal hierna het koelmiddel condenseren en zorgt het expansieventiel er voor, dat de druk van het koelmiddel wordt verlaagd tot ca. 5 bar, waarbij de temperatuur kan dalen tot –10 °C . Vervolgens stroomt het koelmiddel weer in de verdamper om weer warmte op te nemen.

8A.09.36.00/01.10 Wijzigingen voorbehouden.

Uw ATAG adviseur:

ATAG Verwarming Nederland BV
Postbus105 7130 AC Lichtenvoorde T: 0544 - 391777
E: info@atagverwarming.com www.atagverwarming.nl

Zuiniger worden ze niet gemaakt

ATAG

Klimaattechniek

Colt Caloris®



Caloris: een unieke visie op klimaat

WAT MAAKT COLT CALORIS UNIEK?

Colt Caloris heeft een groot aantal unieke kenmerken, waardoor het zich onderscheidt van alle bestaande systemen in de markt. Het ontwerp, waarvoor een Europees patent is verkregen, maakt het systeem uiterst efficiënt en hoogst milieuvriendelijk.

De meer dan 70 jaar ervaring in het oplossen van klimaatvraagstukken, heeft Colt volledig benut om tot een vernieuwende aanpak te komen van de aspecten, die samenhangen met airconditioning. Die aanpak heeft geleid tot een technologisch vooruitstrevend, veiliger en milieuvriendelijker systeem.

Colt Caloris is een uiterst aantrekkelijk alternatief voor zowel traditionele airconditioning, als de omkeerbare warmtepomp.

Wat zijn de unieke eigenschappen?

Colt Caloris biedt de volgende kenmerken:

Gemiddeld COP 4 - 6

- Geluidsniveau NR 28-35
- Hoogte plafondmodel: 247 mm
- Hoogte vloermodel vanaf 491 mm
- 2-pijps gesloten water-kringloopnet
- Geen koelleidingen
- Ongeïsoleerde leidingen
- Onbeperkte lengte leidingnet
- Onbeperkt aantal toestellen
- Kleine hoeveelheid koelmiddel
- Gebouwconstructie als warmtebuffer
- Warmtepomptechniek

KENMERKEN EN VOORDELEN

Energiebesparing en het milieu

Colt Caloris biedt een zeer hoge COP, die varieert van 4 tot 6, afhankelijk van de omgevingstemperatuur. Dankzij een nieuw ontwerp van de wisselaar en optimalisatie van de unit, is, onder ideale omstandigheden, zelfs een COP van 7 haalbaar.

Door water als energiedrager te gebruiken, heeft geen ander - met een koelmiddel werkend klimaatsysteem - een lagere koelmiddelinhoud. Het potentieel negatieve effect op het milieu wordt daardoor sterk gereduceerd.

Volledige energieterugwinning

Alle Colt Caloris binnendelen zijn aangesloten op één water-kringloopnet, waardoor onderlinge energie-uitwisseling mogelijk wordt.
Die, extreem hoge, energie-uitwisseling wordt bereikt, ongeacht de plaats van de unit in het water-kringloopnet.
Wanneer het water-kringloopnet in de dekvloer wordt gelegd, worden de mogelijkheden voor energie-uitwisseling nog verder vergroot.



"Het Colt Caloris systeem combineert de voordelen van VRF en warmtepomptechniek, met een veilig en flexibel water-kringloopnet"



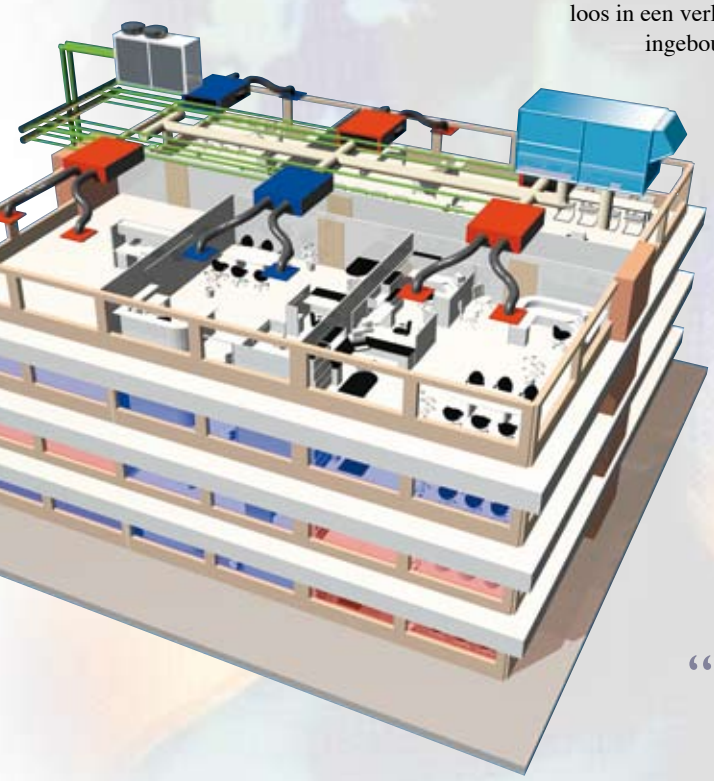
“Een nieuw concept in airconditioning”

Decentrale regeling per ruimte

Elk mens heeft een eigen, persoonlijk comfortniveau.

Het Colt Caloris systeem maakt het de gebruiker mogelijk om de gewenste temperatuur voor elk individueel binnendeel in te stellen, ongeacht de plaats daarvan binnen het systeem.

Colt Caloris geeft op elk willekeurig moment de volledige vrijheid in de keuze tussen koelen en verwarmen, zonder aanpassing van het totale systeem.



Laag geluidsniveau

Alle Caloris binnendelen zijn uitstekend geïsoleerd en daarmee de stilste die nu in de markt te koop zijn.

Alle modellen zijn onafhankelijk getest en gecontroleerd door Eurovent Gecertificeerde laboratoria.

Binnendeel

Met een hoogte van slechts 247 mm is het Colt Caloris horizontale binnendeel de platste op de markt en kan het probleemloos in een verlaagd plafond worden ingebouwd. Het vloermodel is 491 - 580 mm hoog.

Water-kringloopnet

In tegenstelling tot andere systemen, is de leidinglengte van het water-kringloopnet onbeperkt. Of dit nu 100 of 1000 m is, of er nu 20 of 2000 binnendelen in opgenomen zijn, Colt Caloris is volledig flexibel. Er wordt gebruik gemaakt van standaard polyethyleen leiding (hoge kwaliteit tegen minimale kosten) in plaats van traditionele, geïsoleerde koelleidingen.

Het Colt Caloris water-kringloopnet wordt met opzet ongeïsoleerd in de dekvloer gelegd, omdat daardoor de gebouwconstructie als warmtebuffer kan worden gebruikt. De efficiëntie van het systeem neemt daardoor toe. Het gebruik van slechts 2 leidingen is ruimtebesparend en vraagt minder tijd voor installatie.

Betrouwbaarheid

In het uitzonderlijke geval dat één van de binnendelen uitvalt, heeft dat geen enkel effect op het functioneren van alle andere; het systeem blijft volledig operationeel.

“Het is tijd voor verandering”

Inleiding

COLT CALORIS, WAT IS DAT?

Colt Caloris maakt gebruik van de warmtepomptechniek. Een serie kleine warmtepompen, die in het verlaagde plafond, vrijstaand of aan/tegen de gevel zijn aangebracht, en een centrale warmtepomp op het dak, zijn met elkaar verbonden door een water-kringloopnet. Dit water-kringloopnet voorkomt dat een koudemiddel zoals freon, via leidingen door het hele gebouw moeten worden rondgepompt.

Verse of gerecirculeerde lucht wordt gefilterd, afhankelijk van de vraag gekoeld of verwarmd en door de lokaal geplaatste eenheden via luchtslangen en plafondroosters of direct in de ruimte gebracht. Het systeem kan zowel individueel als per zone ingezet worden.

Bij de ontwikkeling van het Colt Caloris systeem is extra gelet op de eenvoud van montage en een zeer laag geluidsniveau. Koppeling op een vloerverwarming is eenvoudig realiseerbaar.

Colt Caloris biedt vele voordelen ten opzichte van conventionele airconditioning systemen:

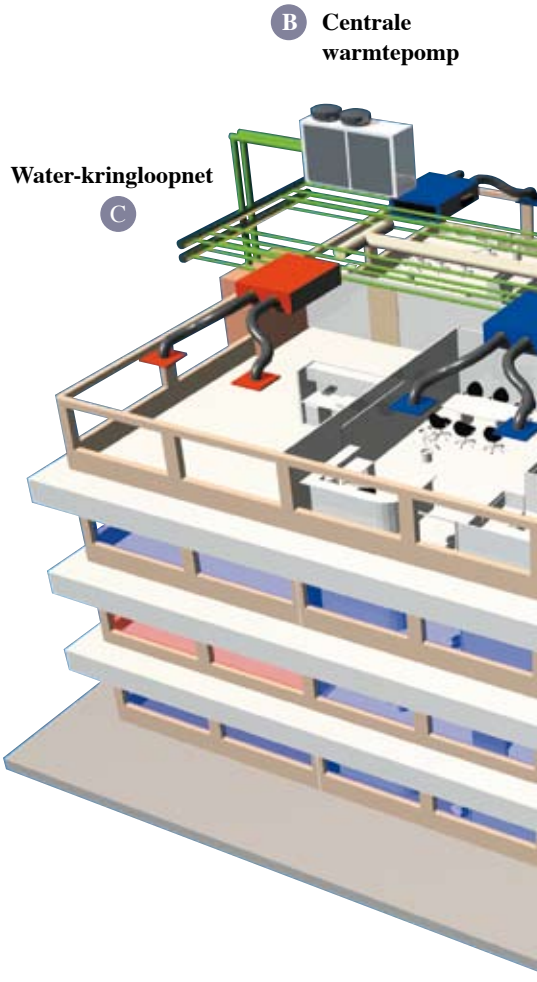
- **Volledige onafhankelijke, lokale controle over koelen of verwarmen**
- **Een ongekend hoog rendement**
- **Zeer energiezuinig**
- **Geen freonleidingen door het gebouw**

A **Colt Caloris lokale warmtepomp**
Een individuele, lokale warmtepomp in elke verblijfsruimte zet de energie in het water om naar energie in de lucht.

B **Centrale warmtepomp**
Een centrale, externe warmtepomp zet de energie in de lucht om naar energie in het water.

C **Water-kringloopnet**
Ongeïsoleerde kunststof leidingen zorgen voor een uitgebalanceerde waterstroom naar alle lokale warmtepompen.

- **Maakt gebruik van de gebouwmassa voor energieopslag die kan worden hergebruikt voor koelen of verwarmen**
- **Leidingen hoeven niet geïsoleerd te worden**
- **Door de flexibele plaatsingsmogelijkheden van de units, kan eenvoudig worden ingespeeld op toekomstige wijzigingen in de gebouwindeling**

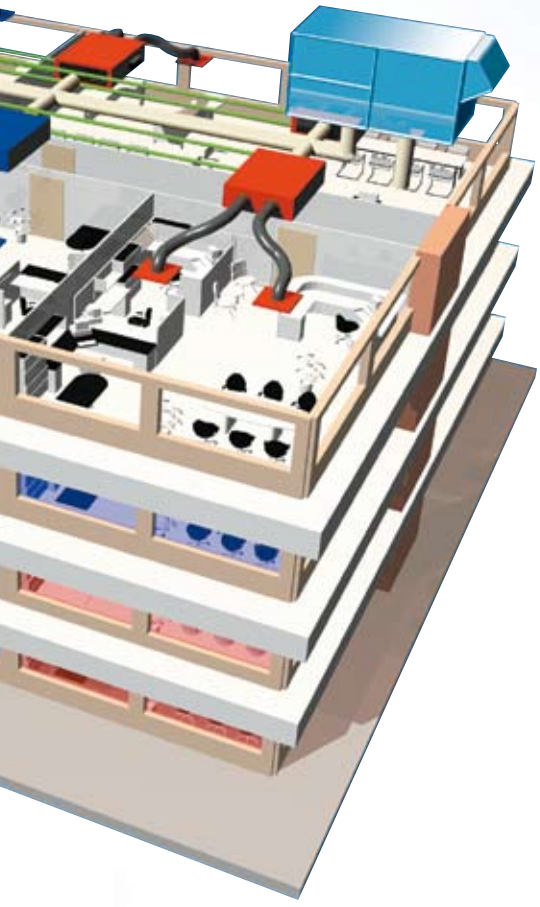




“Colt Caloris® is ideaal voor kantoren en hotels”

Colt Caloris lokale warmtepomp

A



HOE WERKT COLT CALORIS?

Colt Caloris is gebaseerd op moderne warmtepomptechniek. Een centrale warmtepomp wordt extern geplaatst, compacte binnendelen worden in (het verlaagde plafond van) iedere ruimte gemonteerd. Elk binnendeel is voorzien van een kleine warmtepomp.

Het transport van energie vindt plaats via normaal water in een kringloopnet, waarvan de temperatuur ongeveer gelijk is aan de temperatuur binnen het gebouw. De lokaal geplaatste warmtepompen gebruiken dit water om de aanwezige lucht in een ruimte te koelen of te verwarmen. Het water zal hierdoor warmer respectievelijk kouder worden.

Om het rendement hiervan optimaal te benutten, wordt het water-kringloopnet in de dekvloeren van het gebouw gelegd. Hierdoor wordt deze energie opgenomen in de gebouwconstructie. Indien noodzakelijk kunnen de kunststof leidingen ook op de traditionele manier in het verlaagde plafond worden verwerkt, zonder dat het rendement wordt aangetast met behulp van een buffervat.

De centrale warmtepomp zorgt ervoor, dat de temperatuur van het water binnen de gewenste grenzen blijft. In ons klimaat zal het water ongeveer 85% van het jaar op de neutrale temperatuur kunnen worden gehandhaafd, zonder gebruik van deze centrale warmtepomp.

KANTOREN EN HOTELS

Veel kantoren en hotels maken tegenwoordig gebruik van airconditioning om het klimaat in het gebouw te verbeteren.

Waar natuurlijke ventilatie en externe zonwering een steeds belangrijkere rol spelen in het ontwerpproces van het gebouw, is de toepassing van airconditioning een factor waaraan men vaak niet ontkomt. Vooral in gebouwen die voorzien zijn van glasfaçades waarvan de ramen niet te openen zijn, is de interne warmtelast vaak erg hoog.

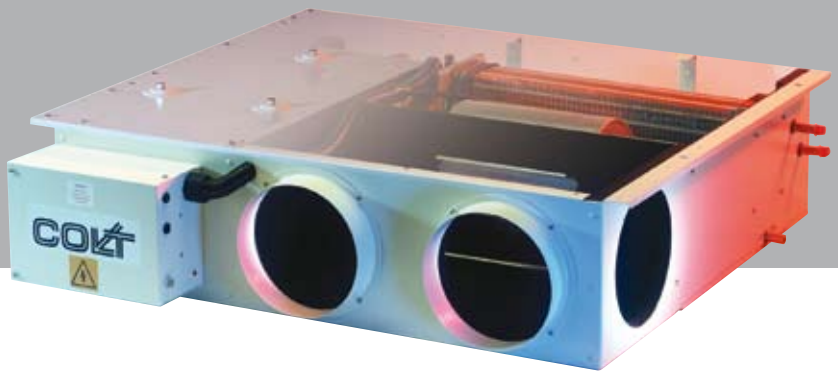
Centrale luchtbehandelingsinstallaties met grote kanaalsystemen worden steeds minder toegepast vanwege de ruimte die voor de kanalen nodig is, de operationele kosten en de hoge installatiekosten. Ook de toenemende zorg over hygiëneproblemen maakt deze systemen steeds minder gewenst.

Colt Caloris is de ideale oplossing voor zowel kantoren als hotels door de lage installatiekosten, de grote efficiëntie t.o.v. traditionele systemen, het lage geluidsniveau en de veilige, milieuvriendelijke manier waarop het systeem werkt.

Colt Caloris - de toekomst binnen handbereik



Colt Caloris® - de lokale warmtepomp



A COLT CALORIS, DE LOKALE WARMTEPOMP

Elke ruimte in het gebouw heeft een eigen, lokale eenheid, die horizontaal boven het verlaagde plafond of als vloermodel wordt geplaatst.

De eenheden werken zodanig dat deze in een warmer deel van het gebouw koelen en de energie daarvan naar een kouder deel van het gebouw verplaatsen om te verwarmen. Geen ander systeem geeft de individuele gebruiker deze mate van controle en flexibiliteit, zonder modificaties en concessies te moeten doen aan het centrale systeem.

De werking van het systeem is gebaseerd op een omkeerbare warmtepomp, die in de individuele eenheden is ingebouwd. Deze warmtepomp met koudecircuit heeft een watergekoelde condensor en een luchtgekoelde verdamper. Een omkeerklep zorgt ervoor dat de verdamper kan werken als condensor en omgekeerd.

Slechts een kleine hoeveelheid koudemiddel circuleert binnen de unit, in tegenstelling tot de VRF systemen waarbij grote hoeveelheden koudemiddel door het gehele gebouw gepompt moeten worden.

Bij een eventuele storing in een van de units, blijven alle andere gewoon in bedrijf. Dit maakt het Colt Caloris systeem zeer betrouwbaar.

Op een bedieningspaneel kan de gewenste temperatuur, luchthoeveelheid en keuze voor koelen, verwarmen of ventileren individueel worden ingesteld.

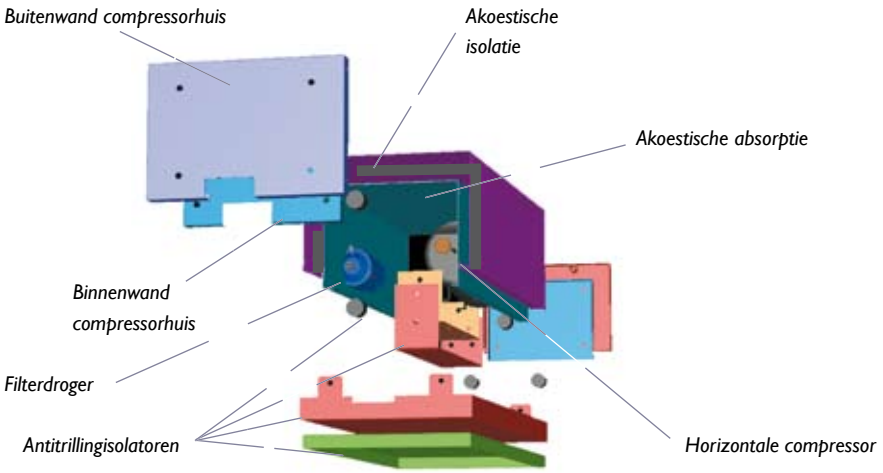
GELUIDWEREND COMPRESSORHUIS

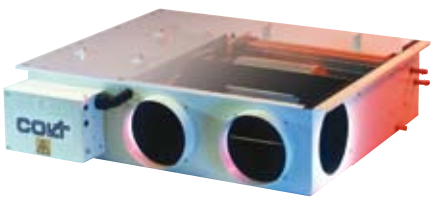
Het reduceren van geluid is essentieel voor elk airconditioningsysteem. Colt heeft zich gefocust op het ontwerpen en produceren van een compressorhuis binnen de lokale eenheid, dat daaraan kan voldoen. Dankzij een uniek, geluidwerend systeem, is het resultaat de stilste water / lucht warmtepomp, die er op dit moment verkrijgbaar is.

De compressor is gemonteerd met drie dubbele antitrillingisolatoren.

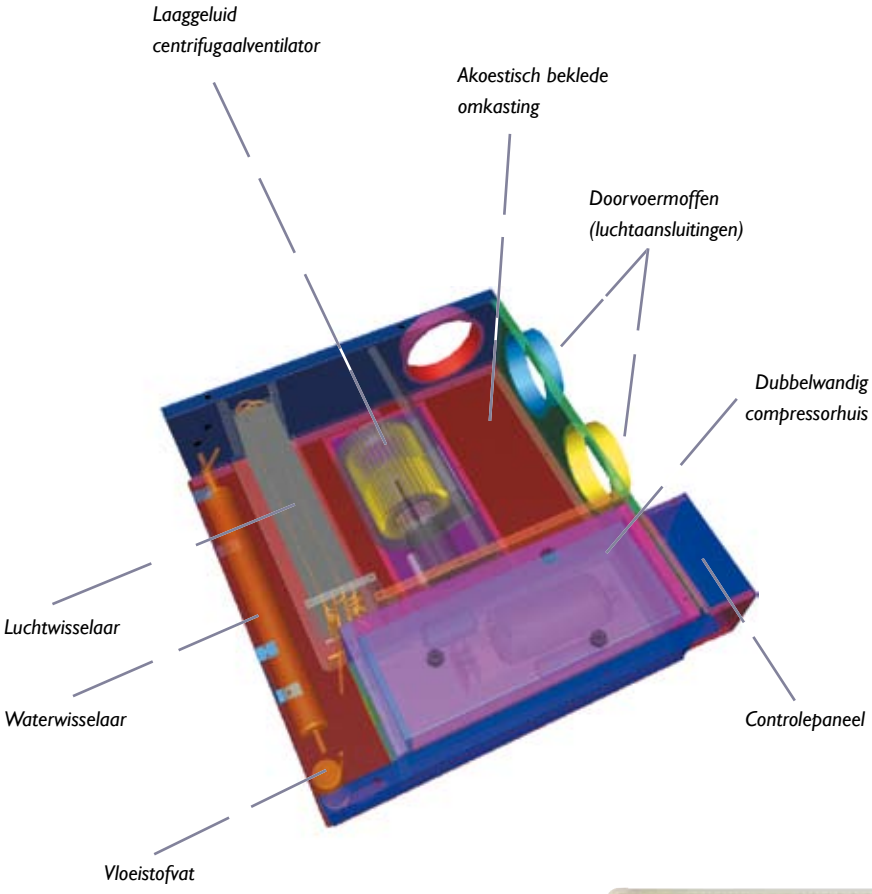
Deze zijn opgehangen aan een omkasting, die op zijn beurt weer is afgeschermd en geïsoleerd van de rest van de unit. Gedurende de ontwikkeling van het systeem is de geluidsafgifte van de speciaal ontwikkelde, horizontale en verticale compressor met succes aangepakt. Dat heeft, dankzij een zeer effectieve geluidsabsorptie, geleid tot een geluidsbijdrage van 0,5 tot 1 dB.

De ventilatoren zijn state of the art en dragen er toe bij dat Colt Caloris de stilste Europese warmtepompunit is.









CALORIS VLOERMODELLEN

De vloermodellen zijn geschikt voor al die situaties waar geen systeemplafond aanwezig is. Zoals bijvoorbeeld ontvangstruimten, trappenhuizen, kantoren, hotels, galerijen etc.

Het vloermodel is verkrijgbaar in drie verschillende afmetingen voor zeer kleine, kleine en middelgrote ruimten. Omdat het model laag en compact (minder dan 50 cm hoog) is, kan het ook bij grote raampartijen en borstweringen ingezet worden. De omkasting wordt gecoat in moderne kleuren. De prestaties zijn vergelijkbaar met de horizontale modellen. Dat betekent dat ook op dit model subsidies en garanties onverkort van toepassing zijn. Het model is voor nieuwbouw maar bij uitstek ook geschikt voor bestaande gebouwen. Zeker als het bestaande leidingwerk van de cv-installatie kan worden hergebruikt voor het Caloris systeem.



Colt Caloris® - werkingsprincipe

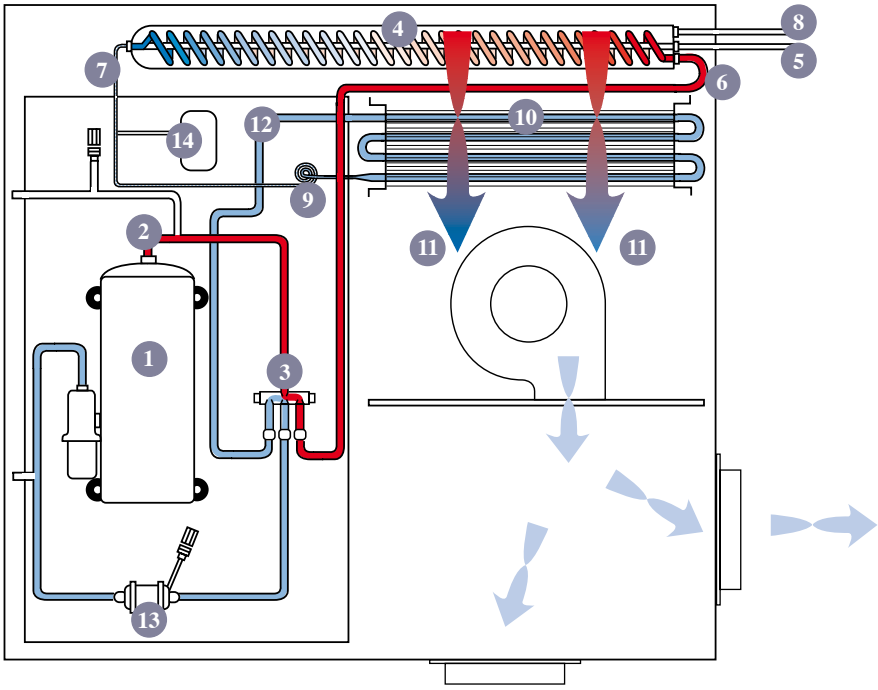


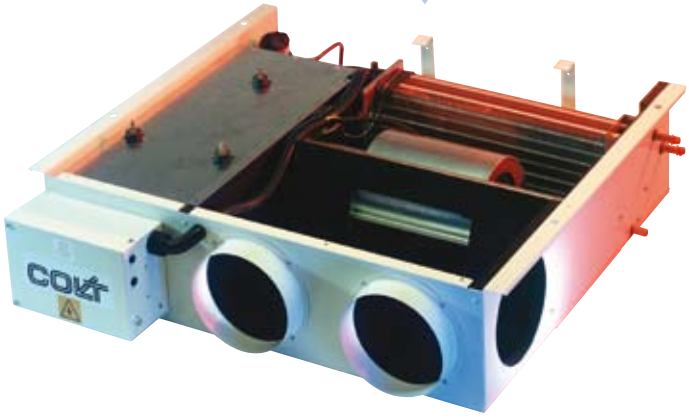
KOELING

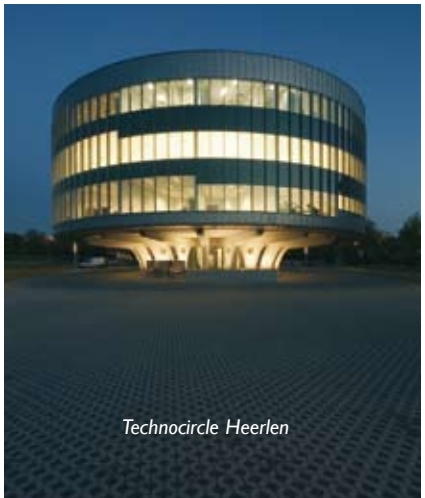
De compressor [1] pompt het hete gas [2] onder hoge druk via de omkeerklep [3] naar de waterzijdige warmtewisselaar [4]. Water [5] vanuit het water-kringloopnet haalt hier warmte uit het hete gas [6], zodat dit gas condenseert tot een vloeistof [7] met een temperatuur, die ongeveer gelijk is aan de retourtemperatuur van het water [8].

Het koelmiddel gaat nu via het capillair [9] naar de luchtzijdige warmtewisselaar [10], waar het expandeert tot nevel/vloeistof met lage druk en lage temperatuur. In de warmtewisselaar wordt deze nevel/vloeistof d.m.v. de langsstromende lucht [11] opgewarmd en verdampt. Door dit proces wordt warmte aan de lucht onttrokken en verandert het koudemiddel in gas [12]. Voor het terug is gepompt naar de compressor, passeert het koudemiddel een filter [13], waarna het proces opnieuw begint.

Het vloeistofvat [14] is vol.







Technocircle Heerlen



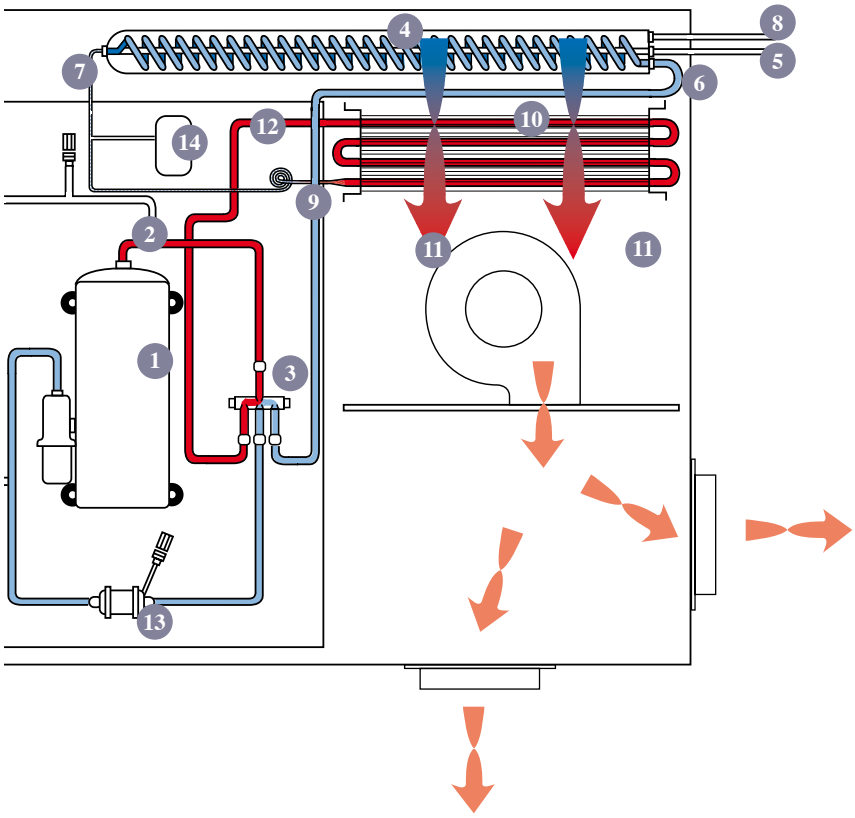
Technocircle Heerlen

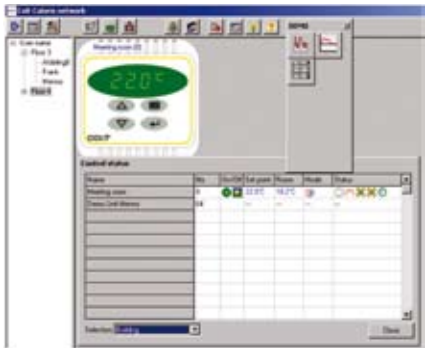
VERWARMING

De omkeerklep [3] is in de verwarmingsstand gekomen door een signaal van de thermostaat. Het hete gas met een hoge druk [2] wordt nu direct uit de compressor [1] in de luchtzijdige warmtewisselaar [10] gevoerd. Hier wordt warmte uitgewisseld met de langsstromende lucht [11] totdat het gas de temperatuur van de lucht aanneemt. Het gas condenseert nu tot een hoge druk vloeistof.

Via het capillair [9] komt het in de waterzijdige warmtewisselaar [4] waar het warmte uit het water [5] opneemt. Het koudemiddel verandert hier in een lage druk gas [6]. Ook nu wordt het weer via een filter [13] teruggevoerd naar de compressor, waarna het proces opnieuw begint.

Het vloeistofvat [14] is nu leeg.





De digitale thermostaat heeft meer functies dan de analoge en biedt optioneel GBS (Gebouwbeheersysteem) mogelijkheden.



Colt Caloris® - de centrale warmtepomp



B CENTRALE WARMTEPOMP

Het doel van de centrale, externe warmtepomp is het handhaven van een watertemperatuur tussen de 15 en 30 °C. Omdat de gebouwmassa helpt deze temperatuur te realiseren, zal de externe warmtepomp beperkt in bedrijf zijn. Dit betekent in de praktijk dat de externe warmtepomp 85% van de tijd stand-by staat.

ZOMERSITUATIE

In de zomersituatie werkt de centrale warmtepomp als een koudwatermachine (chiller), maar dan met een beter rendement. Want, koudwatermachines hebben een werkingsgebied van 5 tot 14°C. Het Colt Caloris systeem start echter pas op bij een watertemperatuur van 28 à 30°C.

Het is veel gemakkelijker om in de zomer water te koelen bij 28°C. Dit betekent een beter rendement en minder draaiuren. Zodra de watertemperatuur is bereikt, schakelt de unit terug naar stand-by en wacht tot het water weer is opgewarmd.

WINTERSITUATIE

In de winter worden de meeste ruimten verwarmd. De lokale warmtepompen halen de energie uit het centrale water-kringloopnet. De temperatuur daarvan zal op een bepaald moment daarvoor niet meer toereikend zijn en dient te worden aangevuld door de centrale warmtepomp. Dit gebeurt door de koude buitenlucht nog verder af te koelen en de energie die daarbij vrijkomt aan het centrale waterleidingnet toe te voegen.

Er is een brede capaciteitopbouw, die van 25 tot een 1000 kW systeemvermogen loopt. Dat maakt vele combinaties mogelijk. Er zijn ook binnenopstellingen beschikbaar, evenals eenheden voor grondwateropslag.



Colt International, Katwijk (N-Br)





Colt Caloris® - Neutraal water-kringloopnet



Nic.Oud Direct Mail, Heerhugowaard

COLT CALORIS NEUTRAAL WATER-KRINGLOOPNET

De basis van het Colt Caloris systeem is het circuleren van normaal water tussen de lokale warmtepompen en de centrale warmtepomp van het gebouw. Dat gebeurt in een neutraal, 2-pijps water-kringloopnet.

Doordat de temperatuur van het watertraject neutraal is, zijn geïsoleerde leidingen niet nodig, net zo min als traditionele koperen of stalen leidingen. Toegepast wordt polyethyleen buis/leidingen, met alle bijkomende financiële en technische voordelen.

Deze leidingen kunnen snel worden gemonteerd, kans op condensatie is er niet.

POLYETHYLEEN LEIDINGEN

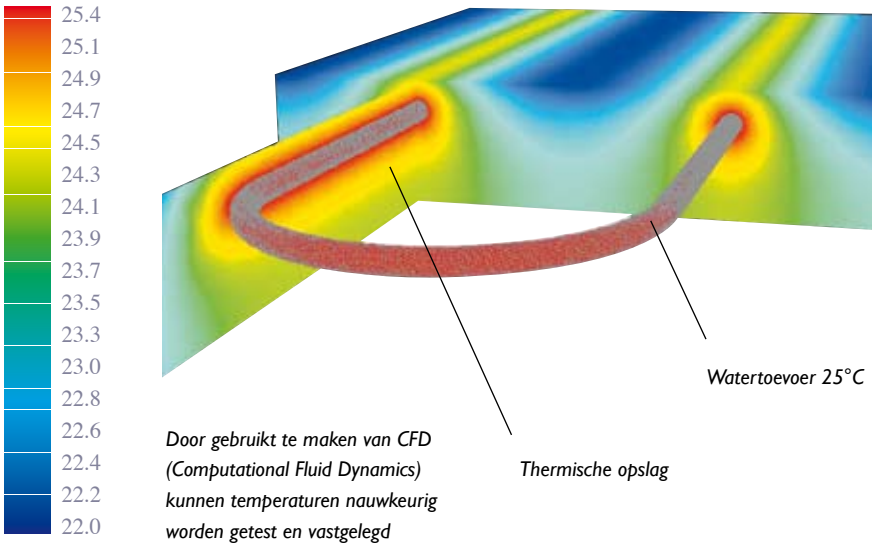
De leidingen voor het water-kringloopnet zijn gemaakt van glad polyethyleen, met een verwachte levensduur van 50 jaar of langer.

Polyethyleen leiding volgens DIN 4726, DIN 2403, DIN 16892/93, Ral 6018 kleur en NEN EN 12318 en NEN 1070.

Polyethyleen leiding heeft vele voordelen:

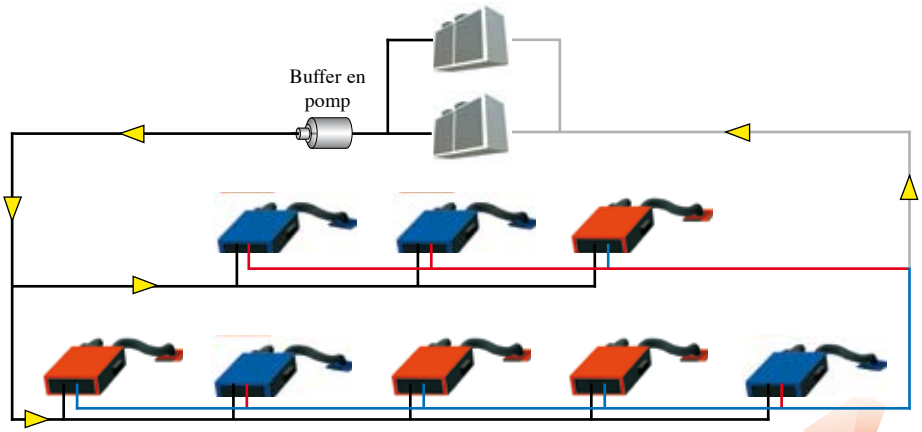
- **Bestand tegen vervorming**
- **Bestand tegen temperatuurwisselingen**
- **Bestand tegen knikken**
- **Lange levensduur**
- **Chemisch bestendig**
- **Corrosie vrij**
- **Schone verbindingstechniek**

De polyethyleen leidingen worden simpel met elkaar verbonden door persverbindingen met fittingen, wat een snelle montage mogelijk maakt.



Door gebruikt te maken van CFD (Computational Fluid Dynamics) kunnen temperaturen nauwkeurig worden getest en vastgelegd

Colt Caloris® - een ‘groen’ en veilig systeem

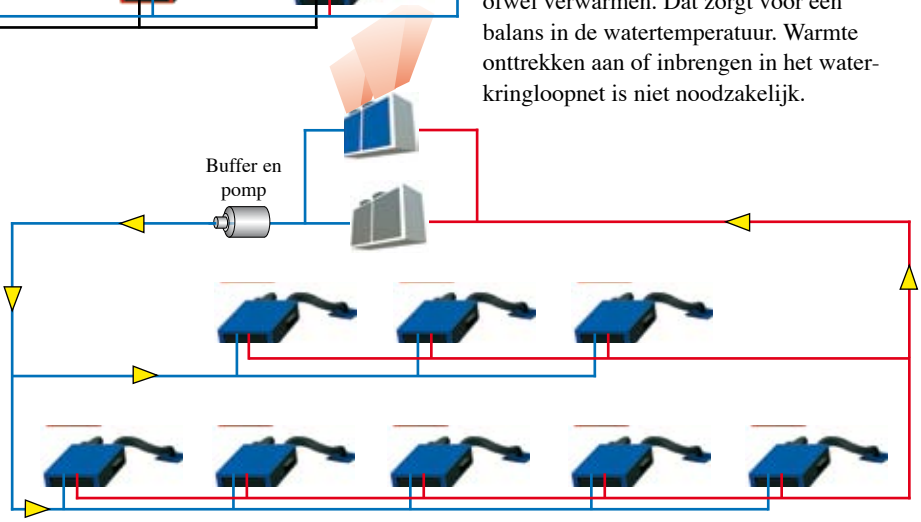


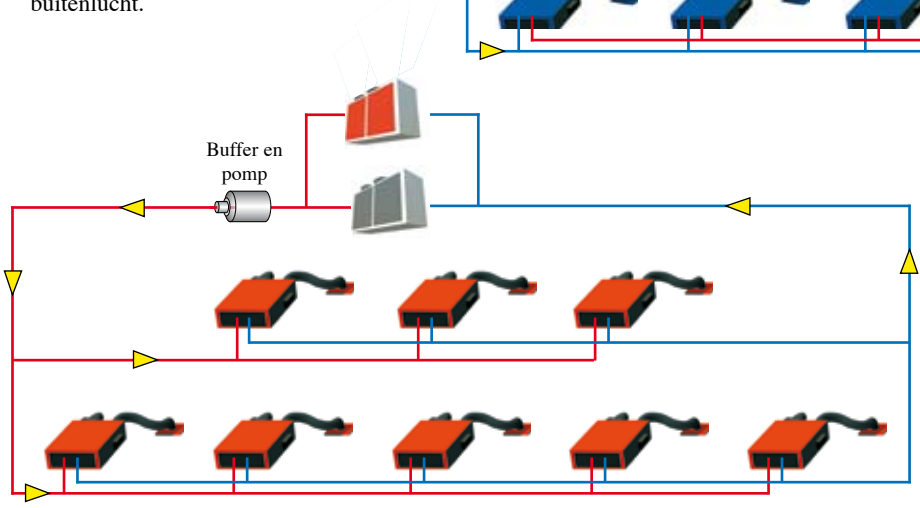
TUSSENSEIZOEN

Gedurende het grootste gedeelte van het jaar zal de centrale warmtepomp niet in werking hoeven te komen om het systeem te corrigeren. Dit is het gevolg van de buffering en de energie-uitwisseling tussen de locale warmtepompen, die ofwel koelen ofwel verwarmen. Dat zorgt voor een balans in de watertemperatuur. Warmte onttrekken aan of inbrengen in het waterkringloopnet is niet noodzakelijk.

ZOMERPERIODE

Wanneer bij hoge buitentemperaturen alle lokale warmtepompen in de koelstand staan, zal de temperatuur in het waterkringloopnet en de buffer stijgen. De centrale warmtepomp is nu nodig om het water in temperatuur te verlagen; de overtollige warmte wordt afgegeven aan de buitenlucht.





WINTERPERIODE

Wanneer bij lage buitencondities in de winter alle lokale warmtepompen in de verwarmingsstand staan, zal het systeem meer warmte kunnen vragen dan het waterkringloopnet op dat moment kan leveren. In die situatie zal de centrale warmtepomp warmte moeten toevoegen.
In tegenstelling tot andere systemen wordt, dankzij de buffer, de locale warmtepomp niet beïnvloed door de ontdooicyclus van de centrale warmtepomp en blijft deze onverkort functioneren!



Bedrijventerrein Meerpaal, Houten met bodemopslagsysteem.

“Moderne warmtepompen reduceren CO_2 uitstoot”

THERMISCHE ENERGIE

De meest ideale situatie doet zich voor wanneer het water-kringloopnet gebruik kan maken van de thermische massa van het gebouw voor energieopslag. De leidingen worden daartoe in de dekvloer van de gebouwconstructie gelegd. Hierdoor zal overdag gebruik worden gemaakt van de koude in de constructie, terwijl ‘s nachts de opgeslagen warmte in het gebouw weer wordt afgestaan aan het water en gebruikt voor verwarming in nacht en ochtend.

Het besparen van energie is bij het ontwerpen van klimaatinstallaties voor de utiliteit en de industrie altijd de filosofie van Colt geweest.

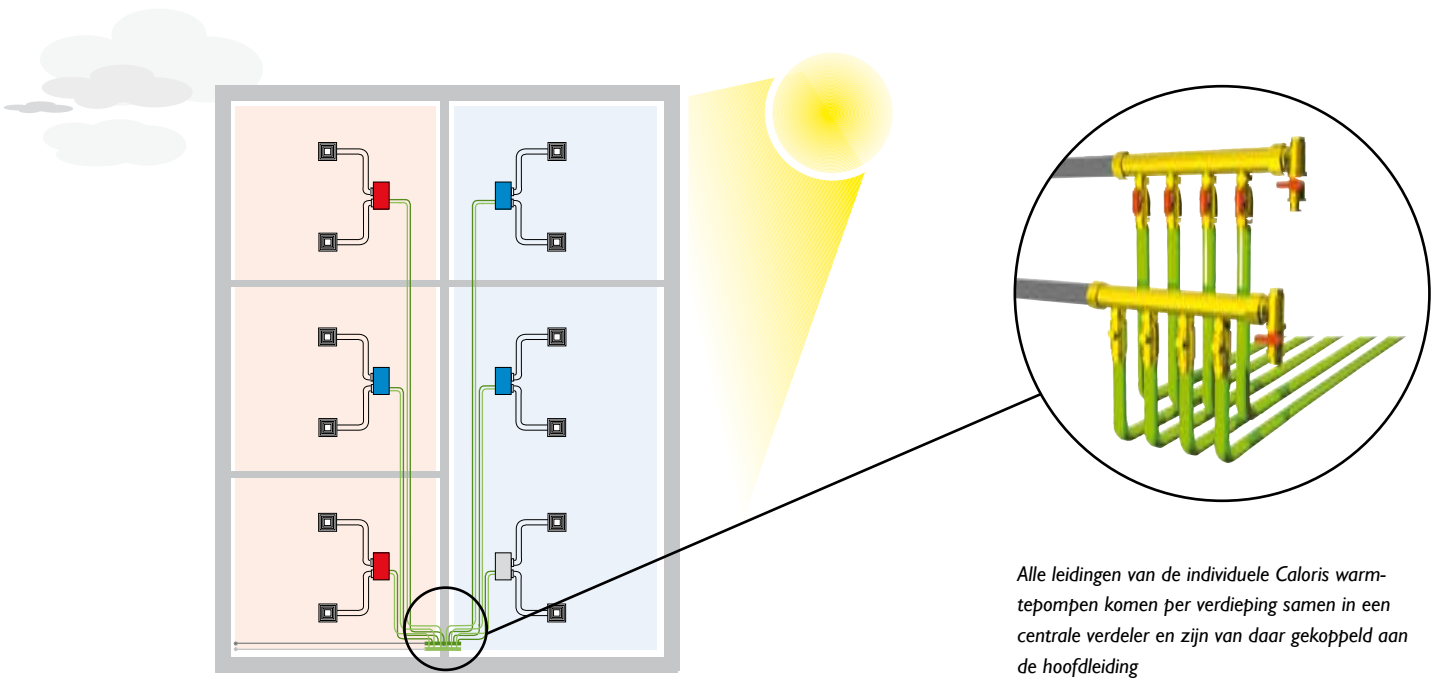
Lokale warmtepompen maken optimaal gebruik van de ruimtes die, door hun gebruik of oriëntatie - bijvoorbeeld op het zuiden - veel warmte aan het watersysteem kunnen afgeven. Andere units, die juist behoefte hebben aan warmte, maken gebruik van deze beschikbare warmte. Hierdoor bent u in staat om energie uit te wisselen door het gehele gebouw.

Colt Caloris is een uniek ‘groen’ en veilig klimaatsysteem.

ANDERE MANIEREN OM DE TEMPERATUUR IN HET WATER-KRINGLOOPNET TE CONTROLEREN

In projecten, waar al voorzieningen zoals cv-ketels, koelmachines of koeltorens proceswater of bodemopslag aanwezig zijn, kan worden afgezien van de centrale warmtepomp en het Caloris systeem worden aangepast aan de bestaande voorzieningen.

Er zijn projecten met een bodemopslagsysteem gerealiseerd die, afhankelijk van de plaatselijke geothermische situatie, het hele jaar het water-kringloopnet op de juiste temperatuur houden.



Alle leidingen van de individuele Caloris warmtepompen komen per verdieping samen in een centrale verdeler en zijn van daar gekoppeld aan de hoofdleiding

Systeemspecificatie



Haasnoot Bruggenbouw BV, Katwijk

SYSTEEMBESCHRIJVING

Colt Caloris wordt geproduceerd door The Colt Group Limited.

Het systeem voldoet aan alle uitgangspunten bij een watertemperatuur tussen 15 en 30 °C. De optimale watertemperatuur bedraagt 20 tot 25 °C.

De juiste watertemperatuur wordt verzorgd door een of meerdere centrale warmtepompen.

Er is geen maximum voor het toe te passen aantal lokale warmtepompen of leidinglengte.

Het water-kringloopnet voor de energieverplaatsing wordt uitgevoerd in ongeïsoleerd polyethyleen.

Het product voldoet aan PED 97/23/EC en aan EN 378:2006.

A LOKALE WARMTEPOMP

De lokale Colt Caloris warmtepomp is geheel zelfvoorzienend.

Elke eenheid is vervaardigd uit gegalvaniseerd staal, met een dikte tot 2 mm, thermisch en akoestisch geïsoleerd en bevat de volgende onderdelen:

Dubbele inlaat centrifugaalventilator met directe aandrijving, voorzien van drie toerentallen en uitgerust met onderhoudsvrije lagers. De uitgebalanceerde ventilator is d.m.v. antitrillingisolatoren bevestigd aan de omkasting.

De verdamper (lucht / koudemiddel) is opgebouwd uit koperen buizen, inwendig gegroefd, met aluminium lamellen en een capillair of expansieventiel.

De waterzijdige warmtewisselaar is gemaakt van een speciaal gevinde en gegroefde, koperen shell-in-tube warmteoverdrager in spiraalvorm.

De roterende compressor is voorzien van speciale antitrilling ophangconstructie die, vibraties voorkomt.

Uitwasbare, lange stand EU3 luchtfilters zijn gemakkelijk uit te nemen.

De thermische en akoestische isolatie van tot 20 mm dikte voldoet aan brandklasse “O”.

Elke eenheid is voorzien van hoge en lage druk beveiliging, waterthermostaat, invriesbeveiliging en thermische beveiligingen op compressor en ventilatormotor.

De installatie is voorzien van 15 mm of ½” koperen aansluitingen voor het waterkringloopnet. De installatie dient voorzien te worden van afsluiters en regelventielen.

De eenheid is zelfontluchtend. De installateur dient het water-kringloopnet te voorzien van ontluchtingsmogelijkheden.

Elke eenheid dient te worden voorzien van een 220 - 240 V / 1 / 50Hz voeding.

De eenheden voldoen aan een COP tijdens koeling van 4.11 tot 5.55 of hoger, getest volgens EN 14511.

De horizontale unit wordt compleet geleverd met een akoestisch uitblaas-plenum, geschikt voor ronde aansluitingen.

De Colt Caloris horizontale units zijn standaard geschikt voor montage in een verlaagd plafond of onder een verhoogde vloer.

De vloermodellen zijn vormgegeven met een aantrekkelijk laag profiel met een stalen omkasting. Kleur RAL9010 met Merlin grijze steunkleur. De bediening kan in het toestel geïntegreerd zijn. Het hooginducerende uitblaasrooster is in 4 uitblaasposities te plaatsen. Het toestel kan direct op de vloer worden geplaatst met luchtaanzuiging aan de voorzijde, verhoogd aan de wand danwel met de optioneel leverbare montagevoetjes. De uitvoeringen zonder deze omkasting lenen zich voor inpassing in gevelconstructies en voor inbouw in architectonisch speciale situaties.





“Alle eenheden zijn fabrieksmatig getest”

B CENTRALE WARMTEPOMP

Deze speciaal gemodificeerde, geluidarme centrale warmtepomp wordt geselecteerd per project en voldoet aan alle systeemparameters.

De centrale warmtepomp is in staat om de watertemperatuur van het water-kringloopnet tussen de 15 en 30 °C te houden, zowel in de zomer- als in de winterperiode.

De centrale warmtepomp is voorzien van koudemiddel R-407C.

Juist omdat de Caloris watertemperaturen zich het hele jaar dicht bij de heersende buitentemperatuur bevinden, bezit de centrale warmtepomp een hogere COP als standaard koudwatermachines en warmtepompen.



C WATERSYSTEEM

Het water-kringloopnet wordt gemaakt van polyethyleen pijpmateriaal, met een verwachte levensduur van minimaal 50 jaar.

Het leidingwerk heeft een dikte van 1,9 mm en een buitenwerkse diameter van 20 mm.

Het leidingwerk voldoet aan de eisen van DIN4726, NEN1006, KIWA en NEN-EN 12318.

Het systeem wordt geleverd inclusief vorstbeveiliging, filter, veiligheidsventielen, manometer, temperatuursensoren, vul- en tapkranen en ontluchting.

Afsluiters voor het reinigen van de waterfilters zijn in het systeem opgenomen.

BEDIENING

Het systeem kan worden voorzien van een digitale of analoge (enkel horizontaal) bediening voor de individuele regeling per ruimte.

Elke eenheid kan individueel worden bediend of in een master / slave opstelling worden aangebracht. Hierbij kunnen maximaal 6 of 16 eenheden op één bediening worden aangesloten.

Elke bediening is voorzien van een aan / uit knop, temperatuurinstelling, functieknop en LED indicatoren.
Een uitgebreid gebouwbeheersysteem is leverbaar.

FABRICAGE

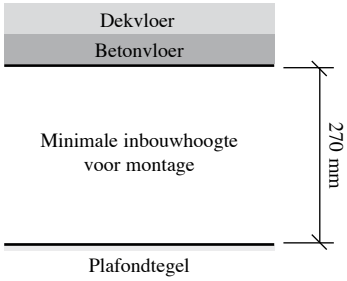
De Colt Caloris warmtepomp wordt gemaakt volgens BS EN ISO9001. Geluidstesten worden uitgevoerd overeenkomstig EN 3741. De capaciteit is getest volgens EN 14511.



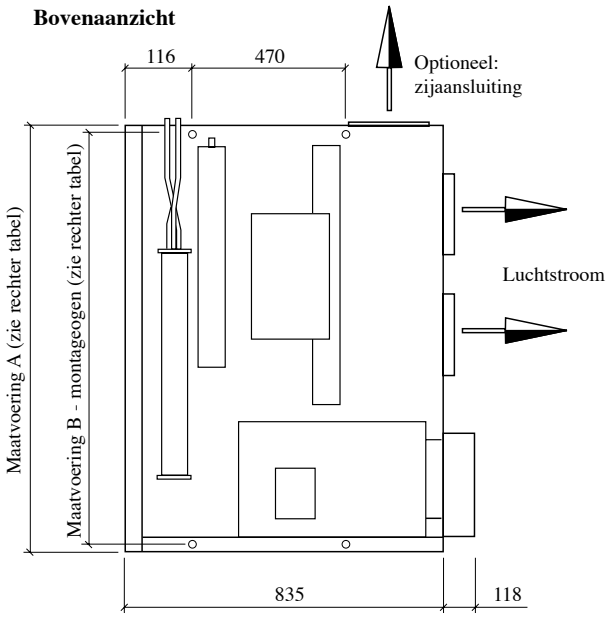
Alle units worden uitvoerig gecontroleerd onder diep vacuüm, 38 bar druk, heliumdetectie en ondergaan een 1-uur durende praktijktest onder zware belasting

Technische gegevens - Afmetingen & Opties

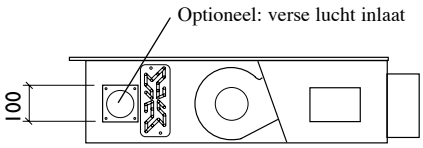




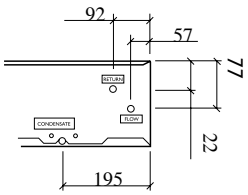
Bovenaanzicht



Dwarsdoorsnede



Wateraansluitingen

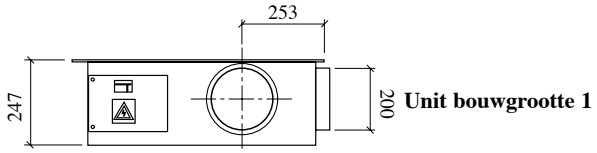


15 mm Ø koperen aansluiting
Uitlaat - (retour)
Inlaat - (aanvoer)

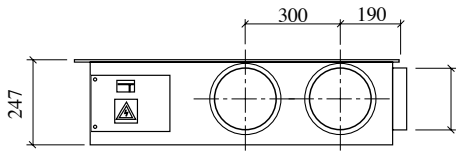
15 mm Ø RVS
Afvoer (condensaat)

Bouwgroottes

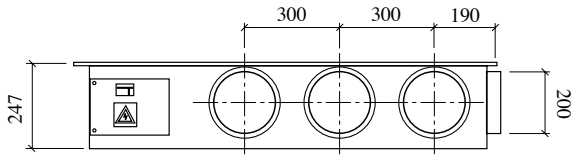
Linkshandige modellen



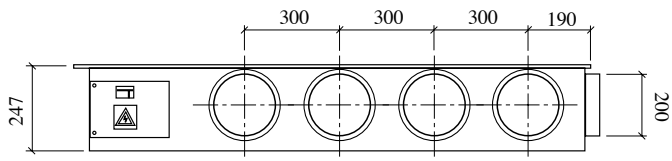
Unit bouwgrootte 1



Unit bouwgrootte 2

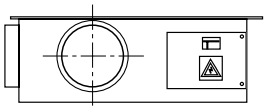


Unit bouwgrootte 3



Unit bouwgrootte 4

Rechtshandig model (alleen bouwgrootte 1)



Standaard slangaansluiting:
200 mm Ø

Optioneel: 250 mm Ø

Optioneel: condenspomp

Ook verticale staande
modellen zijn leverbaar

Technische gegevens - Prestaties Horizontaal

	Bouw-grootte 1	Bouw-grootte 2	Bouw-grootte 3	Bouw-grootte 4
Toepassing	Hotel	Kantoor	Kantoor	Kantoortuin

Koelen prestaties bij 25°C, RV 50%, Water 20/26°C

Koelcapaciteit	1508 W	2230 W	3360 W	4770 W
Compressor opgenomen vermogen	316 W	442 W	572 W	871 W
COP Compressor	4,77	5,05	6,40	5,48
COP volgens EN14511	4,11	4,21	5,55	4,72

	Bouw-grootte 1	Bouw-grootte 2	Bouw-grootte 3	Bouw-grootte 4
Toepassing	Hotel	Kantoor	Kantoor	Kantoortuin

Verwarmen prestaties bij 20°C, Water 20/15°C

Verwarmings-capaciteit	1510 W	2350 W	3370 W	4135 W
Compressor opgenomen vermogen	374 W	543 W	696 W	948 W
COP Compressor	4,04	4,33	4,84	4,36
COP volgens EN14511	3,55	3,72	4,29	3,80

Luchtzijdige warmtewisselaar

Uitvoering	3/8” gegroefd Cu - buis met geprofileerde aluminium lamellen			
Luchtdebiet (slaap)	216 m³/h 60 l/s*	390 m³/h 108 l/s*	420 m³/h 117 l/s*	- - -
Luchtdebiet (standaard	266 m³/h 74 l/s	460 m³/h 128 l/s	720 m³/h 200 l/s	940 m³/h 261 l/s
Luchtdebiet (Turbo)	342 m³/h 95 l/s	520 m³/h 144 l/s	940 m³/h 261 l/s	1260 m³/h 350 l/s
Standaard statische druk	30 Pa	30 Pa	30 Pa	30 Pa
Maximale statische druk	50 Pa	50 Pa	50 Pa	70 Pa
Temperatuur bereik	15 - 30 °C	15 - 30 °C	15 - 30 °C	15 - 30 °C

Waterzijdige warmtewisselaar

Uitvoering	Gevinde en gegroefde Shell-in-tube spiraal			
Water aansluitingen	15mm	15mm	15mm	15mm
Nominaal waterdebiet	0,074 l/s 4,5 l/m	0,106 l/s 6,4 l/m	0,133 l/s 8,0 l/m	0,178 l/s 10,7 l/m
Waterzijdige verschildruk	1,3 kPa	1,5 kPa	2,0 kPa	8,0 kPa
Maximale werkdruk	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
Water inhoud	2,4 L	2,4 L	2,8 L	3,3 L
Temperatuur bereik	12 - 30 °C	12 - 30 °C	12 - 30 °C	12 - 30 °C

Geluidsgegevens (koelbedrijf standaard debiet)

Geluidsvermogen (Lw)	47 dB (A)	49 dB (A)	50 dB (A)	51.5 dB (A)
Geluidsdruknivo (Lp)	31-36 dB (A)	34-38 dB (A)	34-38 dB (A)	35-38 dB (A)
NR waarde	25-30	28-32	29-32	28-31

Warmtepomp

Model	Ultra stille hermetisch horizontaal roterend			
HCFK-vrij groen koudemiddel	R134a	R407C	R410A	R410A
Hoeveelheid koudemiddel	0,40 kg	0,75 kg	1,10 kg	1,35 kg

Afmetingen & Gewicht

Maat A	820	980	1280	1580
Maat B	776	936	1236	1536
Gewicht	72 kg	80 kg	88 kg	108 kg
Uitblaas opties	1,2	1,2,3	1,2,3,4	1,2,3,4,5

Elektrische gegevens

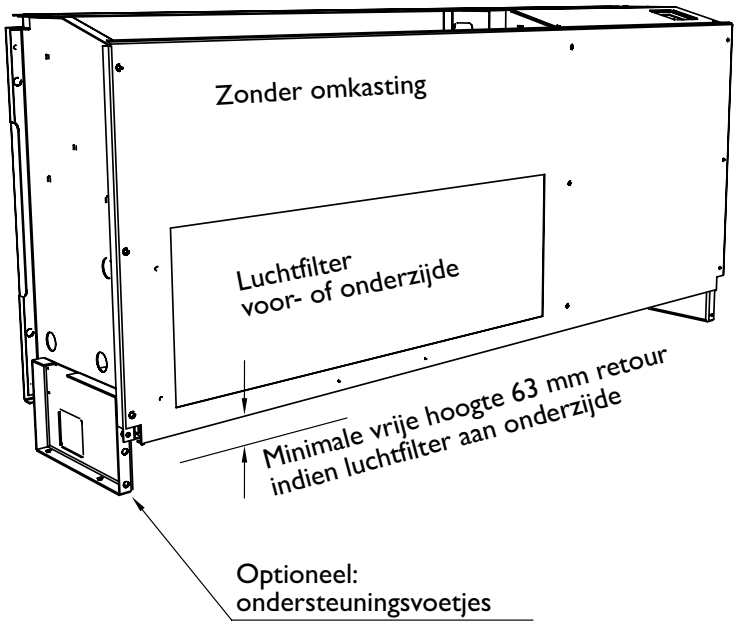
Voedingsspanning (V / ph / Hz)	230/1/50	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Totale aansluit-waarde bij 30°C	0,5 kW	0,7 kW	0,8 kW	1,2 kW
Nominale stroom compressor/fan	1,9 / 0,25 A	2,8 / 0,4 A	3,4 / 0,5 A	5,0 / 0,5 A
Maximale aanloopstroom	16 A	16 A	16 A	19 A
Minimale externe/interne afzekering	10 A	10 A	10 A	10 A
Maximaal aantal eenheden per 16 AT groep	4	3	2	2

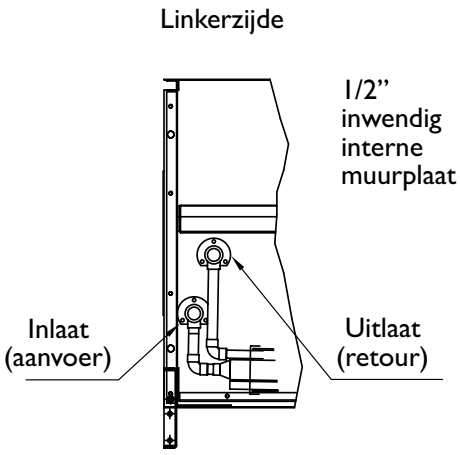
Geluidsgegevens zijn bepaald door Peutz & Associes BV te Mook NL en SRL te UK volgens EN ISO 3741:1999, EN ISO 5135:1999, BS 4856:1997 en Eurovent 8/2-1992. Lp waarden gelden voor een ruimte van passend volume, 0,5 sec nagalmtijd en 8-4 kg/m² plafondmassa.

Capaciteiten zijn gemeten volgens EN14511 bij Eurovent gecertificeerde laboratoria.

* Alleen digitale besturing

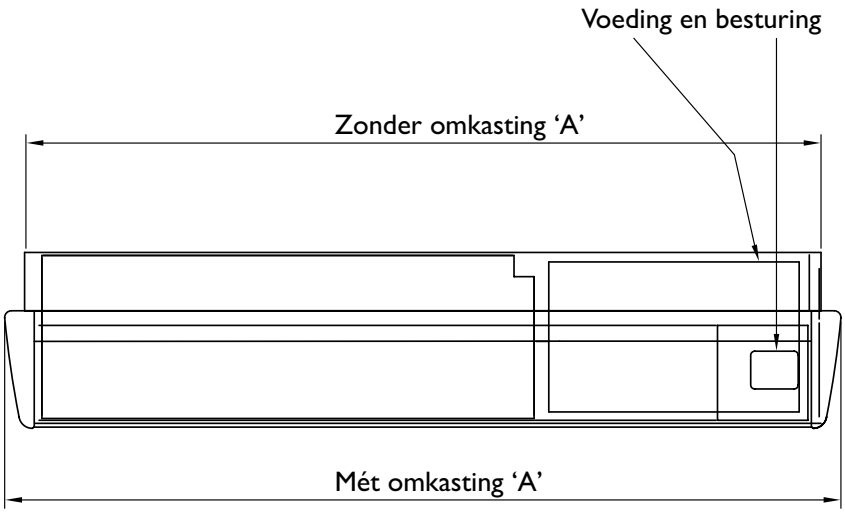
Technische gegevens - Afmetingen & Opties

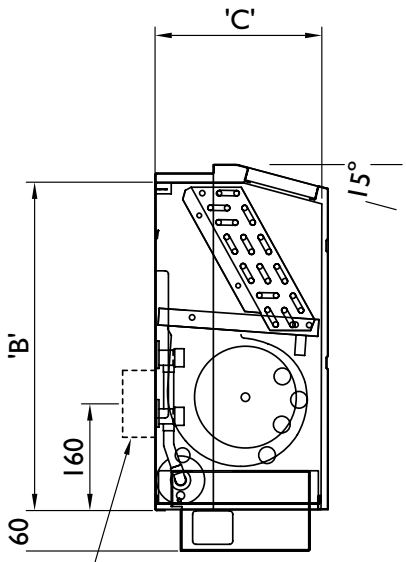


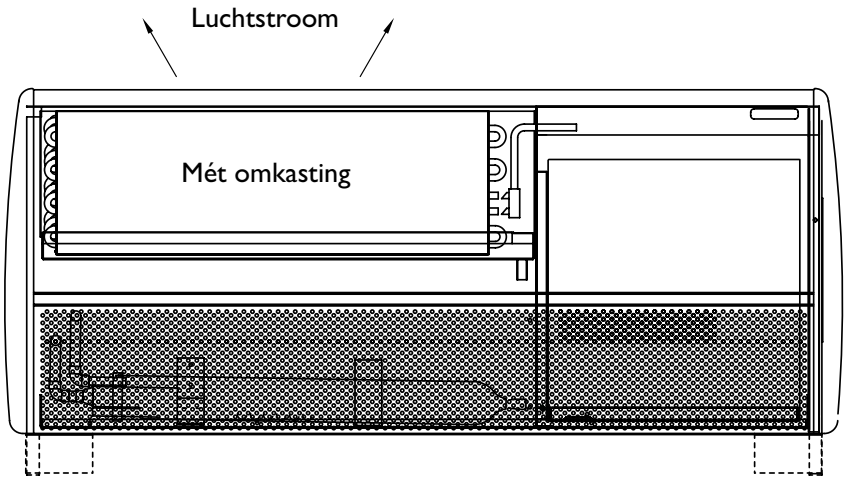


Waterzijdige aansluitingen zijn mogelijk in linker zijpaneel, onderzijde (via voetjes) of de achterzijde.

Er is intern ruimte voor 1/2" flexibele waterslangen, doorstroommeter, kogelkranen en fittingen.







Optioneel:
verse lucht inlaat 100 mm

Technische gegevens - Prestaties Vloermodel

	Bouwgrootte 1	Bouwgrootte 2	Bouwgrootte 3
Toepassing	Hotel/Kantoor	Hotel/Kantoor	Kantoor

Koelen prestaties bij 25°C, RV 50%, Water 20/26°C

Koelcapaciteit	1703 W	2230 W	3360 W
Compressor opgenomen vermogen	450 W	442 W	572 W
COP Compressor	3,78	5,05	6,40
COP volgens EN14511	3,40	4,21	5,55

Luchtzijdige warmtewisselaar

Uitvoering	3/8” gegroefd Cu - buis met geprofileerde aluminium lamellen		
Luchtdebiet (slaap)	250 m³/h 70 l/s	250 m³/h 70 l/s	342 m³/h 95 l/s
Luchtdebiet (standaard	340 m³/h 95 l/s	340 m³/h 95 l/s	670 m³/h 186 l/s
Luchtdebiet (Turbo)	500 m³/h 140 l/s	650 m³/h 180 l/s	972 m³/h 270 l/s
Standaard statische druk	0 Pa	0 Pa	0 Pa
Maximale statische druk	10 Pa	10 Pa	10 Pa
Temperatuur bereik	15 - 30 °C	15 - 30 °C	15 - 30 °C

Geluidsgegevens (koelbedrijf standaard debiet)

Geluidsvermogen (Lw)	50,5 dB (A)	50,0 dB (A)	53,5 dB (A)
Geluidsdruknivo (Lp_3)*	44,5 dB (A)	42,0 dB (A)	45,0 dB (A)
Geluidsdruknivo (Lp_1)**	39,0 dB (A)	38,0 dB (A)	41,5 dB (A)

Afmetingen & Gewicht

Lengte A	1025/967	1250/1192	1375/1317
Hoogte B	519/491	519/491	519/491
Breedte C	259/249	259/249	259/249
Gewicht	61/55	70/63	82/74
	mét omkasting / zonder omkasting		

* Lp_3-waarden zijn indicatief voor een ruimte van passend volume, 0,5 sec nagalmtijd vloerbedekking, geplaatst tegen een wand en 3 meter plafondhoogte en 3 meter afstand.

** Lp_1 vrijeveldconditie op 1 meter afstand.

Capaciteiten zijn gemeten volgens EN14511.

	Bouwgrootte 1	Bouwgrootte 2	Bouwgrootte 3
Toepassing	Hotel	Kantoor	Kantoor

Verwarmen prestaties bij 20°C, Water 20/15°C

Verwarmingscapaciteit	2230 W	2350 W	3370 W
Compressor opgenomen vermogen	600 W	543 W	696 W
COP Compressor	3,72	4,33	4,84
COP volgens EN14511	3,53	3,72	4,29

Waterzijdige warmtewisselaar

Uitvoering	Gevinde en gegroefde Shell-in-tube spiraal		
Water aansluitingen	15mm	15mm	15mm
Nominaal waterdebiet	0,100 l/s 6,0 l/m	0,106 l/s 6,4 l/m	0,133 l/s 8,0 l/m
Waterzijdige verschildruk	1,3 kPa	1,5 kPa	2,0 kPa
Maximale werkdruk	10 bar	10 bar	10 bar
Water inhoud	2,0 L	2,4 L	2,8 L
Temperatuur bereik	12 - 30 °C	12 - 30 °C	12 - 30 °C

Warmtepomp

Model	Ultra stille hermetisch horizontaal roterend		
HCFK-vrij groen koudemiddel	R407C	R407C	R410A
Hoeveelheid koudemiddel	0,49 kg	0,79 kg	1,10 kg

Elektrische gegevens

Voedingsspanning (V / ph / Hz)	230/1/50	230/1/50	230/1/50
Totale aansluitwaarde bij 30°C	0,7 kW	0,7 kW	0,8 kW
Nominale stroom compressor/fan	2,9 / 0,25 A	2,8 / 0,4 A	3,4 / 0,5 A
Maximale aanloopstroom	16 A	16 A	16 A
Minimale externe/interne afzekering	10 A	10 A	10 A
Maximaal aantal eenheden per 16 AT groep	3	3	2

COLT

Industrie

Utiliteit

Advies

Klimaattechniek

Luchtreiniging

Natuurlijke ventilatie

Rookbeheersing en RWA

Glasconstructies
voor daken en gevels

Buitenzonwering

Lamellenroosters

Onderhoud en Renovatie

Onderzoek en Kenniscentrum

Colt International
www.coltgroup.com

Postbus 29
NL-5430 AA Cuijk
Tel. (0485) 39 99 99
Fax (0485) 39 98 50

Postbus 97
NL-8430 AB Oosterwolde (Fr)
Tel. (0516) 52 13 05
Fax (0516) 52 13 93

Postbus 6
NL-2600 AA Delft
Tel. (015) 251 67 67
Fax (015) 257 16 67

Wijzigingen voorbehouden © Colt International Licensing Limited 2007
Hendrix / 3500 / 11.05

AURIS E VOOR DE ZAKELIJKE MARKT

Nefit houdt
Nederland warm



AURIS E
WARMTEPOMP

NEFIT

NEFIT DUURZAAM



Auris elektrische warmte

De Nefit Auris E is een duurzame, energiezuinige en comfortabele systeemoplossing. De types C4, C5 en C7 zijn geschikt voor open bronnen. Speciaal ontwikkeld voor de Nederlandse woningbouwmarkt. De warmtepomp onttrekt warmte uit een collectieve bron. De warmte wordt gebruikt voor ruimteverwarming (bij voorkeur lage temperatuur verwarming) en verwarming van tapwater. De Nefit Auris E is de stilste elektrische warmtepomp van Nederland.



POMPEN



Duurzame warmte uit de aarde
Stijgende energieprijzen. Een klimaat dat zonder ingrijpen hard achteruit holt. Een wereld die een fors lagere CO_2-uitstoot nastreeft. Dat vraagt om écht duurzame systeemoplossingen. De Nefit Auris E haalt maar liefst tot 75 % van haar energie uit aardwarmte. De Auris heeft een COP (Coëfficiënt Of Performance) van 3 tot ruim 5 (zie tabel).

- Duurzame systeem-oplossing
- Energiebesparing tot 75% t.o.v. een HR-ketel
- Stilste elektrische warm-tepomp van Nederland

Groot gemak, continu comfort
De bediening beperkt zich voor gebruikers tot het eenvoudig instellen van de kamerthermostaat. Het resultaat: het comfort van een continue ruimtetemperatuur en een behaaglijk, stabiel binnen-klimaat in ieder jaargetijde.

Passieve koeling
Een warmtepomp biedt extra comfort tijdens de warme zomermaanden. Het opgepompte water is relatief koud en wordt met een regeling gebruikt om het afgiftesysteem tot het gewenste niveau af te koelen. Het resultaat: een temperatuurverlaging in de woning van zo'n 4 °C.



Duurzame oplossing

- Verkrijgbaar in een combi-uitvoering in de typen C4, C5 en C7.
- Met een buffervoorraad van 185 liter water geschikt voor een grote warmwatervraag.
- De stilste elektrische warmtepomp van Nederland.
- Plug & play geleverd, moeiteloos te installeren en nagenoeg onderhoudsvrij.
- Optimale prestaties in combinatie met Lage Temperatuur Verwarming (vloer/wandverwaming).
- Geschikt voor collectieve toepassing: geen rook-gasafvoerleidingen.
- Voorzien van geïntegreerde koeling.
- Speciaal ontwikkeld voor de Nederlandse markt, voldoet aan Nederlandse regelgeving.
- Op basis van Nefit's ervaring op gebied van HR-technologie en gaswarmtepompen.
- Voorzien van kwaliteitskeurmerk St. Warmtepompen Nederland en gelijkwaardigheidsverklaring.
- Vraag de Nefit accountmanagers om nauwkeurige berekeningen en een systeemoplossing op maat.

1 **Driewegklep:** zorgt voor probleemloze omschakeling tussen cv en warm water

2 **Bedieningspaneel:** overzichtelijk en eenvoudig te bedienen

3 **Boiler:** ingebouwde voorraadboiler levert direct warm water

4 **Bijverwarmer:** altijd verzekerd van optimaal warmtecomfort

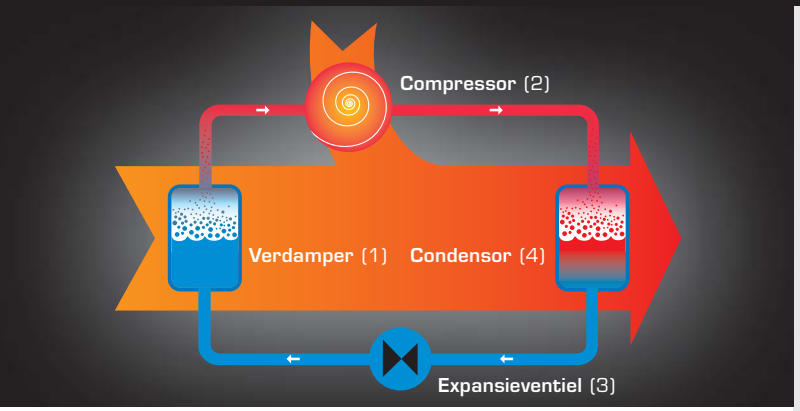
5 **Condensor:** zorgt voor warmteoverdracht van bron naar afgiftesysteem

6 **Geïntegreerde cv-pomp:** zorgt voor circulatie in afgiftesysteem

7 **Besturingsautomaat:** centrale besturing met uitgebreide regelmogelijkheden

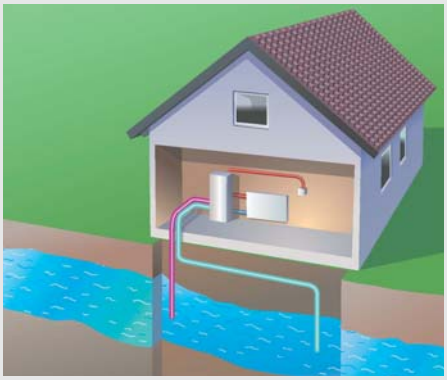
8 **Compressor:** hart van de warmtepomp, betrouwbare kwaliteit





De werking van een warmtepomp

Het hart van de warmtepomp wordt gevormd door een circuit dat gevuld is met een speciale vloeistof, het zogenaamde koudemiddel. In dit koudemiddelcircuit bevinden zich ook de verdamper (1), de compressor (2), het expansieventiel (3) en de condensor (4).
In de verdamper (1) verdampt het koudemiddel door toevoer van relatief warmer grondwater.
De compressor (2) perst het verdampte koudemiddel samen, waardoor de druk stijgt .
In de condensor (4) wordt het verdampte koudemiddel vervolgens weer in vloeistof omgezet, waarbij op een hoger temperatuurniveau energie vrijkomt. De temperatuur is nu voldoende hoog voor het verwarmen van een woning of boilervat.
Het koudemiddel stroomt aansluitend naar het expansieventiel (3), waar de druk verlaagd wordt en het proces opnieuw begint.



Collectief open bronsysteem

Duurzaam proces

Bij een collectief open bronsysteem wordt een 'haalbron' en een 'retourbron' geboord. Het grondwater wordt opgepompt en naar de warmtepomp geleid. De aanwezige energie wordt in de warmtepomp onttrokken en gebruikt voor verwarming of koeling. Hierna wordt het grondwater via de retourbron teruggepompt in dezelfde watervoerende laag, zodat het grondwaterpeil niet verstoord wordt.

Voordelen

De brontemperatuur van een open bron is relatief hoog. Hierdoor heeft de warmtepomp een gunstig rendement (COP). Bovendien worden de kosten voor een collectief bronsysteem verdeeld over de aangesloten installaties.



Advies en ondersteuning door Nefit Service-organisatie

Het juist dimensioneren van een warmtepomp-systeem is een specialisme. In de ontwerpfase moeten alle afzonderlijke systeemcomponenten - de pomp, de bron en het afgiftesysteem - goed op elkaar worden afgestemd, omdat dit het warmtepomprendement in hoge mate bepaalt. Naast de keuze van het type warmtepomp, gaat het om het interpreteren van bodemgegevens, het dimensioneren van het bronsysteem en het afgiftesysteem.
Nefit heeft een team van specialisten dat opdrachtgevers en installateurs gedurende alle fases van het project ondersteunt. Vraag uw Nefit-adviseur om informatie of bel de Nefit Infolijn: 0570-678566 (keuze 5)

Gebruiksvriendelijke regeling

De Nefit Auris E is voorzien van een gebruiks-vriendelijke regeling met uitgebreide mogelijkheden en energiebesparende extra's. Door bijvoorbeeld de warmwatervoorraad 's nachts te verwarmen, wordt automatisch gebruik gemaakt van het voor-delige nachttarief.

De voordelen van Nefit Auris E

- Warmte, passieve koeling en warm water met 75% duurzame energie
- Optimale EPC-reductie en forse verlaging CO_2-uitstoot
- Hoog rendement en niet-seizoensafhankelijk brontype
- Geruisloze, passieve en condensvrije, geïntegreerde koeling
- Stilste warmtepomp van Nederland
- Ruime opstellingsmogelijkheden door handige topaansluitingen
- Onderhoudsarm
- Ondersteuning door Nefit-specialisten


kiwa

Certificaat

Leverancier
Nefit B.V.
Gevestigd te
Zwaluwstraat 1
7400 AA Deventer

Kiwa Gastec Certification verklaart hierbij, dat de warmtepompen, types:

Nefit Auris E C4 OS
Nefit Auris E C5 OS
Nefit Auris E C7 OS

voldoen aan de eisen gesteld in WP-1 : November 2007 en zoals omschreven in contract W07/04, gerechtigd zijn tot het voeren van het hieronder getoonde "Warmtepomp" keurlabel.

De warmtepompen voldoen voor de functies ruimteverwarming, warmtapwaterbereiding en passieve koeling met water als brenmedium.

GASTEC

WARMTEPOMP KEUR

Keurmerk

De Nefit Auris E voldoet aan de eisen van Stichting Energie Prestatie Keur (EPK) en is voorzien van het kwaliteitskeurmerk Warmtepompkeur van Kiwa Gastec Certification. Dit keurmerk garandeert de kwaliteit en energiezuinigheid.

Type Auris E		C4	C5	C7
Bedrijf water/water				
Nominaal afgegeven vermogen (10/35)[1]	kW	5,76 (14,8)	6,71 (15,7)	8,21 (16,6)
Nominaal afgegeven vermogen (10/50)[1]	kW	5,46 (14,4)	6,56 (15,6)	7,65 (16,7)
Nominaal opgenomen elektrisch vermogen (10/35)	kW	1,10	1,30	1,41
Nominaal opgenomen elektrisch vermogen (10/50)	kW	1,43	1,80	2,01
COP (10/35) volgens EN 255		5,27	5,02	5,39
COP (10/50) volgens EN 255		3,76	3,60	3,80
Bronvloeistof				
Minimale doorstroming (beveiliging waarde)	m³/h	0,65	0,76	0,86
Nominale doorstroming (△T = 4 K)	m³/h	0,97	1,12	1,4
Doorstroming (△T = 5 K)	m³/h	0,79	0,90	1,08
Drukverlies bij nominale doorstroming (△T = 4 K)	kPa	28	34	35
Drukverlies bij doorstroming (△T = 5 K)	kPa	23	26	27
Maximale werkdruk	bar	6	6	6
Aanvoer brontemperatuur	°C	+8 tot +20	+8 tot +20	+8 tot +20
Minimale uittrede temperatuur (beveiliging waarde)	°C	4,00	4	4
Cv				
Nominale volumestroom (△T = 7 K)	m³/h	0,68	0,83	0,94
Minimale volumestroom (△T = 10 K)	m³/h	0,47	0,58	0,65
Toegestaan extern drukverlies bij nominale doorstroming (△T = 7 K)	kPa	34	30	30
Toegestaan extern drukverlies bij doorstroming (△T = 10 K)	kPa	40	34	33
Max. toegestane bedrijfsdruk	bar	3	3	3
Max. aanvoertemperatuur	°C	60	60	60
Minimale vrije systeeminhoud	l	125	160	180
Koeling				
Anti-condensregeling[2]	°C	18	18	18
Materiaal koeler		RVS	RVS	RVS
Koelvermogen	kW	2,82	3,1	3,1
Tapwater				
Opwarmtijd (door warmtepomp)	uur;min	1;44	1;31	1;15
Boiler inhoud (nuttige inhoud)	l	185 (170)	185 (170)	185 (170)
Stilstandverliezen	W	39,4	39,4	39,4
Maximale tapwatertemperatuur zonder elektrische bijverwarming	°C	55	55	55
COP op tapwater		2,41	2,45	2,45
Compressor				
Type		Scroll	Scroll	Scroll
Massa koudemiddel (R134A)	kg	1,35	1,4	1,5
Geluidsvermogen (ISO 9614-2)/Geluidsdruk	dB(A)	44/28	46/30	46/30
Elektrische aansluitwaarden				
Elektrische spanning		400V, N (3 x 230)	400 V, N (3 x 230)	400 V, N (3 x 230)
Frequentie	Hz	50	50	50
Zekering, traag; bij (elektrische) bijverwarming 3 of 6 kW/9 kW	A	16/20	16/20	16/20
Beveiligingsklasse	IP	IP21	IP21	IP21
Algemeen				
Toegestane omgevingstemperaturen	°C	0 tot 45	0 tot 45	0 tot 45
Afmetingen (breedte x diepte x hoogte)	mm	600 x 600 x 1.770	600 x 600 x 1.770	600 x 600 x 1.770
Gewicht (zonder verpakking)	kg	220	225	230
Aansluitingen				
Aansluiting cv	mm Cu	22	22	22
Aansluiting tapwater	mm Cu	22	22	22
Aansluiting bron (bron dient altijd geïsoleerd te worden)	mm Cu	28	28	28
Kwaliteitskeur Warmtepompen				
Ruimteverwarming		ja	ja	ja
Ruimtekoeling (passief)		ja	ja	ja
Warmtapwater		ja	ja	ja

1) Waarden tussen haakjes: max. verwarmingsvermogen inclusief 9 kW-bijverwarming

2) Alleen compressor

AURIS E VOOR DE ZAKELIJKE MARKT

Nefit B.V. Postbus 3, 7400 AA Deventer. Infolijn: 0570 - 67 85 66. Fax: 0570 - 67 85 86.
E-mail: voorlichting@nefit.nl Internet: www.nefit.nl/professioneel

Jobnr. 520 0109.3

Bijlage 4:

4a-b. Constructieberekeningen
4c. Materiaalspecificaties

Bijlage 4a Berekening kanaalplaatvloer op kalkzandsteenwand

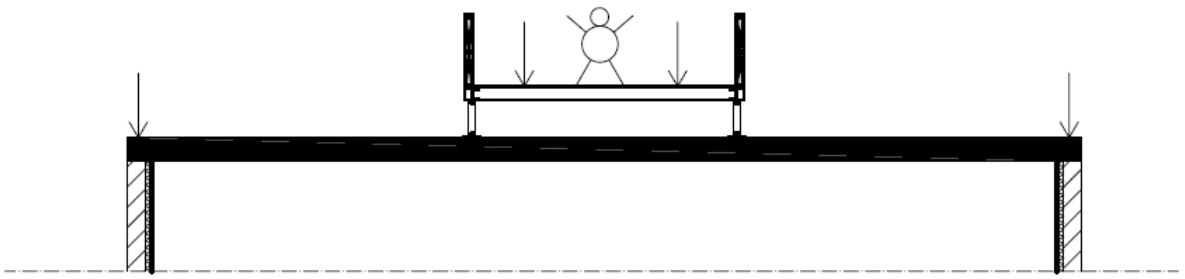
Benodigde gegevens:

- Overspanning kanaalplaatvloer: 15,9 m
- Eigen gewicht kanaalplaatvloer: 548 kg/m^1
- Oppervlakte oplegging per m^1: 1000 x 300 = 300.000 mm^2
- Maximaal op te nemen kracht kalkzandsteen: 12N/mm^2
- Veranderlijke belasting (brug): 5kN/m^2 (NEN-EN 1991-1-1 Algemene belastingen tabel NB.1, klasse C)

De krachten die op de vloer drukken zijn de krachten van de brug. In NEN-EN 1991-1-1 is bepaald dat deze krachten 5 kN/m^2 zijn. Deze krachten worden worden afgedragen op twee punten, de helft van de krachten op de ene kalkzandsteenwand en de andere helft van de krachten op de andere kalkzandsteenwand. Dit zelfde geldt voor de krachten van het eigen gewicht van de kanaalplaatvloer.

Er wordt berekend of de kalkzandsteenwand sterk genoeg is om de krachten te kunnen dragen.

In de onderstaande afbeelding is de situatie schematisch weergegeven.



De kalkzandsteenwand kan 12 N/mm^2 opnemen. De kracht die op de wand komt moet kleiner zijn dan dit getal. De eerste stap om dit te bepalen is het bepalen van de krachten.

Krachten afkomstig van de kanaalplaatvloer:

1. De overspanning bedraagt 15,9 m en het gewicht van de kanaalplaatvloer is 548 kg.
2. (15,9/2) x 548 kg = 4356,6 kg
3. Er wordt een veiligheidsmarge ingebouwd. Voor permanente belastingen wordt de kracht vermenigvuldigt met 1,35. Het wordt dus 4356,6 x 1,35 = 5881,41 kg
4. De kracht is nu berekend in kilogram, dit wordt omgerekend naar newton. Eén kilogram is 10 Newton. 5881,41 kg = 588,141 N

Krachten afkomstig van de brug:

1. Deze krachten zijn veranderlijke belastingen. NEN-EN 1991-1-1 heeft bepaald dat voor bijeenkomst van mensen dit 5 kN/m^2 bedraagd.
2. De breedte van de brug is 4,417 meter.
3. (4,417/2) x 5 = 11,04 kN
4. De veiligheidsmarge voor veranderlijke belastingen is 1,5 maal de kracht. Dit wordt dus 11,04 x 1,5 = 16,56 kN
5. Dit wordt omgerekend naar Newton. Eén kN is 1000 N. 11,04 kN = 11040 N.

Totale krachten:

In totaal drukt er 11625,141 N op een strekkende meter van het kalkzandsteen. Om te bepalen of het kalkzandsteen dit aankan, wordt dit gedeeld door het oppervlak van de strekkende meter, dit is 300.000 mm^2. Dit levert op 11625,141/300.000 = 0,04 N/mm^2. De kalkzandsteenwand kan 12 N/mm^2 aan. De krachten afkomstig van de kanaalplaat en de brug kan de wand gemakkelijk aan.

Bijlage 4b Berekening stalen hoofdligger

Een alternatief voor het dak van de grote zaal is in plaats van kanaalplaatvloeren, stalen liggers te gebruiken waartussen gelamineerde liggers komen te liggen die als onderconstructie voor de vloer dienen.

In deze bijlage wordt de afmeting van de stalen hoofdligger berekend.

Benodigde gegevens:

- Hart op hart afstand liggers: 5 meter
- Overspanning ligger: 15,9 meter
- Puntlasten op vloer: 5 kN/m^2 (NEN-EN 1991-1-1, tabel NB.1)
- Eigen gewicht van dak: 0,36 kN/m^2 (Tabellenboek voor Bouw- en waterbouwkundigen, tabel 4.16

De **eerste stap** is het bepalen van de krachten die op de stalen ligger komen per strekkende meter, dit zijn het eigen gewicht van het dak en de puntlasten vanaf de brug.

Eigen gewicht dak = $q_{eg,\ rep}$ = eigen gewicht dak x h.o.h. = 0,36 x 5 = **1,8 kN/m^1** (permanente belasting)

F = gewicht van de personen x (1/2 x breedte brug) x h.o.h. = 5 x (1/2 x 4,417) x 5 = **55,25 kN** (veranderlijke belasting)

Stap twee is het bepalen van het moment.
‘
Het bepalen van het moment voor de permanente belasting gaat met de formule:
Md;q = (1/8) x (q*1,35) x lengte2 = (1/8) x (1,8*1,35) x 15,92 = 76,79 kNm

Het bepalen voor het moment voor de veranderlijke belasting gaat met de formule:
Md;F = (F x (a/2)) x 1,5 = (55,25 x (5,7415/2)) x 1,5 = 237,9 kNm

Er zijn in totaal twee puntlasten. Voor één puntlast is het moment berekend. Om het totale moment van de puntlasten te berekenen wordt Md;F vermenigvuldigt met 1,5.
Md;F;totaal = 1,5 x 237,9 = 365,85 kNm

Door de momenten bij elkaar op te tellen wordt Md;totaal berekend.
Md;totaal = Md;q + Md;F;totaal = 76,79 + 365,85 = 442,64 kNm

Stap 3 is het bepalen van het weerstandsmoment. Met dit weerstandsmoment kan er een profiel worden gekozen voor de stalen ligger.

Het weerstandmoment wordt bepaald door het moment te delen door de vloeigrens van staal. Hiervoor moet het moment omgerekend worden naar Nmm. 442,64 kNm = 442.640.000 Nmm

Md;totaal / fyd = 442.640.000 / 235 = 1883,6 * 10^3 mm^3 → HE360A profiel (tabellenboek voor Bouw- en waterbouwkundigen, tabel 10.40)

Om te controleren of de kalkzandsteenwand de ligger aan kan, wordt de spanning op het opleggingspunte berekend. Het oppervlak van de oplegging is dikte van de muur x breedte ligger. De muur is 300 mm dik, de ligger is 300 mm breed. Het oppervlak is 90.000 mm^2.

Eerst moet de reactiekracht worden bepaald. R;d = 1,5 x F + ((15,9/2) x q x 1,35)

R;d = 1,5 * 55,25 + ((15,9/2) x 1,8 x 1,35) = 102,2 kN = 102.200 N

De spanning is R;d / oppervlak = 102.200 / 90.000 = 1,13 N/mm^2. De kalkzandsteenmuur kan 12 N/mm^2 opnemen. Het is geen probleem om de stalen ligger in de wand op te leggen.

Stap 4. De stalenligger wordt opgelegd 'in' de kakzandsteenwand. Het lijf van de ligger oefent druk uit op het kalkzandsteen, waardoor er scheuren kunnen ontstaan in de muur. Om dit te voorkomen wordt er onder de ligger, ter plaatse van de oplegging, een stalen plaatje gemonteerd, die de druk krachten over het gehele oppervlak van de oplegging verdeeld.

Het moment wordt berekend met de formule M = (q x l^2) / 2

De lengte is 150 mm (er wordt immers in het midden op de plaat gedrukt) Het moment is:
(1,13 x 0,15^2) / 2 = 0,013 kNm. Dit is 13.000 Nmm

Het weerstandmoment wordt 13.000 / 235 = 56 mm^3

De hoogte van het plaatje wordt berekend met de formule W = (1/6) x b x h^2

56 = (1/6) x 300 x h^2 → h = 1,06 mm.

Er wordt gekozen voor een plaat van 5 mm.

Technische data
Vellingblokken en -elementen

silka

	Afmetingen (lxbxh) in mm	Gewicht per stuk in kg circa	Aantal per m²	Kg lijmmortel per m² (excl. morsverlies) Verlijmde stootvoeg?	
				Ja	Nee
Silka vellingblokken CS12 (*)					
V67/298	437 x 67 x 298	14	7,6	1,4	0,8
V100/148	437 x 100 x 148	12	15,2	4,0	2,7
V100/198	437 x 100 x 198	14	11,4	3,2	2,3
V100/298	437 x 100 x 298	22	7,6	2,4	1,5
V120/148	297 x 120 x 148	9	22,2	5,5	3,2
V120/198	297 x 120 x 198	12	16,7	4,8	2,4
V150/148 [297]	297 x 150 x 148	11	22,2	7,7	5,6
V150/148 [437]	437 x 150 x 148	17	15,2	5,7	4,2
V150/198	297 x 150 x 198	15	16,7	5,9	3,2
VE150/598	897 x 150 x 598	138	1,85	2,1	1,4
V150/298	437 x 150 x 298	34	7,6	4,3	2,8
V214/98	297 x 214 x 98	10	33,3	12,7	8,5
V214/148	297 x 214 x 148	17	22,2	11,3	6,6
V214/298	437 x 214 x 298	48	7,6	5,9	3,8
VE214/598	897 x 214 x 598	197	1,85	3,1	2,1
VE300/598	897 x 300 x 598	277	1,85	4,5	3,0

V67/98, V120/148 en V120/198 uitsluitend leverbaar in CS 12
Alle vellingelementen uitsluitend leverbaar in CS12

	Afmetingen (lxbxh) in mm	Gewicht per stuk in kg circa	Aantal per m²	Kg lijmmortel per m² (excl. morsverlies) Verlijmde stootvoeg?	
				Ja	Nee
Silka vellingpasblokken CS12 (*)					
VP100/148/214	214 x 100 x 148	6	n.v.t.	4,0*	2,7*
VP100/148/433	433 x 100 x 148	12	n.v.t.	4,0*	2,7*
VP100/198/214	214 x 100 x 198	7	n.v.t.	3,2*	2,3*
VP100/198/433	433 x 100 x 198	14	n.v.t.	3,2*	2,3*
VP100/298/214	214 x 100 x 298	11	n.v.t.	2,4*	1,5*
VP100/298/433	433 x 100 x 298	23	n.v.t.	2,4*	1,5*

(*) Genormaliseerde druksterkte volgens NEN EN 771-2

Technische data
Vellingblokken en -elementen

silka

	Afmetingen (lxbxh) in mm	Gewicht per stuk in kg circa	Aantal per m²	Kg lijmmortel per m² (excl. morsverlies) Verlijmde stootvoeg?	
				Ja	Nee
Silka vellingkimblokken CS12 (*)					
V-kim 67/98/437	437 x 67 x 98	5,0	n.v.t.	1,4*	0,8*
V-kim 100/98/437	437 x 100 x 98	7,5	n.v.t.	2,4*	1,5*
V-kim 150/98/437	437 x 150 x 98	11,2	n.v.t.	5,7*	4,2*
V-kim 150/98/297	297 x 150 x 98	7,6	n.v.t.	5,7*	4,2*
V-kim 214/98/437	437 x 214 x 98	16,0	n.v.t.	5,9*	3,8*
V-kim 214/98/297	297 x 214 x 98	10,9	n.v.t.	5,9*	3,8*

(*) Genormaliseerde druksterkte volgens NEN EN 771-2

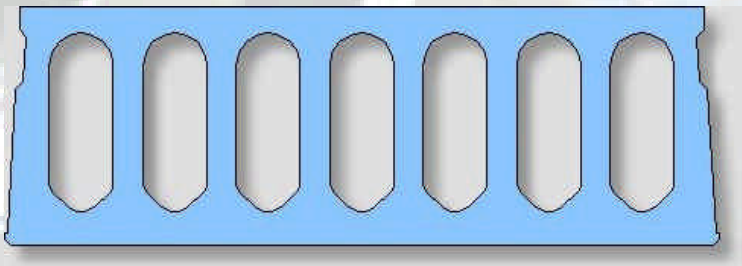
Brandwerendheid met betrekking tot de scheidende functie*		
Type kalkzandsteen	Wanddikte	Brandwerendheid
Alle typen	100	> 90
	120	> 120
	150-175	> 200
	>214	> 360

Dilatatieafstanden blinde wanden	
Wanddikte (mm)	Wandlengte tussen dilataties (m)
67 (altijd niet-dragend)	max. 4
100-150	max. 6
214 en 300	max. 7

Dilatatieafstanden woningscheidende wanden*	
Opbouw woningscheidende wand (mm)	Wandlengte tussen dilataties (m)
120 - 60 -120	max. 6
150 - 50 -150	max. 6
300	max. 7

* bij woningscheidende wanden die uitgevoerd worden in elementen, kunnen in bepaalde situaties grotere dilatatie-afstanden worden aangehouden

Kanaalplaatvloer 400

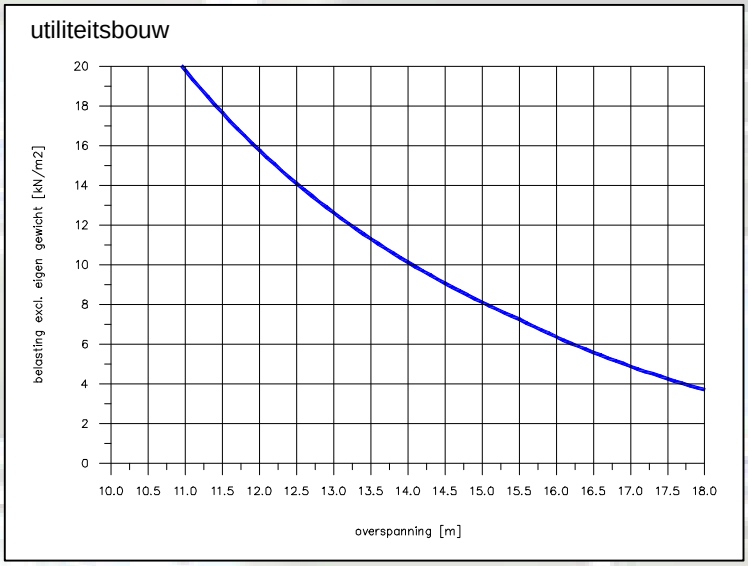


Plaatvloeren zijn vrijdragende voorgespannen systeemvloeren voor toepassing in woning- en utiliteitsbouw. Ook geschikt voor toepassing in bijzondere projecten. Geen montagejukken en geen bekisting nodig. De onderzijde van de platen is glad en geschikt voor bijvoorbeeld spuitwerk.

Gewicht inclusief voegvulling	**548 kg/m2**
Milieuklasse	**XC1, XC3**
Brandwerendheid	**max. 120 minuten [1]**
Maximum plaatlengte	**18,00 m**
Pasplaatbreedte	**300 + (nx150) mm**
Voegvulling	**15,8 l/m**
Sterkteklasse	**C45/55**
Betondoorsnede	**259249 mm2**
Zwaartepunt betondoorsnede	**191,31 mm**
Traagheidsmoment	**4857,19 x 10^6 mm4**
Oppervlakte-beoordelingsklasse	**A, conform NEN 6722:2002 (op elementbasis)**
Oppervlakte bovenzijde	**normaal/ruw**
Betonpuingranulaat	**20% op aanvraag**

[1] Brandwerendheid per project rekenkundig te bepalen volgens NEN 6071

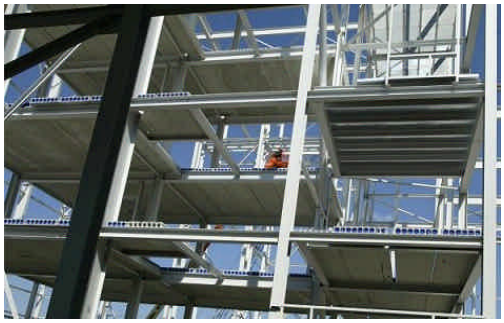
Draagvermogen



Kanaalplaatvloeren

Een verdiepingsvloer met ‘kanalen’ voor de woning- en utiliteitsbouw, waardoor een gewichtsbesparing van 40% ten opzichte van een massieve vloer wordt bereikt. Voor het maken van trapgaten heeft VBI een verholen raveelijzer ontwikkeld. Dit steekt niet langer ontsierend door in de naastliggende ruimte. Met de voorgespannen kanaalplaatvloer kan een veel grotere overspanning worden gerealiseerd dan bij traditioneel gewapend beton.







Bijlage 5:

5a. Kwaliteitscriteria tekenwerk
5b. Detailtekeningen
5c. Plattegronden, doorsneden en gevels

Bijlage I

Bouwkundig tekenwerk

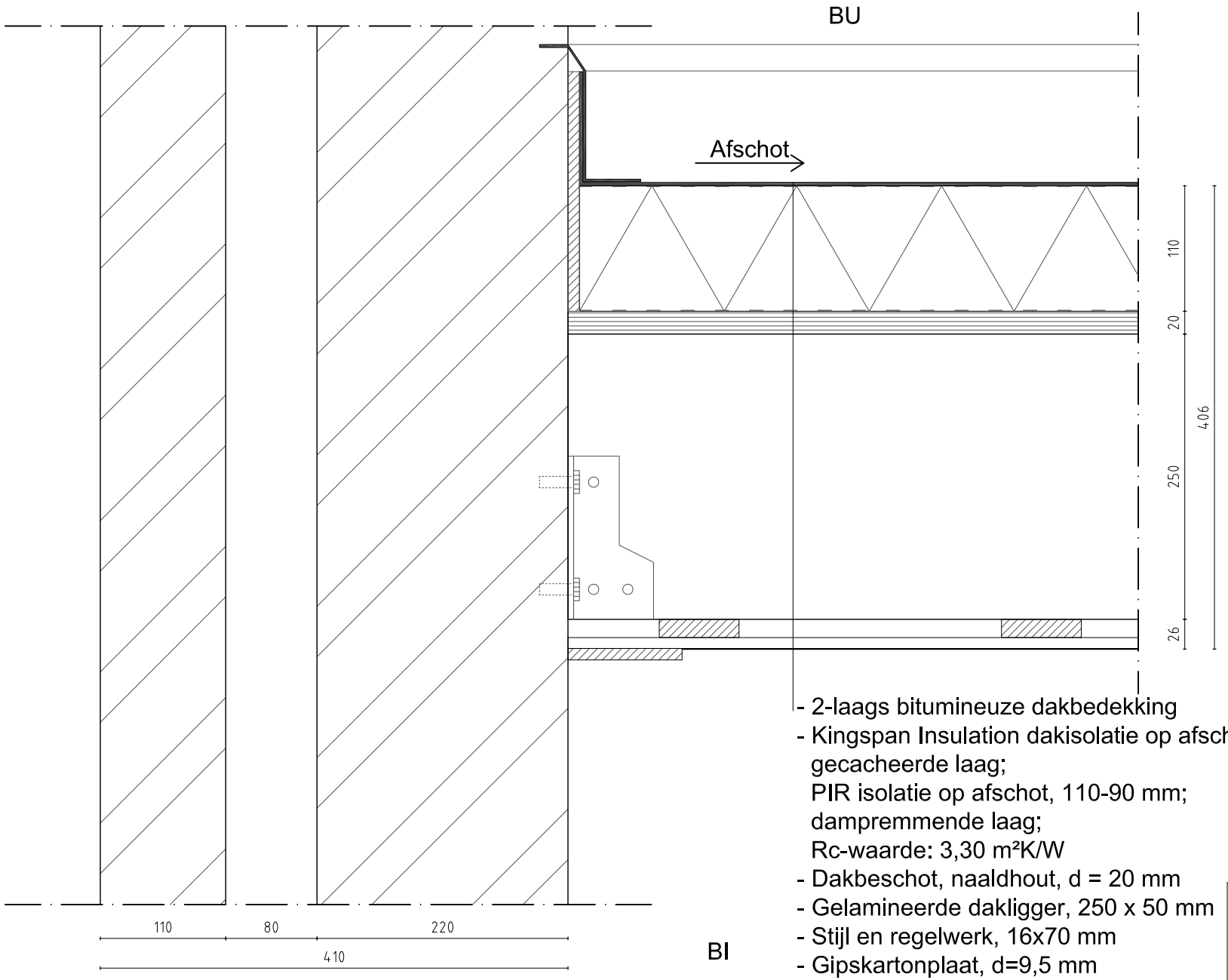
Plattegronden

			VO	DO	BE	WE
Voorkeurschaal		1:200	x	x	x	
		1:100	x	x	x	
		1:50				
Algemene Informatie	-	positionering van gebruikersfuncties in onderling verband	x	x		
	-	globale ruimtelijke indeling en compositie	x			
	-	ruimtelijke structuur en vaste inrichtingselementen		x		
	-	ruimtelijke reservering van hoofddraagconstructies	x			
	-	plaats en afmeting van bouwdelen		x		
	-	ruimtelijke reservering van installaties	x			
	-	ruimtelijke integratie van constructies en installaties		x		
	-	indeling			x	
	-	inrichting (vast en los)			x	
	-	specificaties van ruimten en bouwdelen			x	
	-	ruimtebenaming -nummering en oppervlak			x	
	-	ruimtelijke reservering van constructies en installaties			x	
Maatvoering	-	stramienen	x	x	x	
	-	systeemlijnen			x	
	-	peilmaten vloerniveaus	x	x	x	
	-	hoofdafmetingen gebouw	x	x	x	
	-	deelmaatvoering ruimten en bouwdelen			x	
Specifieke Informatie	-	verwijzingen naar				
		doorsneden	x	x		
		fragmenten en details		x		
		trappen			x	
	-	ruimtebenamingen en nummering		x		
	-	draairichting deuren		x	x	
	-	trappen en hellingbanen (looplijnen)	x	x	x	
	-	vloerranden en balustraden			x	
	-	leidingschachten		x	x	
	-	gebouwdilataties		x	x	
	-	kozijnmerken			x	
	-	afwerkingen van vloeren, wanden, plafonds en trappen			x	
	-	specifieke installatieonderdelen:				
		sanitair, meterkasten, trafo, liften, roltrappen	x	x	x	
		hwa, riolering, drainage, vet- en olieafscheiders,		x	x	
		droge blusleiding, gaskast, c.v., hydrofoor,		x	x	
		sprinkler, LAN, SER, MER, kruipluiken		x	x	
		koelmachines, watermeterruimte,			x	
		gevelreiniging, luchtbehandeling			x	
	-	specifiek voor dakplattegrond:				
		opstortingen en verhogingen, roosters, daklichten, dakluiken		x	x	
		liftmachinekamers, glazenwasinstallatie,		x	x	
		afschot, spuwers, afvoeren		x	x	
		dakrandbreedtes en -hoogten, hijsluiken, tegelpaden		x	x	

Bouwkundig tekenwerk

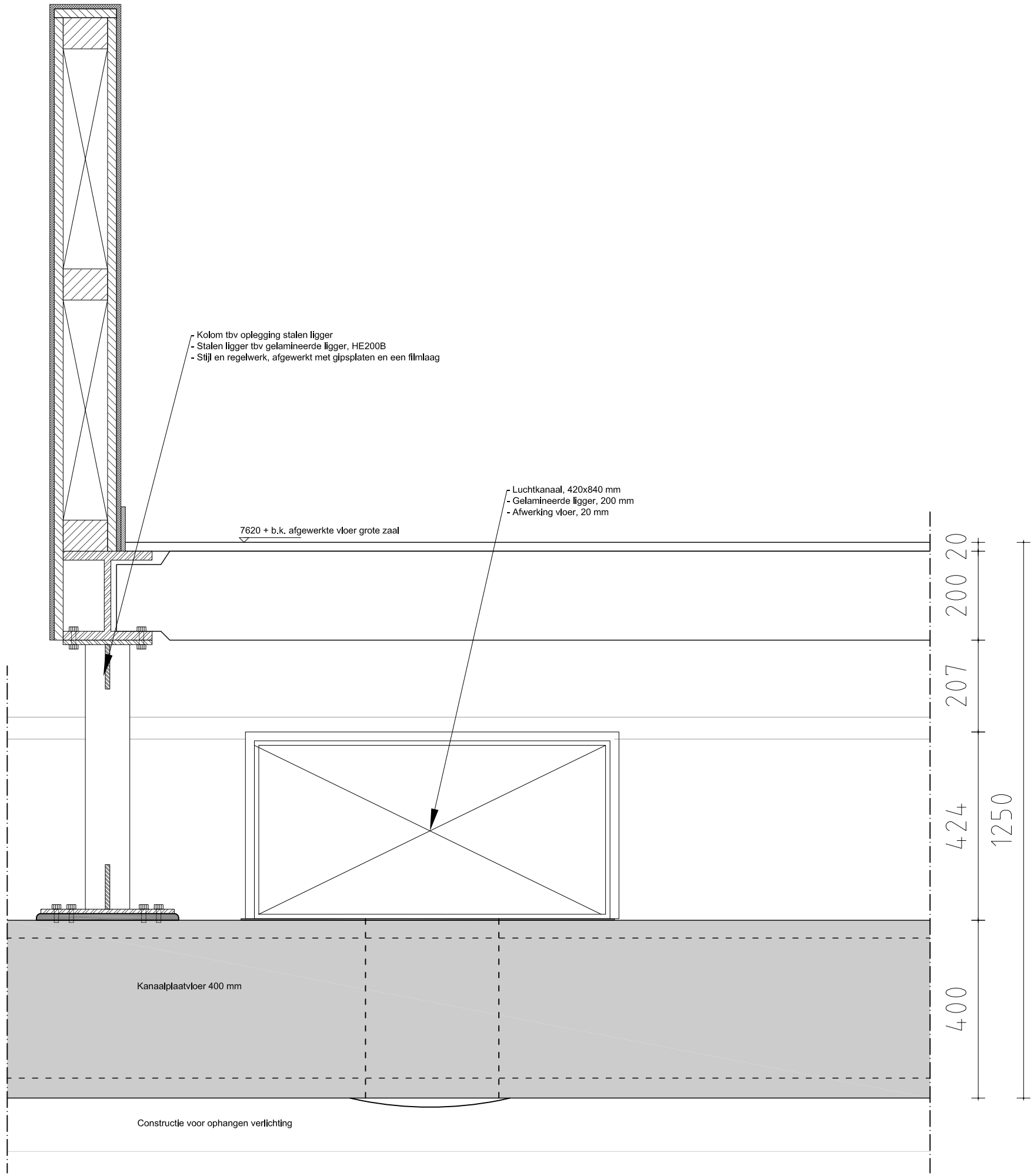
Plattegronden

			VO	DO	BE	WE
Ten behoeve van Reg. bouwaanvraag	-	onderscheid in bestaande en nieuwe situatie		fase1	fase2	
	-	aanduiding en oppervlakken van bestemmingen		fase1	fase2	
	-	beoogde en huidige gebruik van het bouwwerk		fase1	fase2	
	-	bruto inhoud in m3 volgens NEN 2580		fase1	fase2	
	-	bruto oppervlakte in m2 volgens NEN 2580		fase1	fase2	
	-	aanduiding van gebruiksoppervlak, verblijfsgebied, verblijfsruimten en verkeersruimte			fase2	
	-	brand- en rookcompartimentering			fase2	
	-	brandwerendheid (wbdbo-eisen)			fase2	
	-	noodverlichting, vluchtwegaanduiding met loopafstanden			fase2	
	-	noodstroomvoorzieningen			fase2	
	-	stallingsruimte voor fietsen			fase2	
	-	blusvoorzieningen			fase2	
	-	ruimte voor opslag huishoudelijk afval			fase2	
	-	brandmeldinstallatie en rookmelders			fase2	
	-	aanduidingen m.b.t. geluidsisolatie en thermische isolatie			fase2	
	-	voorzieningen integrale toegankelijkheid (miva)			fase2	
	-	brandweerlift			fase2	
	-	opstelplaats kooktoestel, stooktoestellen, warmwatertoestel			fase2	

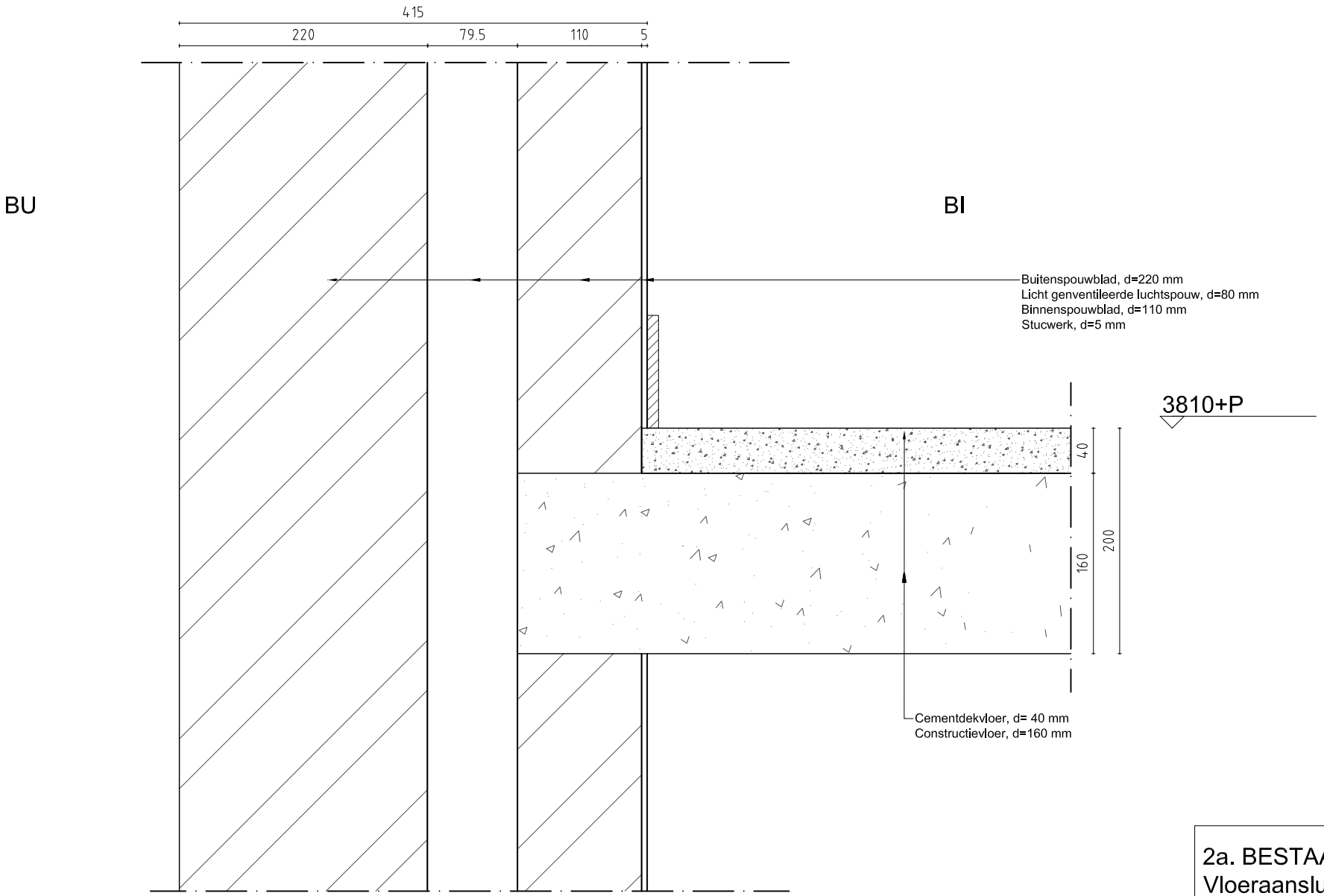


- 2-laags bitumineuze dakbedekking
- Kingspan Insulation dakisolatie op afschot:
  gecacheerde laag;
  PIR isolatie op afschot, 110-90 mm;
  dampremmende laag;
  Rc-waarde: 3,30 m²K/W
- Dakbeschot, naaldhout, d = 20 mm
- Gelamineerde dakligger, 250 x 50 mm
- Stijl en regelwerk, 16x70 mm
- Gipskartonplaat, d=9,5 mm
- Spuitlaag

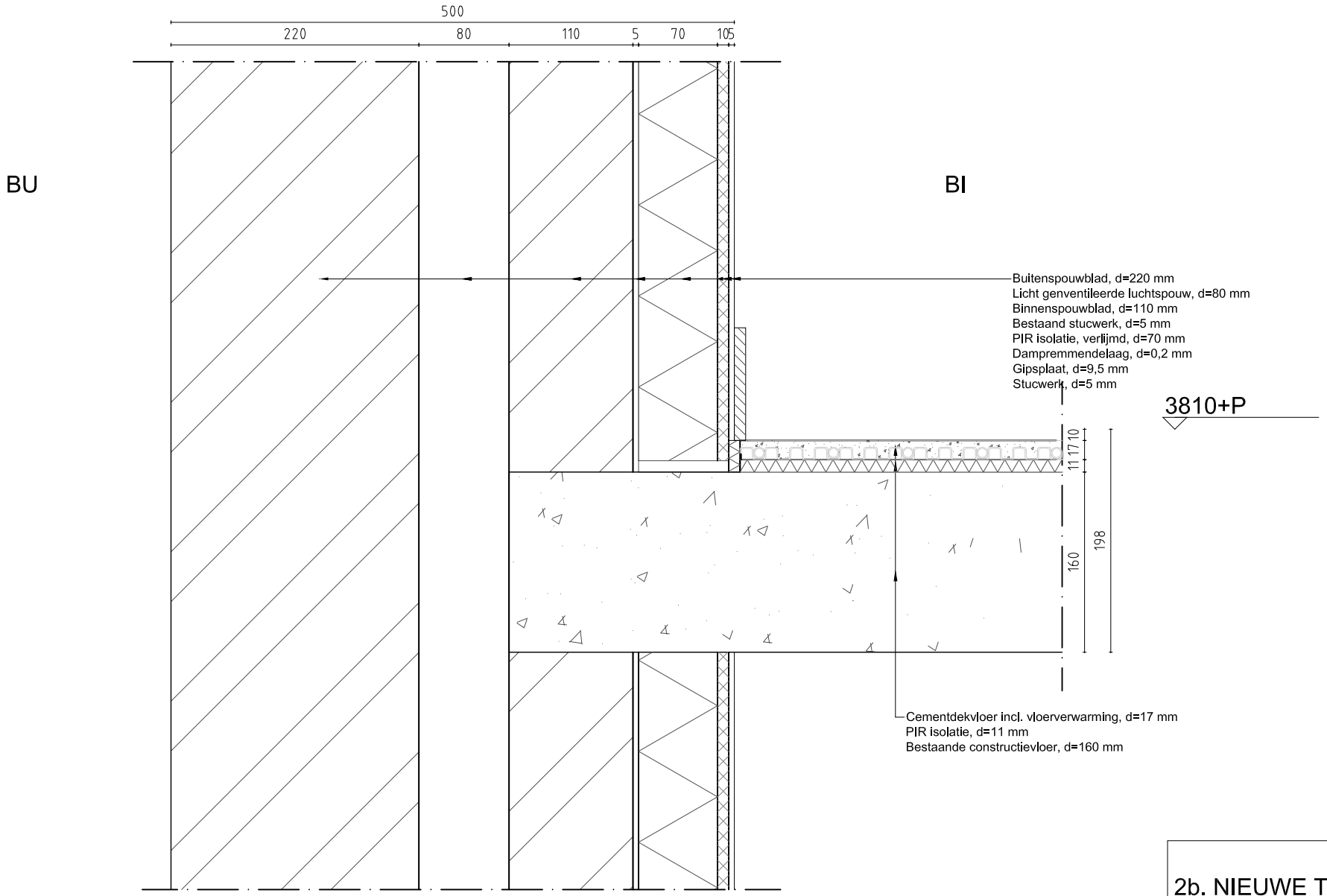
1. NIEUWE TOESTAND
Aansluiting aanbouw op bestaande gevel
Schaal 1:5
09-01-2012



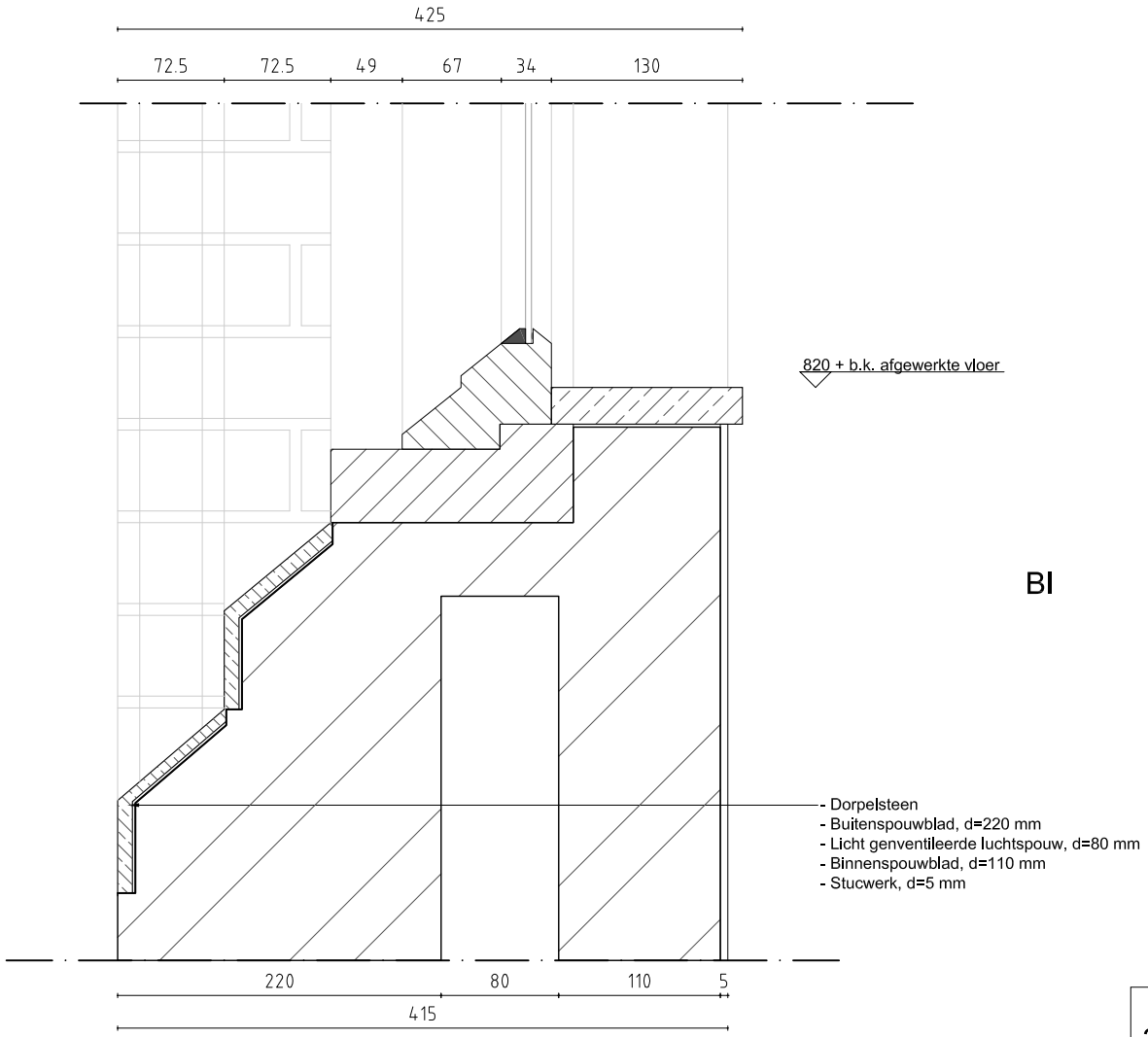
11. NIEUWE SITUATIE
Opbouw constructie Grote Zaal
Schaal 1:10
09-01-2012



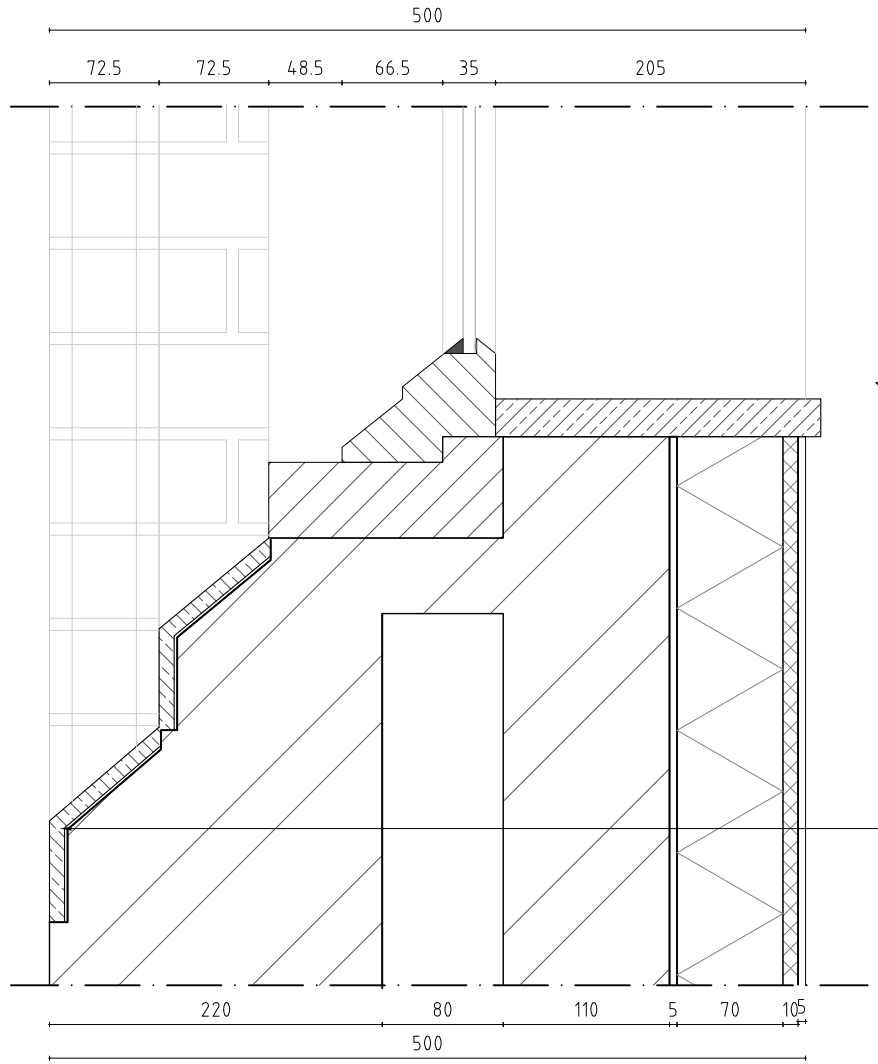
2a. BESTAANDE TOESTAND
Vloeraansluiting
Schaal 1:5
09-01-2012



2b. NIEUWE TOESTAND
Vloeraansluiting
Schaal 1:5
09-01-2012



3a. BESTAANDE TOESTAND
Kozijnaansluiting verticaal
Schaal 1:5
09-01-2012



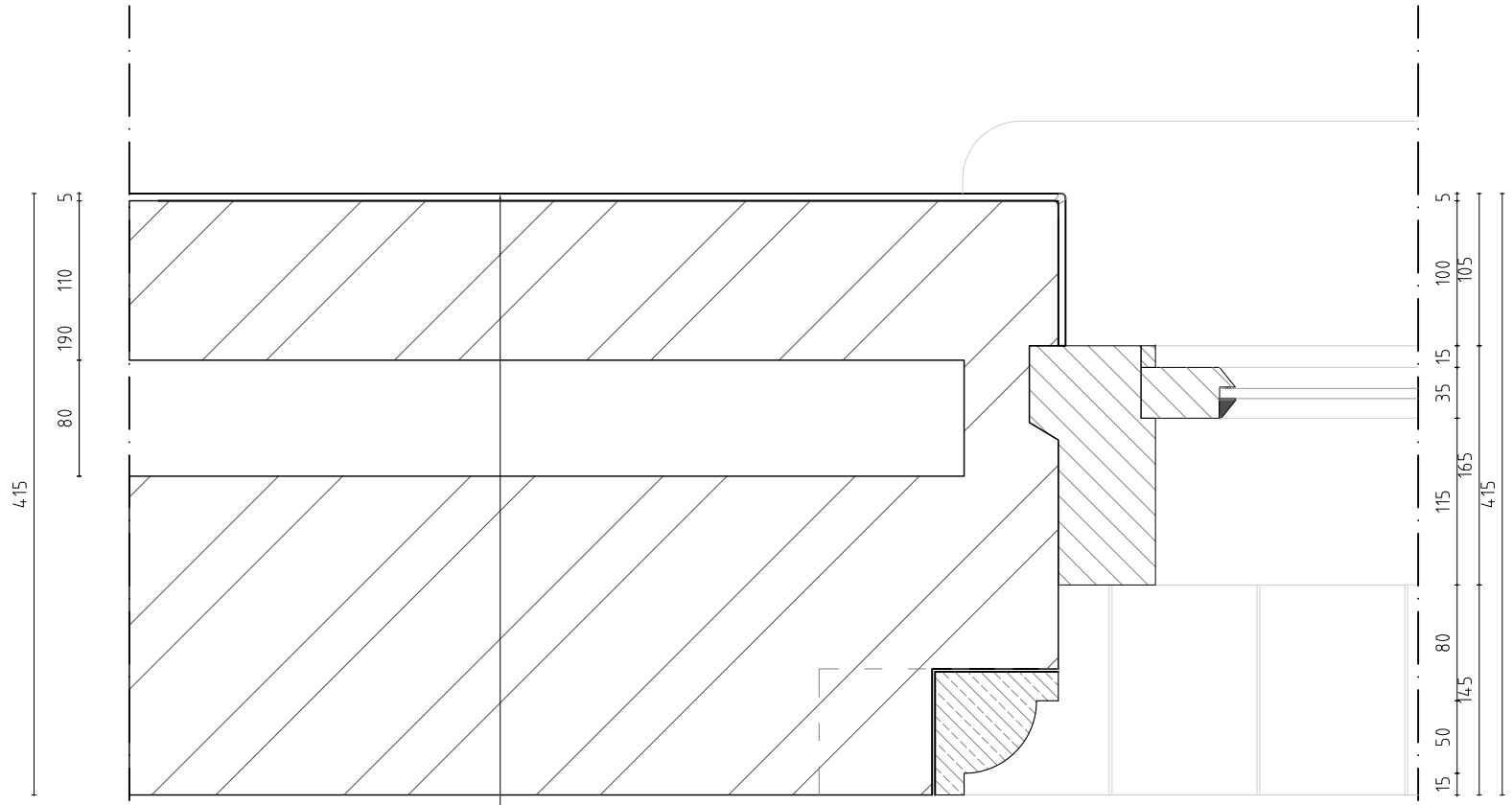
BU

BI

- Dorpelsteen
- Buitenspouwblad, d=220 mm
- Licht genventileerde luchtspouw, d=80 mm
- Binnenspouwblad, d=110 mm
- Stucwerk bestaand, d=5 mm
- Kingspan Insulation PIR isolatie inclusief dampremmende laag en gipsplaat, d=79,5 mm
- Spuitwerk, d=5 mm

3b. NIEUWE TOESTAND
Kozijnaansluiting verticaal
Schaal 1:5
09-01-2012

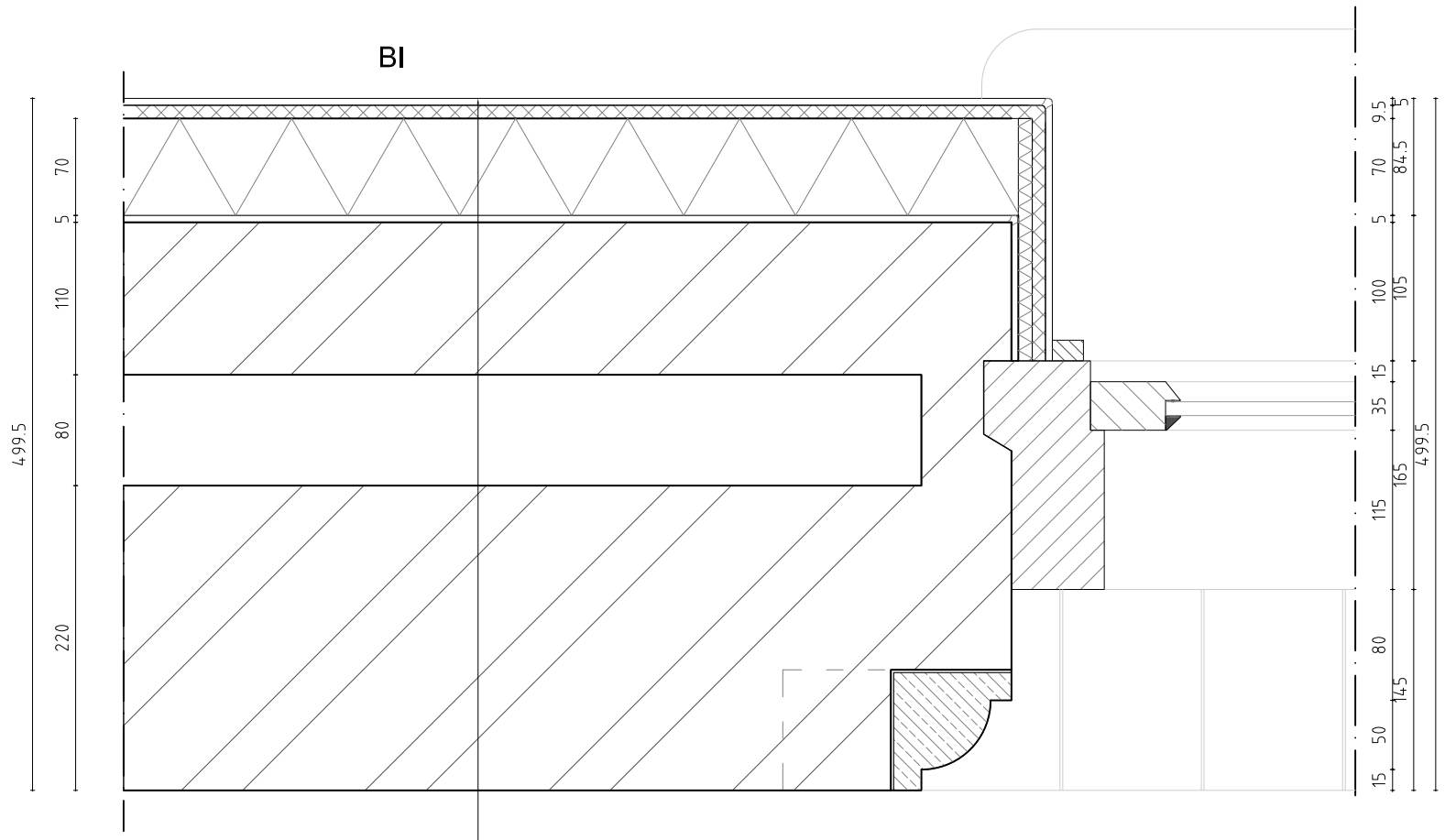
BI



- Bestaand stucwerk, d=5 mm;
- Binnenspouwblad, bestaand metselwerk, d=110 mm;
- Lichtgeventileerde luchtspouw, d=80 mm;
- Buitenspouwblad, bestaand metselwerk, d=220 mm

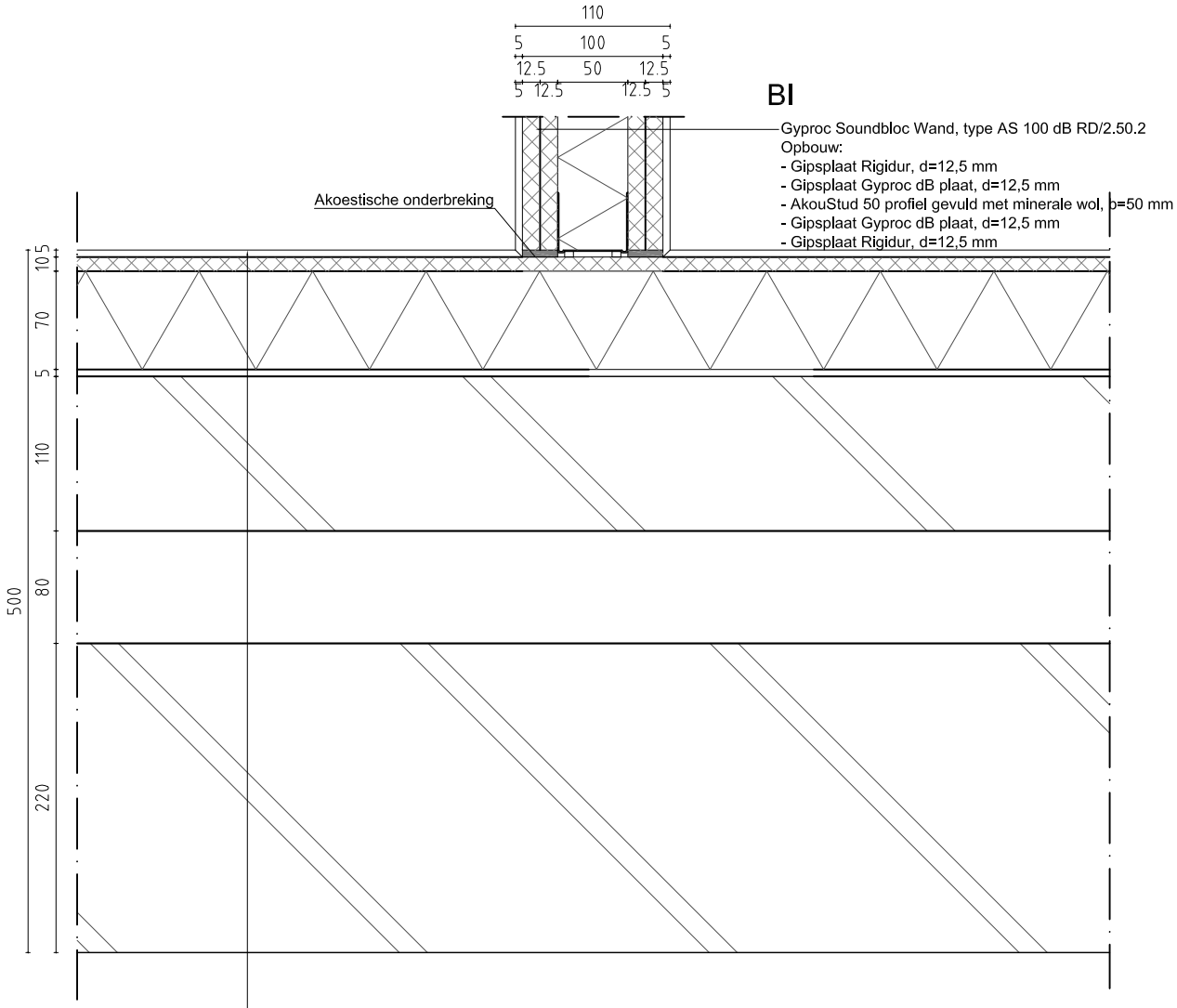
BU

4a. BESTAANDE TOESTAND
Kozijnaansluiting horizontaal
Schaal 1:5
09-01-2012

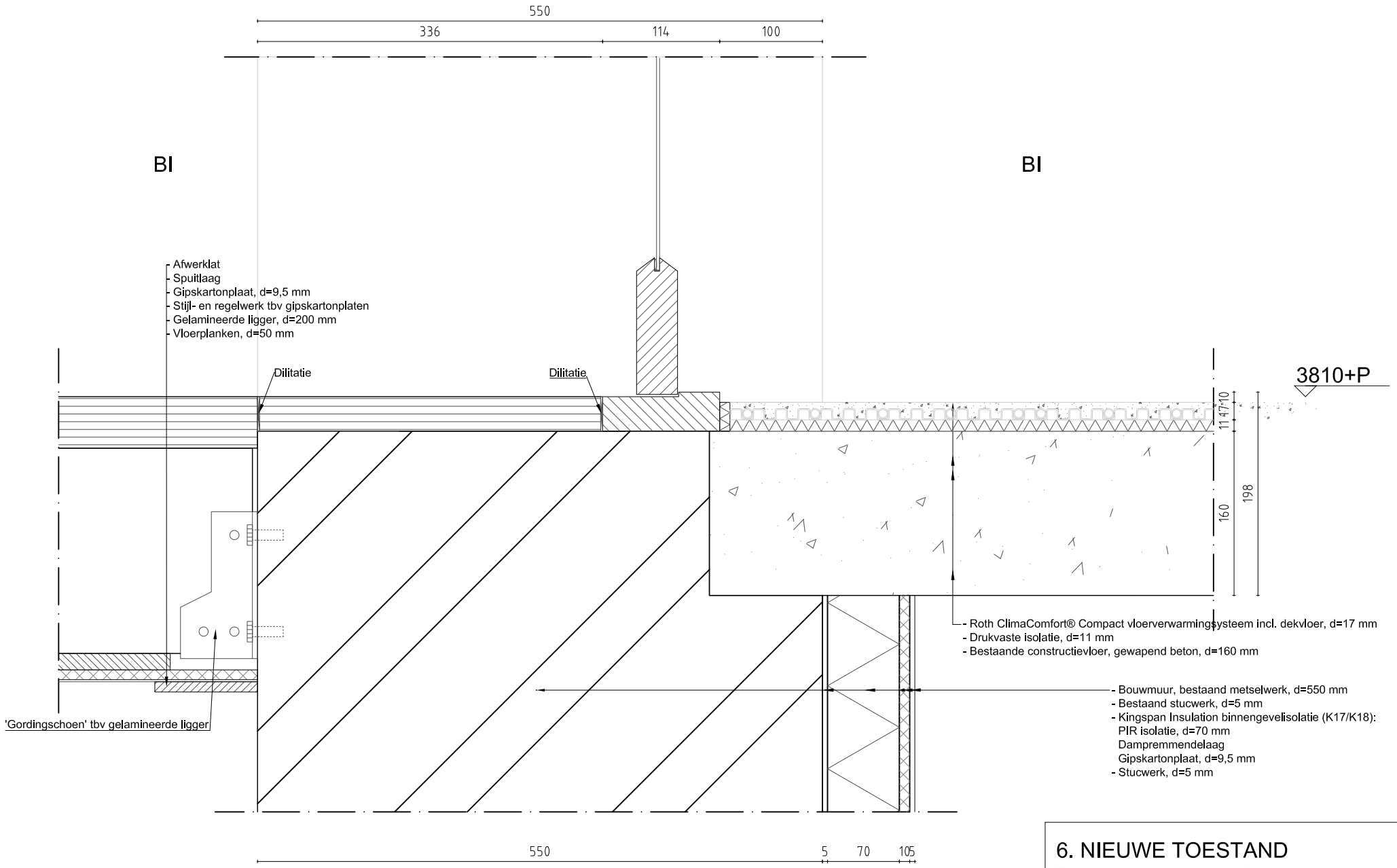


- Spuitwerk, d=5 mm
- Kingspan Insulation Gevelisolatie pakket (K17/K18):
Gipskartonplaat, d=9,5 mm
Dampremmendelaag
PIR isolatie, d=70 mm
Rc-waarde = 3,3 m²K/W
- Bestaand stucwerk, d=5 mm;
- Binnenspouwblad, bestaand metselwerk, d=110 mm;
- Lichtgeventileerde luchtspouw, d=80 mm;
- Buitenspouwblad, bestaand metselwerk, d=220 mm

4b. NIEUWE TOESTAND
Kozijnaansluiting horizontaal
Schaal 1:5
09-01-2012



5. NIEUWE TOESTAND
Aansluiting lichte scheidingwand op gevel
Horizontaal
Schaal 1:5
09-01-2012

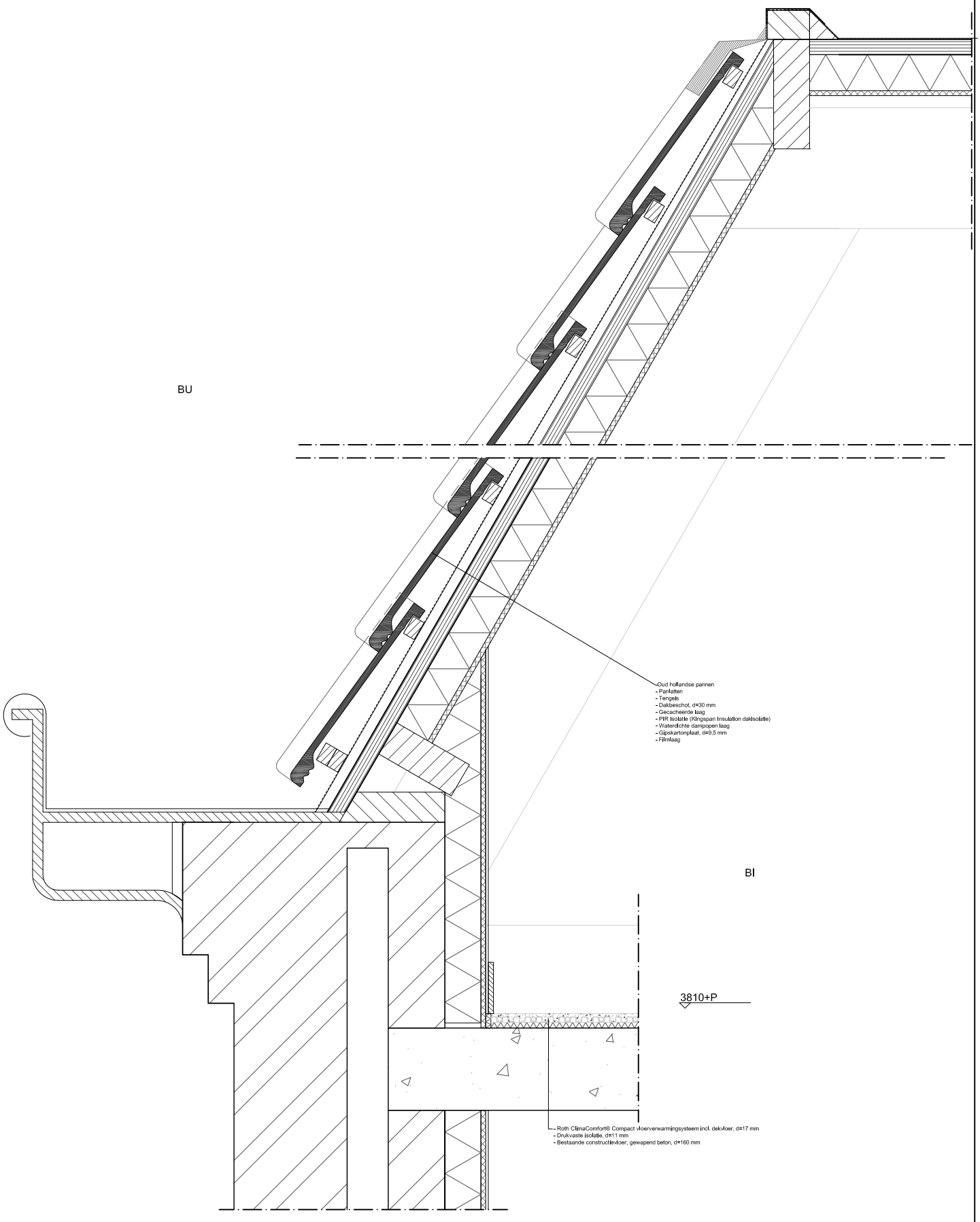


6. NIEUWE TOESTAND

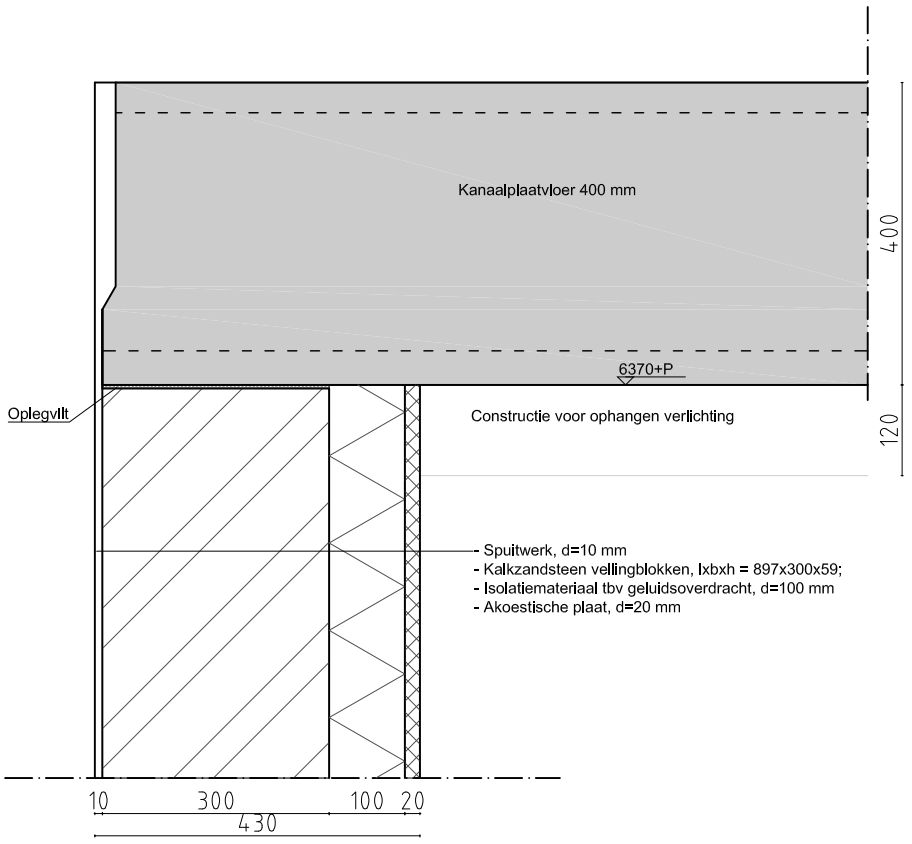
Brug aansluiting op bestaande gevel

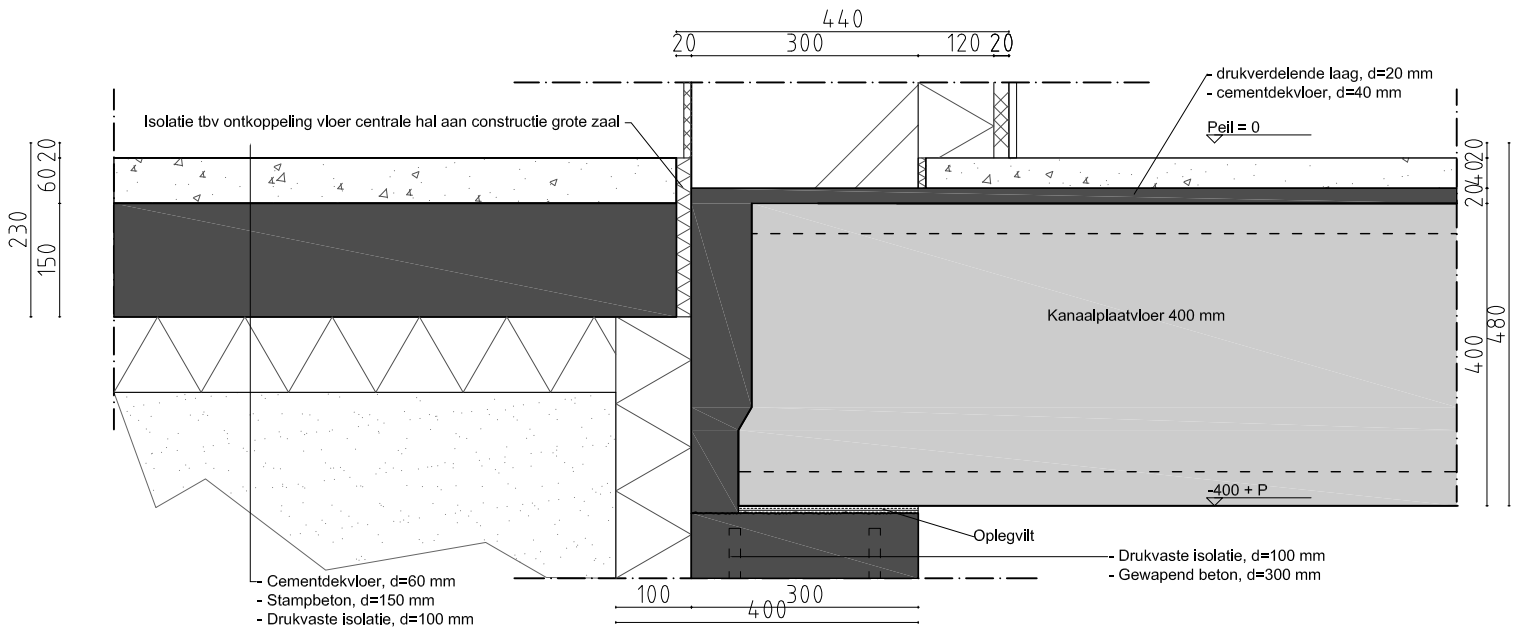
Schaal 1:5

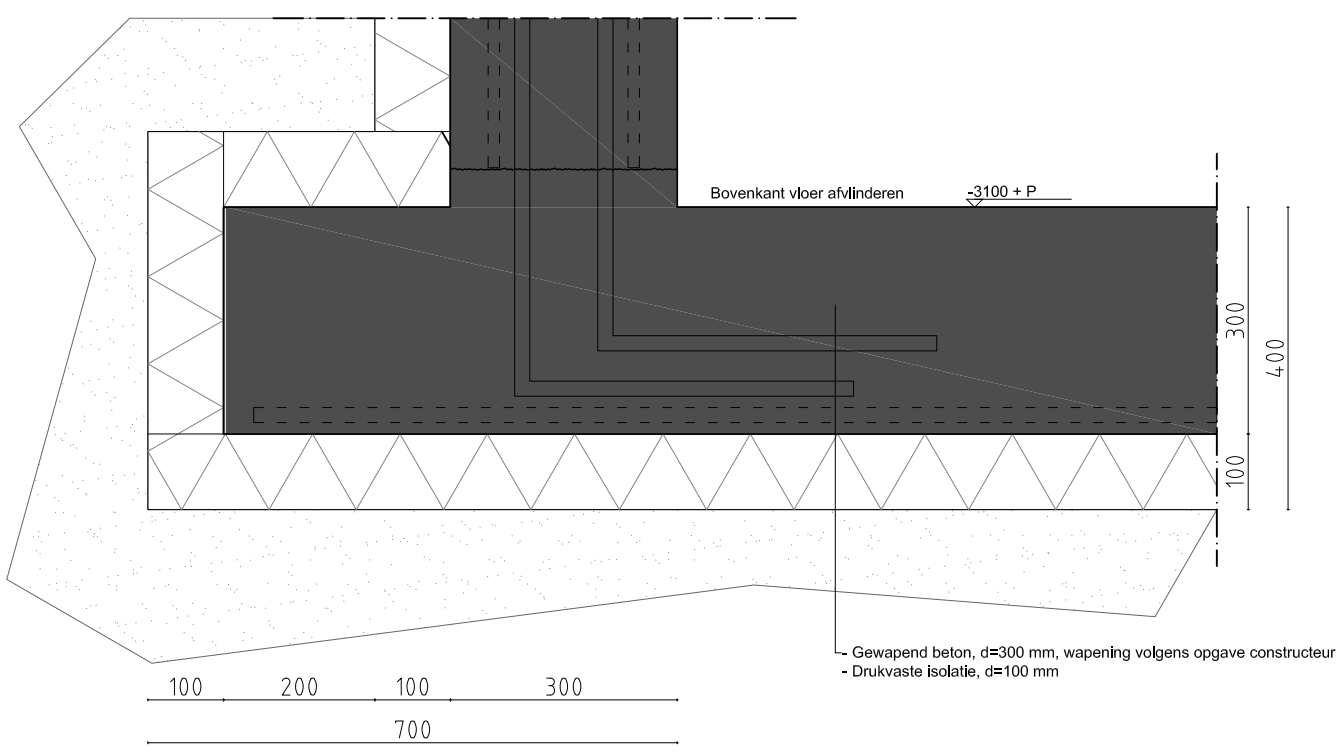
09-01-2012



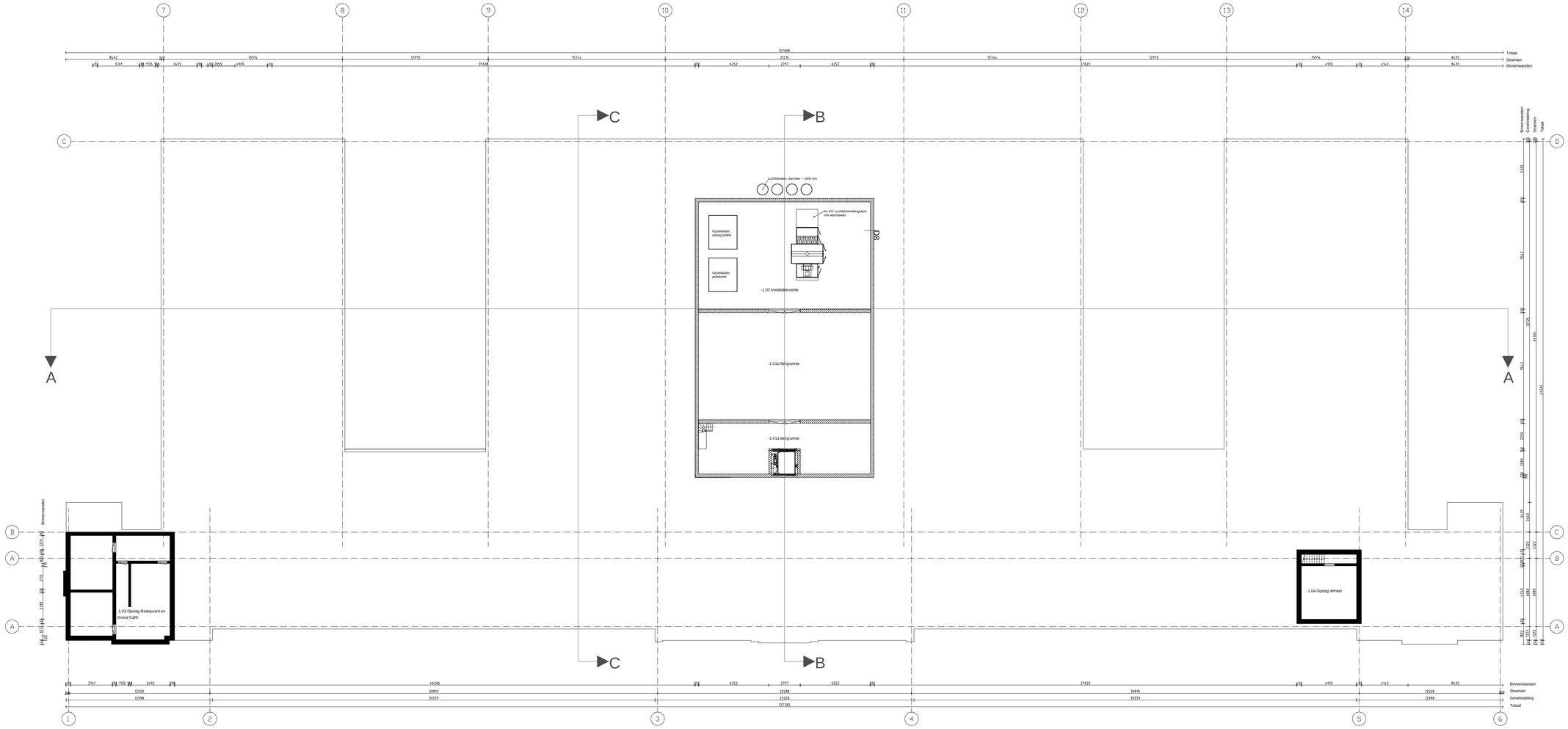
7. NIEUWE TOESTAND
Overgang opgaande gevel - dakvlak
Schaal 1:10
19-12-2011







8, 9, 10 NIEUWE SITUATIE
Opbouw constructie Grote Zaal
Schaal 1:10
09-01-2012



Renvooi

- Bestaande wanden
- Nieuwe lichte scheidingswanden
- Nieuwe zware scheidingswanden

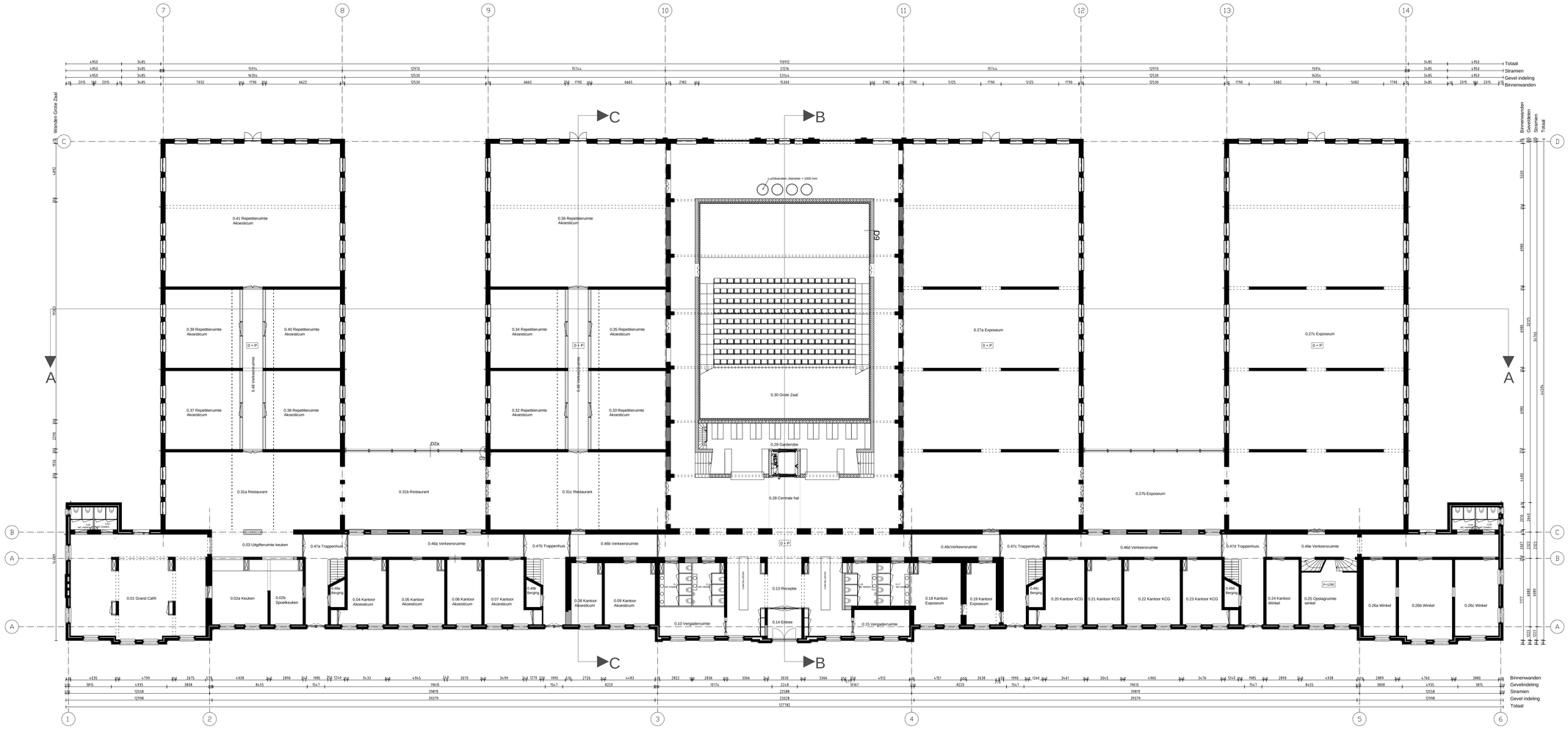
Netto vloer oppervlak

Akoesticum	-	KCG	-
Horeca	175,6 mj	Exposeum	-
Algemeen	370,3 mj	Winkel	28,3 mj

datum	getekend	projectnummer	Project
09-01-2012	MP	1111	Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd	schaal	formaat	Onderwerp
-	1:200	A1	Plattegrond Kelder - nieuwe situatie
tekeningnummer			
D005			

Sluijmer en van Leeuwen
Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht
Tel 030 2318761 Fax 030 2367965
www.architectuurbureau.nl

ARCHITECTUUR BUREAU



Renvooi

- Bestaande wanden
- Nieuwe lichte scheidingswanden
- Nieuwe zware scheidingswanden

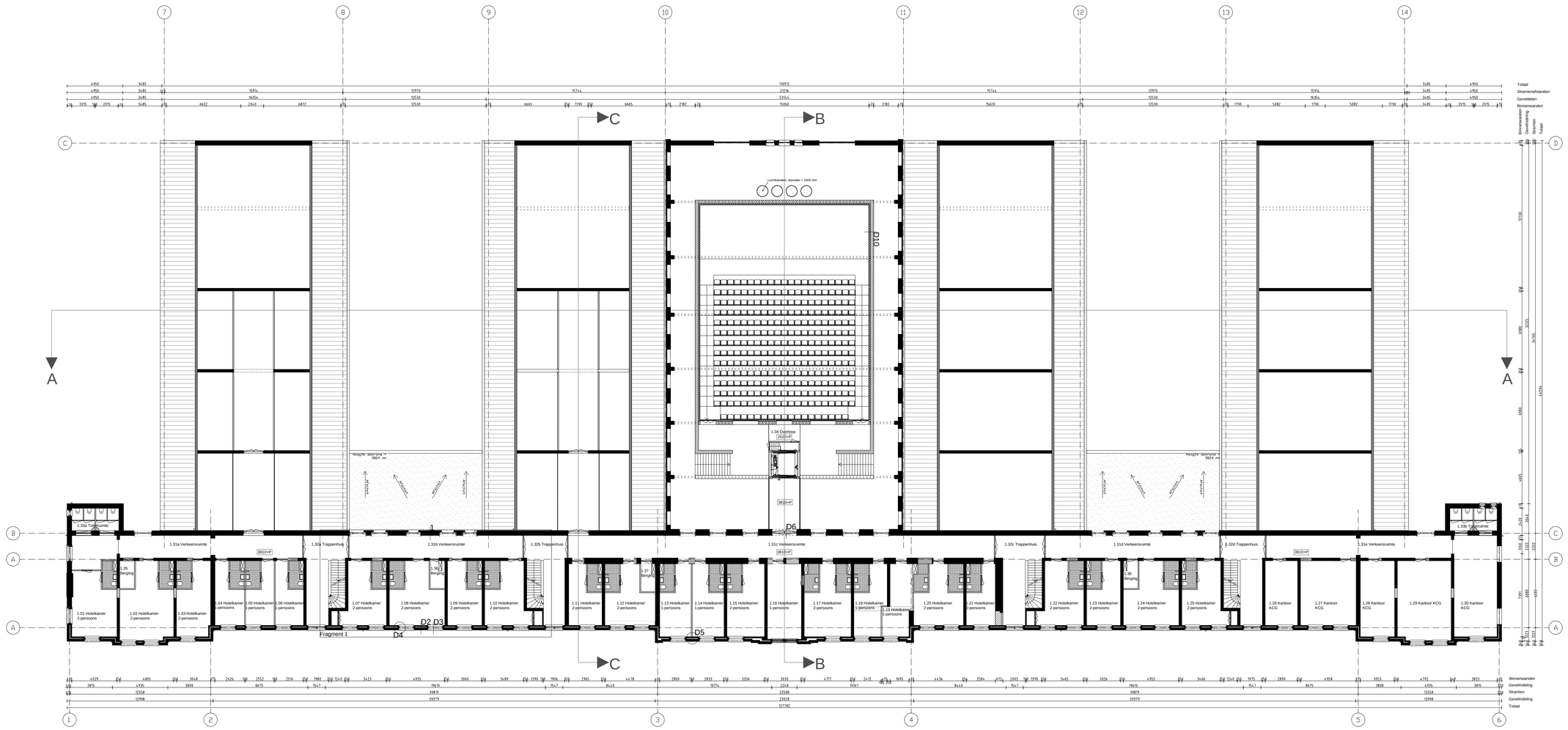
Netto vloer oppervlak

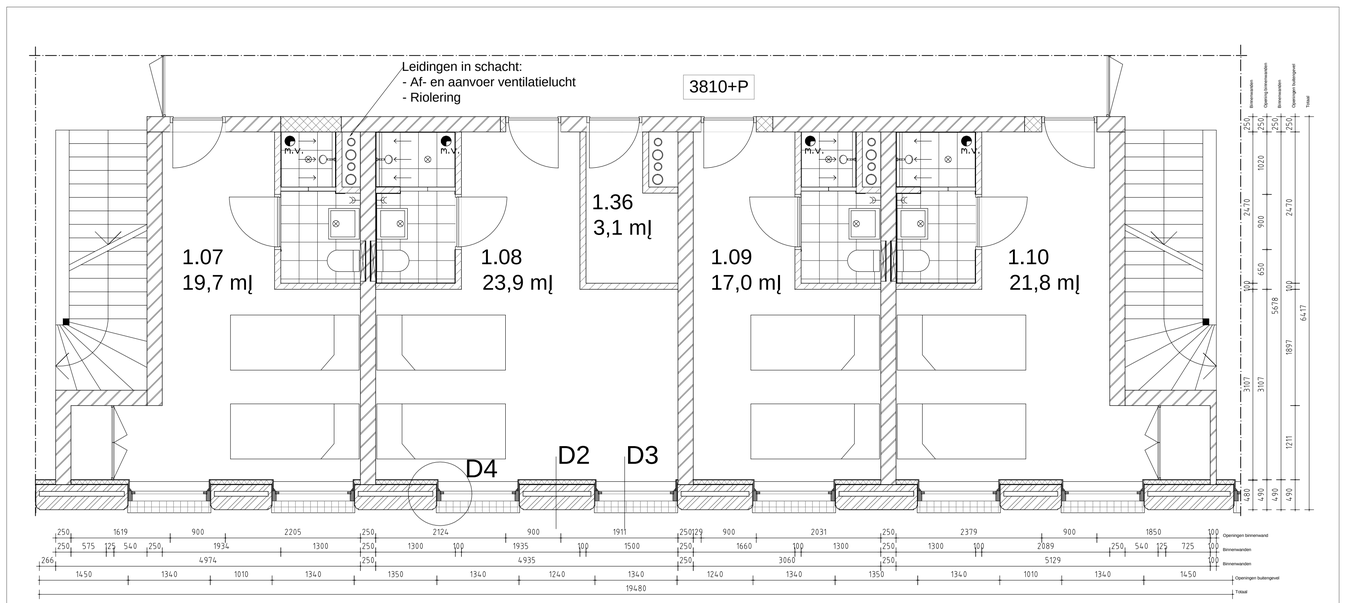
Akoesticum	1064 m|	KCG	138,56 m|
Horeca	481,7 m|	Exposeum	1253,12 m|
Algemeen	917,84 m|	Winkel	178,82 m|

datum: 09-01-2012	getekend: MP	projectnummer: 1111	Project: Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd: -	schaal: 1:200	formaat: A1	Onderwerp: Plattegrond Begane grond - nieuwe situatie
tekeningnummer: D002			

Sluijmer en van Leeuwen
Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht
Tel 030 2318761 Fax 030 2367965
www.architectuurbureau.nl

ARCHITECTUUR BUREAU





Fragment, schaal 1:50

Renvooi
- Bestaande wanden
- Nieuwe lichte scheidingswanden
- Nieuwe zware scheidingswanden

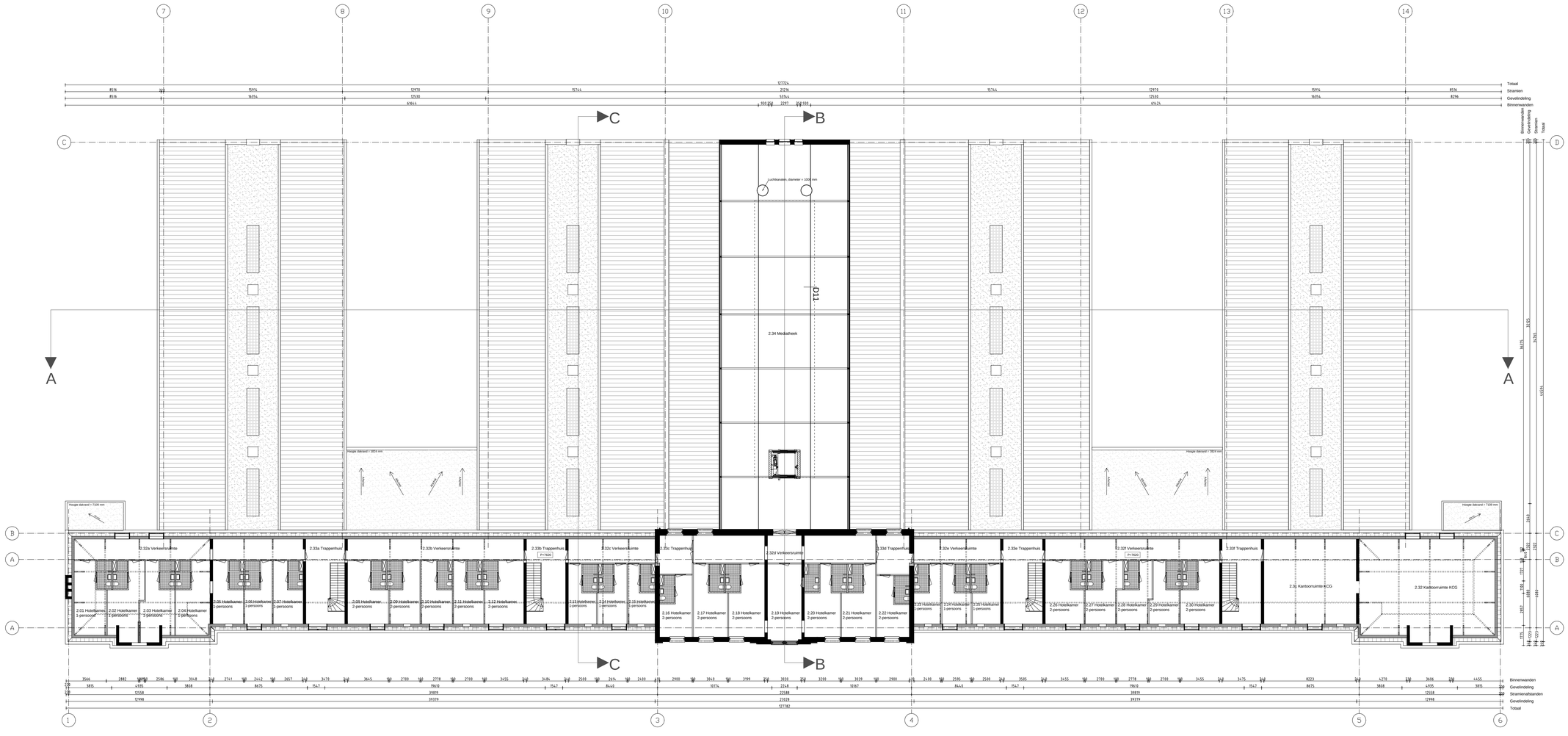
Netto vloer oppervlak

Akoesticum	776,14 mł	KCG	204,31 mł
Horeca	-	Exposeum	-
Algemeen	-	Winkel	-

datum: 09-01-2012	getekend: MP	projectnummer: 1111	Project: Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd: -	schaal: 1:200	formaat: A1	Onderwerp: Plattegrond Verdieping 1 - nieuwe situatie
tekeningnummer: D003			

Sluijmer en van Leeuwen
Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht
Tel 030 2318761 Fax 030 2367965
www.architectuurbureau.nl

ARCHITECTUUR BUREAU



Renvooi

- Bestaande wanden
- Nieuwe lichte scheidingswanden
- Nieuwe zware scheidingswanden

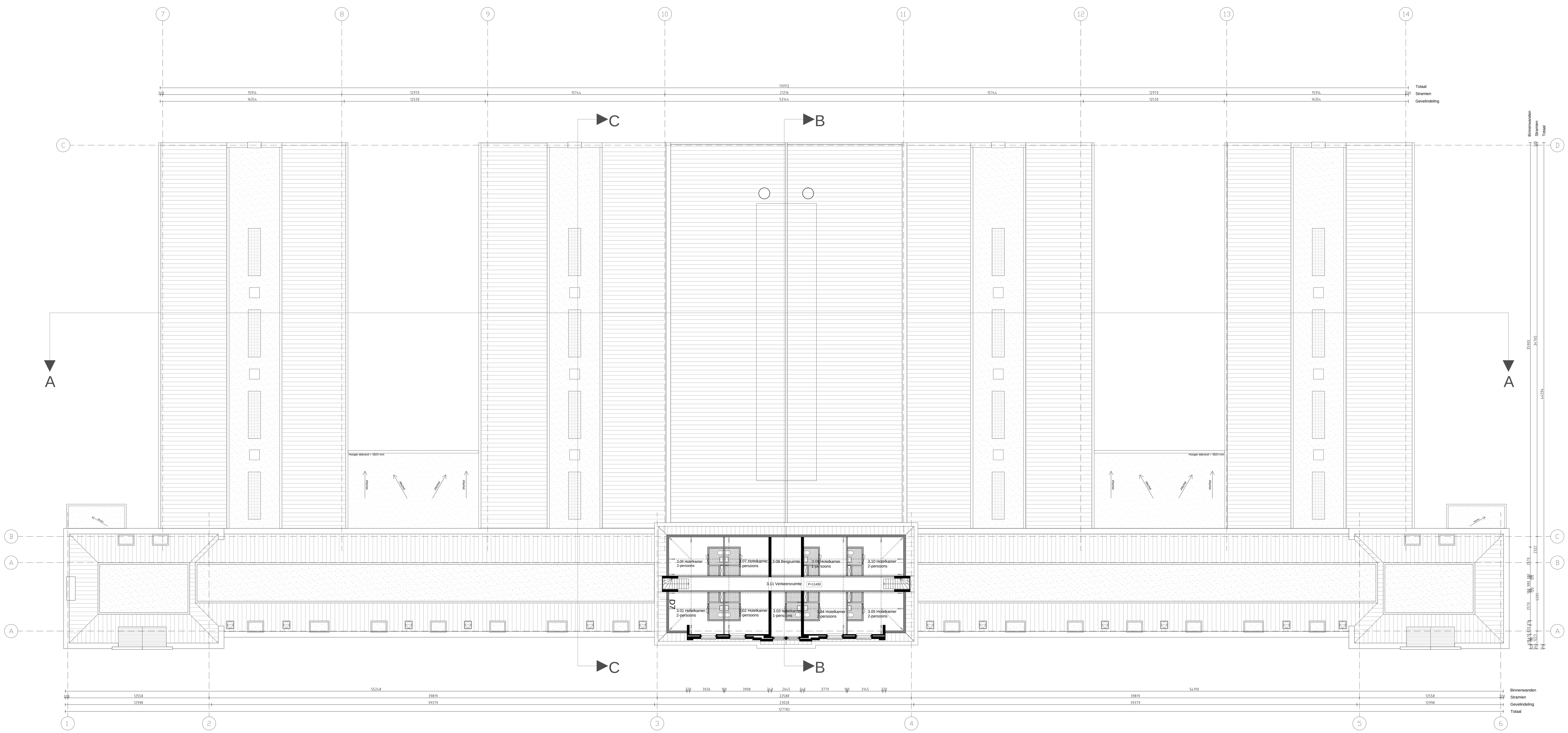
Netto vloer oppervlak

Akoesticum	782,66 mj	KCG	197,37 mj
Horeca	-	Exposeum	-
Algemeen	-	Winkel	-

datum: 09-01-2012	getekend: MP	projectnummer: 1111	Project: Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd: -	schaal: 1:200	formaat: A1	Onderwerp: Plattegrond Verdieping 2 - nieuwe situatie
tekeningnummer: D004			

Sluijmer en van Leeuwen
Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht
Tel 030 2318761 Fax 030 2367965
www.architectuurbureau.nl

ARCHITECTUUR BUREAU



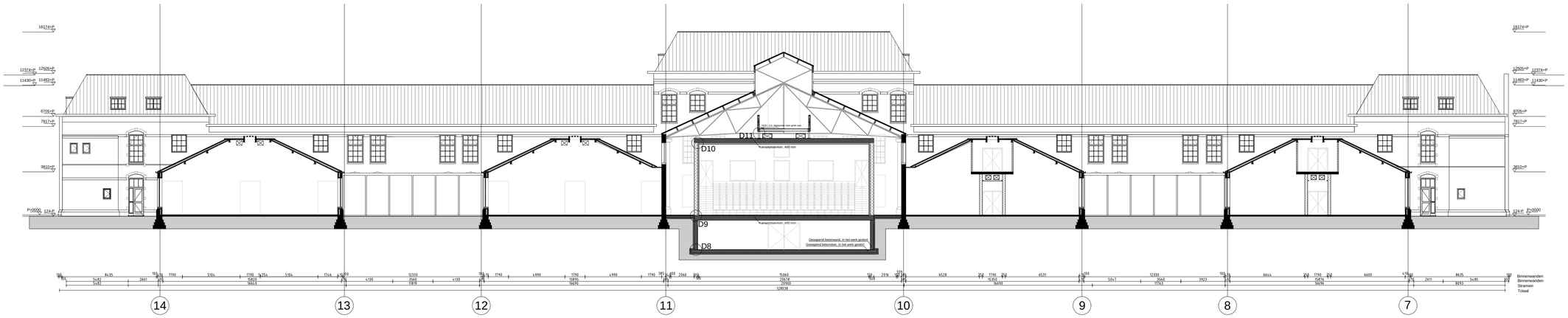
Renvooi

■	Bestaande wanden
▨	Nieuwe lichte scheidingswanden
▩	Nieuwe zware scheidingswanden

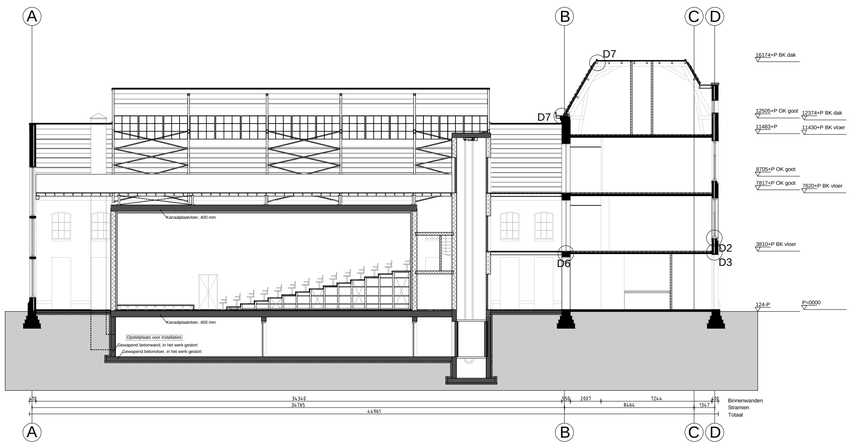
Netto vloer oppervlak

Akoesticum	200,7 m²	KCG	-
Horeca	-	Exposeum	-
Algemeen	-	Winkel	-

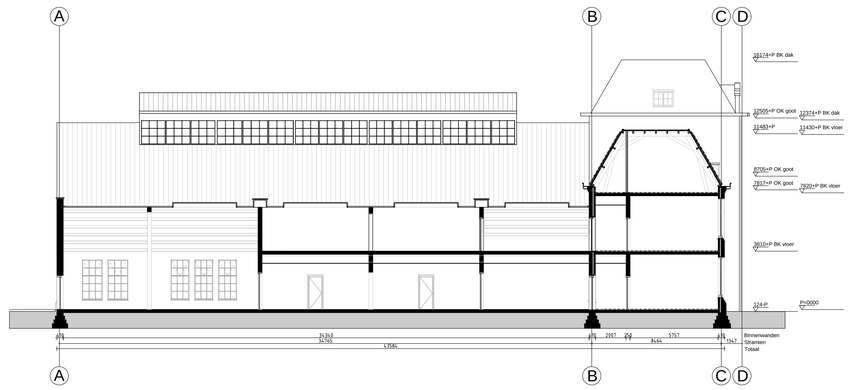
datum 09-01-2012	getekend MP	projectnummer 1111	Project Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd -	schaal 1:200	formaat A1	Onderwerp Plattegrond Verdieping 3 - nieuwe situatie
tekeningnummer D005	Sluijmer en van Leeuwen Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht Tel 030 2318761 Fax 030 2367965 www.architectuurbureau.nl		ARCHITECTUUR BUREAU



Johan Willem Friso Kazerne
Doorsnede A - bestaande situatie
Schaal 1:100
versie 26 nov.



Doorsnede B - nieuwe situatie



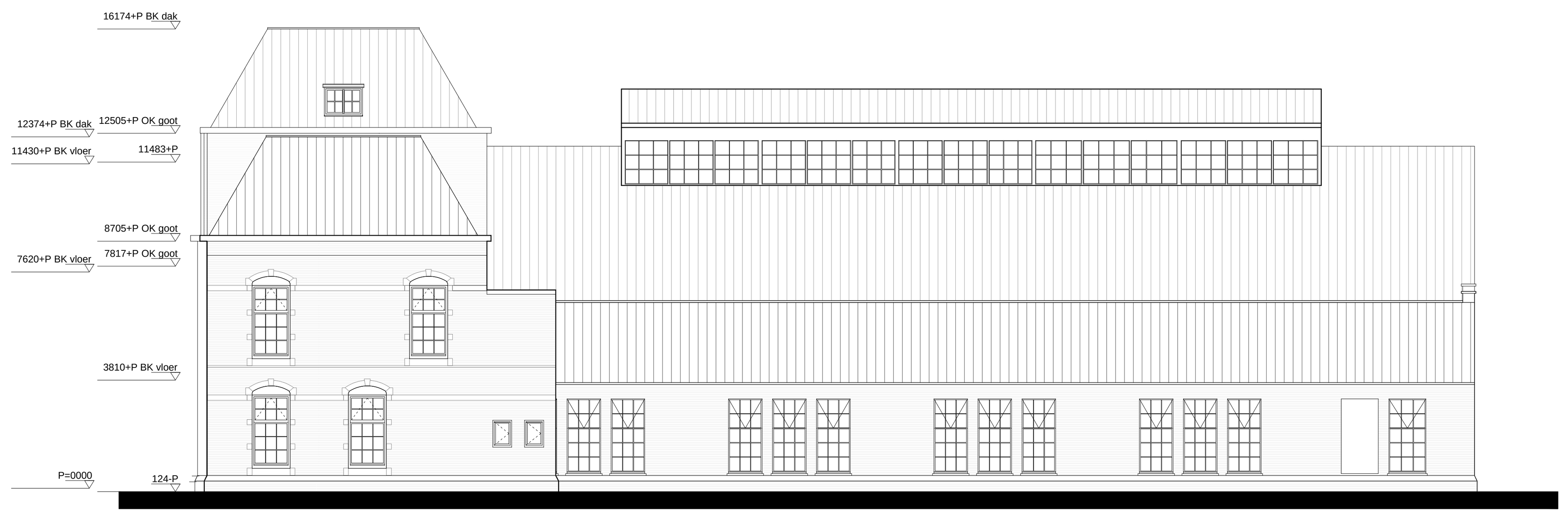
Doorsnede C - nieuwe situatie

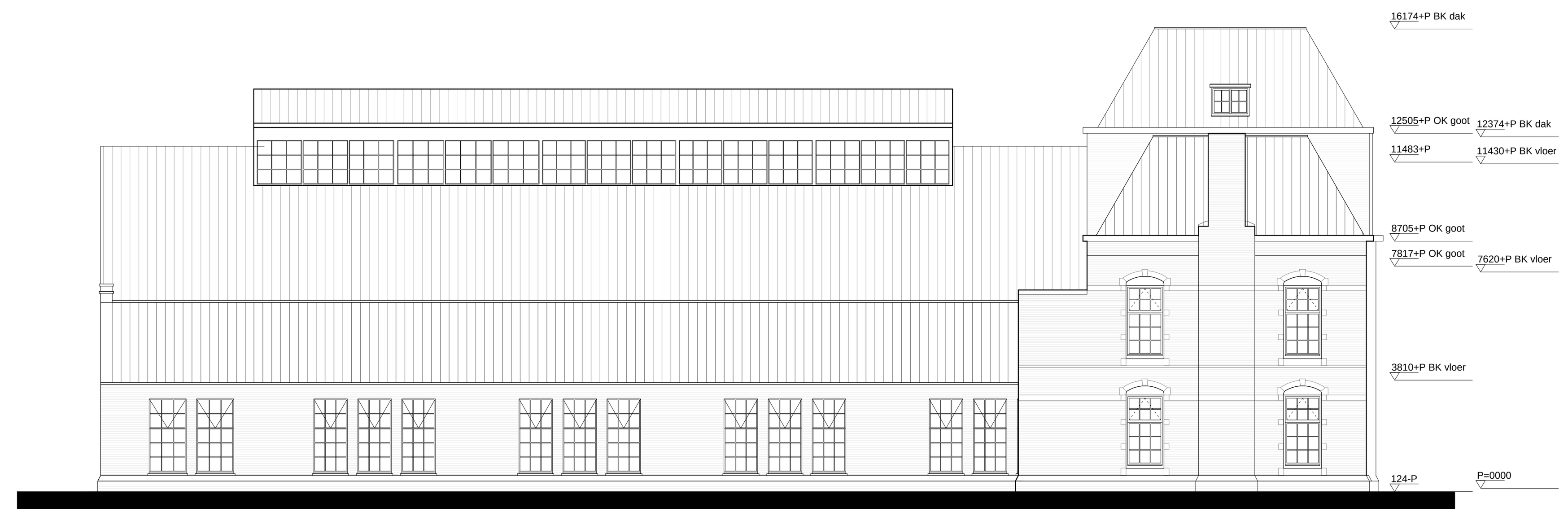
Renvooi
- Bestaande wanden
- Nieuwe lichte scheidingswanden
- Nieuwe zware scheidingswanden

datum: 09-01-2012	getekend: MP	projectnummer: 1111	Project: Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd: -	schaal: 1:200	formaat: A1	Onderwerp: Doorsneden A, B en C - nieuwe situatie
tekeningnummer: D006			

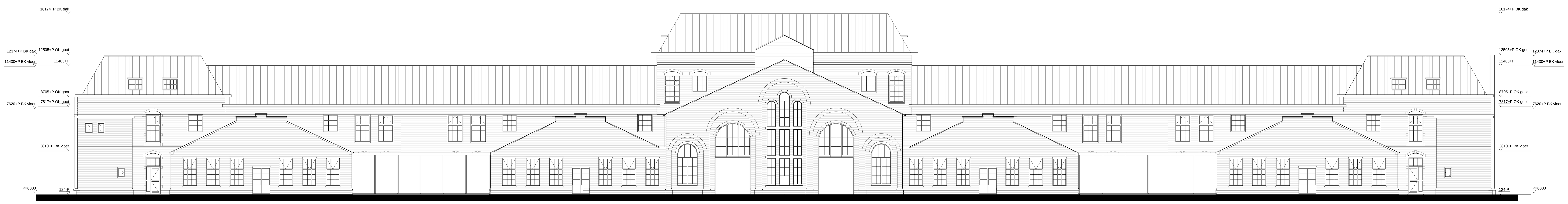
Sluijmer en van Leeuwen
Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht
Tel 030 2318761 Fax 030 2367965
www.architectuurbureau.nl

ARCHITECTUUR BUREAU









datum	getekend	projectnummer	Project
09-01-2012	MP	1111	Johan Willem Friso Gebouw - Akoesticum
gewijzigd	schaal	formaat	Onderwerp
-	1:200	A1	Gevelaanzichten - nieuwe situatie
tekeningnummer D006	Sluijmer en van Leeuwen Kerkstraat 21 3581 RA Utrecht Tel 030 2318761 Fax 030 2367965 www.architectuurbureau.nl		ARCHITECTUUR BUREAU



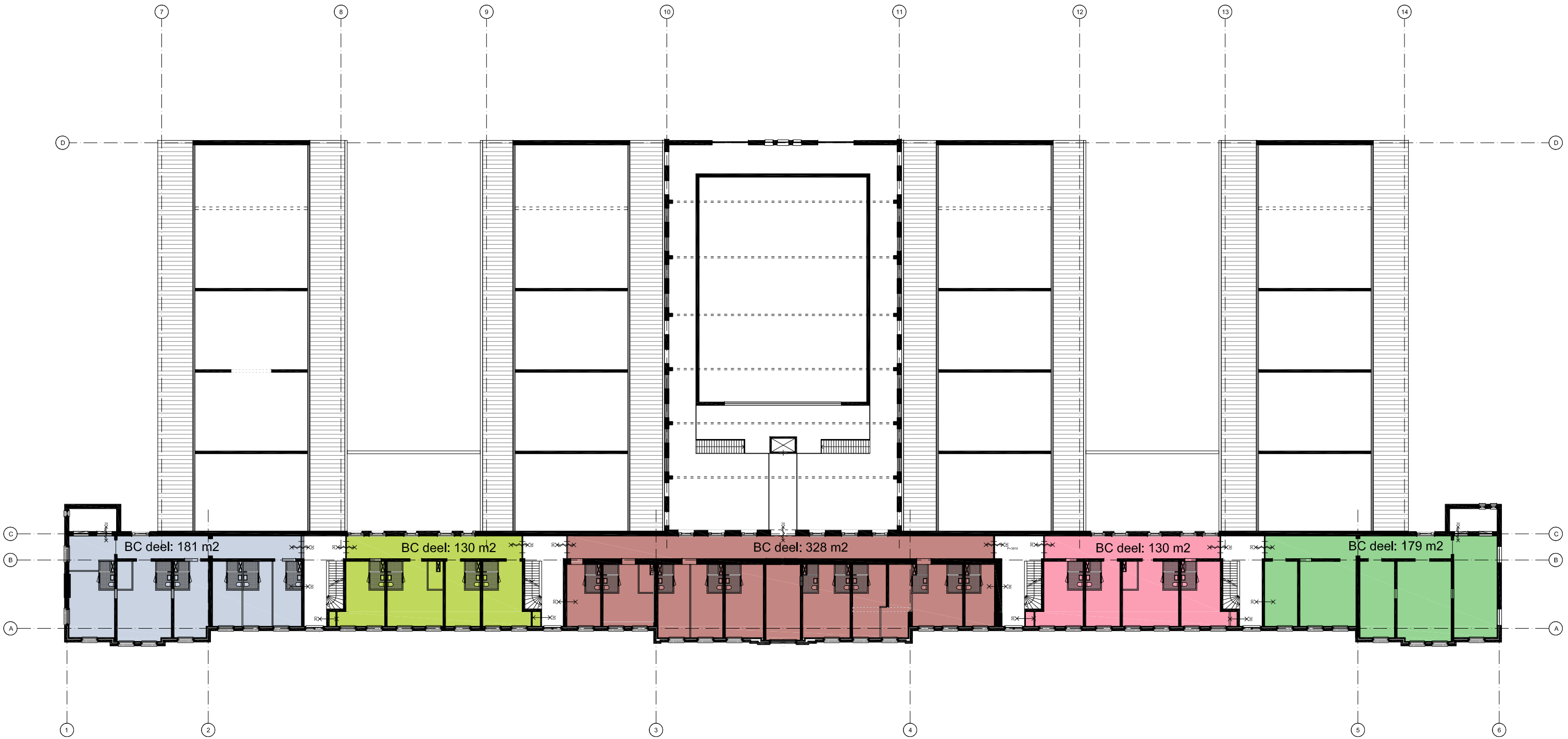
WBDBO:
Hoofddraagconstructie: 60 min wbdbo
Tussen brandcompartimenten: 60 min
Tussen subbrandcompartimenten: 30 min
Tussen brandcompartiment en trappenhuis: 30 min

0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

Netto vloer oppervlak

Akoesticum	1064 m²	KCG	138,56 m²
Horeca	481,7 m²	Exposeum	1253,12 m²
Algemeen	917,84 m²	Winkel	178,82 m²

Johan Willem Friso Gebouw
Begane grond
Schaal 1:350
Laatst gewijzigd: 16-12-2011



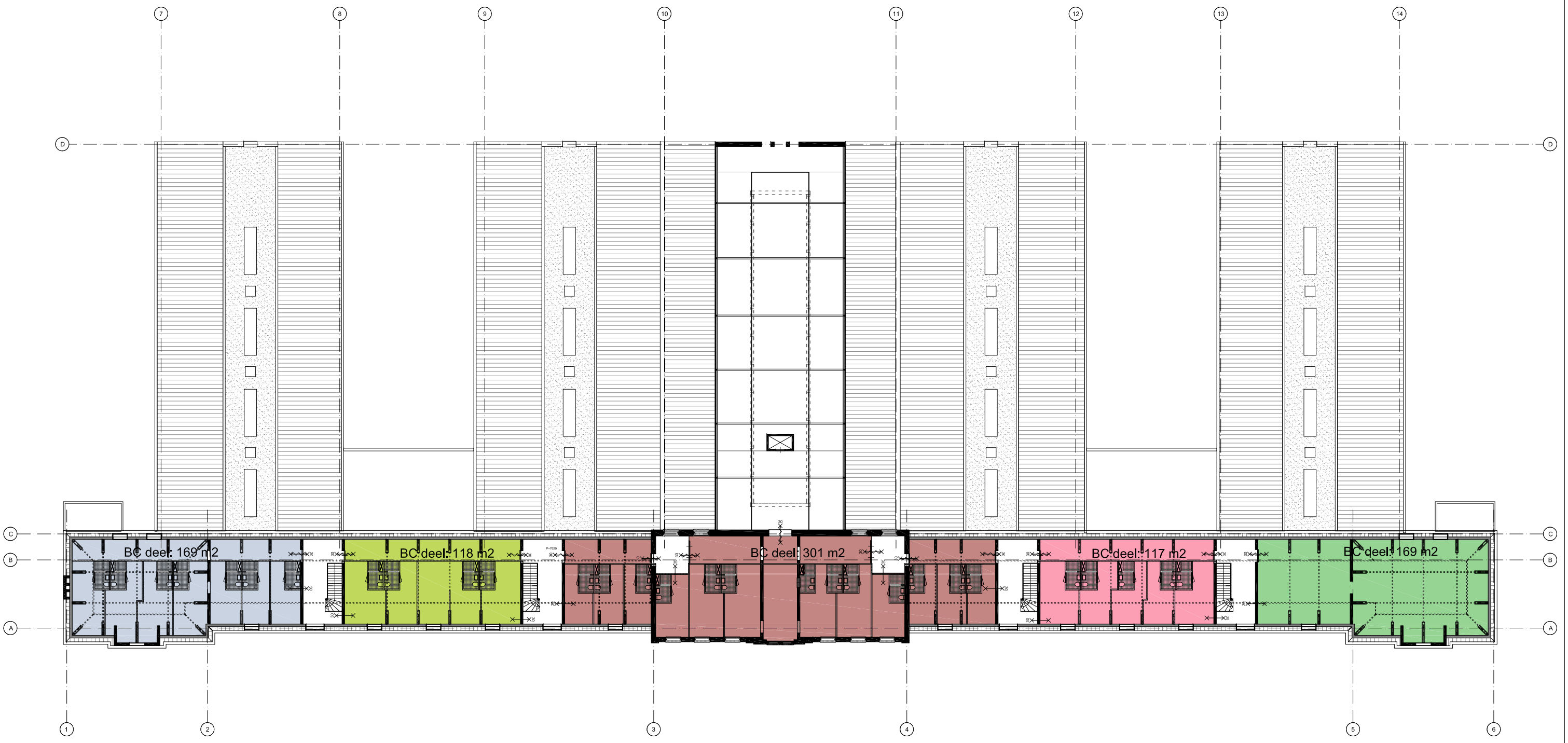
WBDBO:
Hoofddraagconstructie: 60 min wbdbo
Tussen brandcompartimenten: 60 min
Tussen subbrandcompartimenten: 30 min
Tussen brandcompartiment en trappenhuis: 30 min

0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

Netto vloer oppervlak

Akoesticum	776,14 m²	KCG	204,31 m²
Horeca	-	Exposeum	-
Algemeen	-	Winkel	-

Johan Willem Friso Gebouw
Verdieping 1
Schaal 1:350
Laatst gewijzigd: 16-12-2011



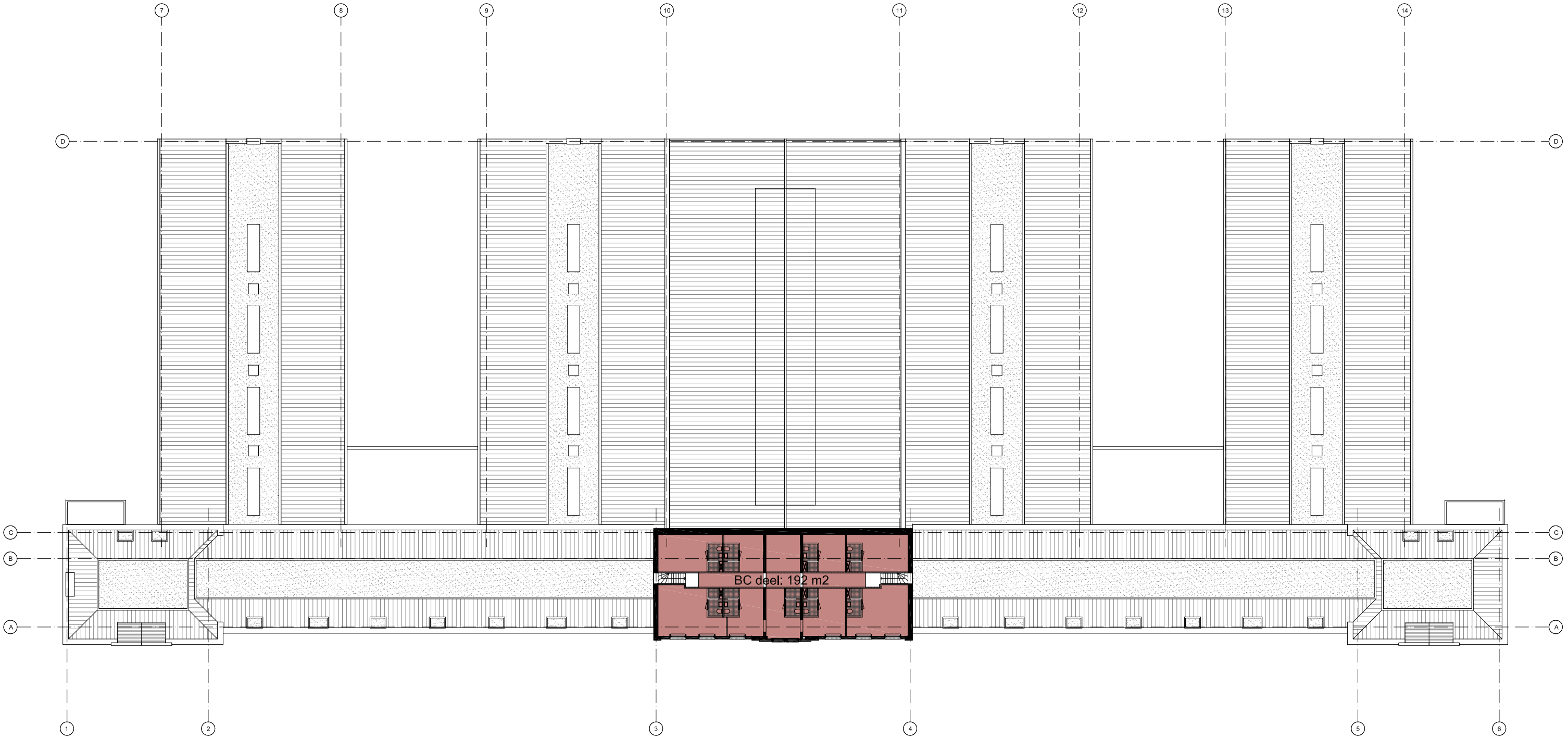
WBDBO:
Hoofddraagconstructie: 60 min wbdbo
Tussen brandcompartimenten: 60 min
Tussen subbrandcompartimenten: 30 min
Tussen brandcompartiment en trappenhuis: 30 min

0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

Netto vloer oppervlak

Akoesticum	782,66 m²	KCG	197,37 m²
Horeca	-	Exposeum	-
Algemeen	-	Winkel	-

Johan Willem Friso Gebouw
Verdieping 2
Schaal 1:350
Laatst gewijzigd: 16-12-2011



WBDBO:
Hoofddraagconstructie: 60 min wbdbo
Tussen brandcompartimenten: 60 min
Tussen subbrandcompartimenten: 30 min
Tussen brandcompartiment en trappenhuis: 30 min

0 m 3,5 m 7 m 10,5 m 14 m 17,5 m 21 m 24,5 m 28 m

Netto vloer oppervlak

Akoesticum	200,7 m²	KCG	-
Horeca	-	Exposeum	-
Algemeen	-	Winkel	-

Johan Willem Friso Gebouw
Verdieping 3
Schaal 1:350
Laatst gewijzigd: 16-12-2011