

Rapportage

Leegstaand industrieel pand te Etten-Leur

“Renovatie na herbestemming van een leegstaand industrieel pand tot een Zero Energy bedrijfspand”

Naam	Lionel Nascimento Gomes
Adres	Blancefloorstraat 21h, 1055TD Amsterdam
Telefoon	06 298 128 90
E-mail	lionel.nascimentogomes@student.hu.nl
Studentnummer	1556831
Afstudeerrichting	Bouwtechniek
Cursuscode	TBWK-AFT8-03
Titel afstudeeropdracht	Renovatie na herbestemming van een leegstaand industrieel pand tot een Zero Energy bedrijfspand
Afstudeerbedrijf	Architectenbureau Paul de Ruiter bv.
Adres	Valschermkade 36D, 1059 CD Amsterdam
Telefoon	020 626 32 44
E-mail	marlous@paulderuiter.nl
Bedrijfsbegeleider	ir. Marlous Vriethoff
	
Functie bedrijfsbegeleider	Architect
Interne begeleiders HU	ir. Ivo Mattens
	
	ir. Marieke van der Laan
	

Samenvatting

Inleiding

Dit is de rapportage voor het afstudeeronderzoek met als afstudeerrichting Bouwtechniek. Het onderwerp van het onderzoek is: "Renovatie, bouwtechnische en bouwfysische uitwerking van een leegstaand industrieel pand dat herbestemd wordt naar een Zero Energy bedrijfspand". In de rapportage zal de term Zero Energy Building principle worden vertaald naar Energieneutraal Bouwen.

Architectenbureau Paul de Ruiter bv. is gesitueerd in een voormalig staalwerkplaats aan de Valschermdam in Amsterdam, dat gerenoveerd is tot een duurzame werkplek met vier creatieve bedrijven. Vanuit de leverancier Ecophon ontstond bij een bezoek aan het bureau de vraag om een leegstaand industrieel pand te Etten-Leur te herbestemmen en te renoveren tot een duurzaam bedrijfspand. Het architectenbureau wil van een leegstaand industrieel pand dat herbestemd en gerenoveerd wordt tot een energieneutraal bedrijfspand een bouwfysische en bouwtechnische analyse en uitwerking. Deze uitwerking zal dienen als de bureaustandaard/ referentieproject voor komende projecten.

Het kantoorgebouw in Etten-Leur ligt in het bedrijventerrein Vosdonk. Vosdonk is een gebied dat ontstaan is door regelmatige uitbreiding. De spoorlijn verdeelt het gebied in twee delen. Boven de spoorlijn zijn er overwegend grootschalige bedrijventerreinen gevestigd. Het kantoorgebouw in combinatie met de daarbij horende fabriek is het grootste bedrijf op het bedrijventerrein. Met het openbaar vervoer kan men binnen 10 minuten vanaf het station Etten-Leur op locatie zijn. Met de auto is vanaf de A58, afslag N640 de Parallelweg te bereiken. Het kantoorgebouw in Etten-Leur heeft een west naar oost ligging waarbij rekening gehouden zal moeten worden met de zoninstraling op drie zijden van de gevel.

Energieneutraal Bouwen

Een project is energieneutraal als er op jaarbasis geen netto import van fossiele of nucleaire brandstof van buiten de systeemgrens nodig is om het gebouw op te richten, te gebruiken en af te breken. De energie dat gecompenseerd moet worden betreft uitsluitend gebruikers- en gebouw gebonden energie. Het opwekken van de energie moet gebonden zijn aan het gebouw zelf, met een uitzondering voor duurzame energie installaties die op het perceel van het gebouw zelf staan. Energieneutraal betekent niet per definitie EPC=0. Het kan namelijk zijn dat een woning of een utiliteitgebouw met een EPC van 0,3 of hoger alsnog energieneutraal is. De EPC waardeert niet alle maatregelen die nodig zijn om zeer energiezuinig te bouwen.

Om te komen tot een energieneutraal kantoor is de eerste stap van het 'Nieuwe Denken' het beperken van de energievraag. Dit bereikt men door een gunstige oriëntatie op de zon om gebruik te maken van zonne-energie, goede isolatieschil, koudebruggen te vermijden en bouwen met een hoge luchtdichtheid. De tweede stap is onder te verdelen in twee delen, namelijk het gebruiken van energie uit interne of externe reststromen en de overgebleven energievraag uit oneindige bronnen. Afgevoerde ventilatielucht kan door een warmteterugwinning gebruikt worden om aan te voeren ventilatielucht te verwarmen. Restwarmte uit externe bronnen in de nabije omgeving zoals warmte uit industriële processen is ook een duurzame manier van het gebruiken van reststromen. De overgebleven energievraag uit stap twee kan gewonnen worden door energie uit de bodem, van de zon, de wind op locatie en bio-energie. Stap drie geeft aan eindige energiebronnen te vermijden, deze efficiënt te gebruiken en te compenseren met 100% duurzame energie.

Energieneutraal bouwen heeft veel voordelen, vooral op het gebied van comfort, financiën en milieu. Bij de juiste toepassing levert dit gezondere gebouwen op met meer comfort.

Buiten deze voordelen zijn er enkele aandachtspunten bij de ambitie om een energieneutraal gebouw te realiseren:

- Vanwege de oriëntatie op de zon kan er in de zomer oververhitting plaatsvinden. Door het gebruik van buitenzonwering of duurzame koeling kan dit voorkomen worden
- Qua ventilatie de mogelijkheid bieden om natuurlijk te ventileren of tijdens het ontwerpproces de installatie goed te dimensioneren
- Door het ingewikkelde karakter van een project met een energieneutraal ambitie zijn er meerdere partijen betrokken bij het bouwproces. Hier moeten dus goede afspraken over verantwoordelijkheid en onderhoud worden gemaakt
- De eindgebruiker moet centraal staan. Installaties moeten goed regelbaar en bedienbaar zijn

Rekenmethode

Om de aanvankelijke ambitie vast te stellen moet er een rekenmodule gekozen worden die geschikt is om te bepalen of de energieneutraliteit behaald is. Hiervoor zijn verschillende instrumenten en hulpmiddelen beschikbaar. Vanuit de analyse komt naar voren dat er gekozen kan worden uit:

- PHPP- Passiefhuis
- BREEAM-NL
- GreenCalc+

De PHPP rekenmodule is geschikt om integrale berekeningen te maken. Het nadeel van PHPP is dat verschillende varianten niet eenduidig energieneutraal worden beoordeeld aangezien het principe van de methodiek een laag energieverbruik ambieert met een hoge Rc- waarde, met als hoofddoel een passief gebouw.

De BREEAM-NL heeft als voordeel dat het een complete structuur biedt waarmee prestaties aangetoond moeten worden. Het uiteindelijke oordeel door middel van een totaalscore Pass, Good, Very good, Excellent of Outstanding is in één oogopslag te herkennen. Het nadeel is echter dat BREEAM-Bestaande en Nieuwbouw zodanig uitgebreide methoden zijn, die overigens door een derde moeten worden beoordeeld, dat het niet haalbaar is deze in de gegeven tijd toe te passen. Een ander groot nadeel op deze methode is het feit dat er geen integrale berekening wordt gemaakt waarbij invloeden van bepaalde keuzen meegenomen kunnen worden. Enkel een vragenlijst is niet geschikt om energieneutraliteit te bepalen.

De GreenCalc+ rekenmodule is van de drie bovenstaande mogelijkheden de beste keus. De mogelijkheid om een integrale berekening te maken zorgt ervoor dat de energieneutraliteit van verschillende varianten bepaald kan worden. Ook is het feit dat materiaal gebonden energie meegenomen kan worden een groot voordeel op de lange termijn. Het nadeel van GreenCalc+ is dat het gebruik maakt van een vereenvoudigde EPC-berekening die overigens wel overgezet kan worden naar een EPC berekening voor de bouw aanvraag.

Bouwfysisch onderzoek – Referentie projecten

Begin 2010 waren er in totaal 15 projecten die in aanmerking kwamen voor de subsidieregeling UKP NESK. De subsidie is toegekend op basis van een score waarin CO₂ emissiereductie, kwaliteit binnenklimaat, innovatie, andere duurzaamheidsaspecten, kwaliteitsborging, samenwerking, slaagkans, herhalings- en opschalingspotentieel een rol speelden. In deze selectie waren er in totaal zes (nog te realiseren en) gerealiseerde kantoren, waarbij het bij twee panden om renovatie betrof. Dit zijn 'de Tempel' in Den Haag en het 'Provinciehuis NH' in Haarlem. De installatieconcepten van deze projecten zijn gebruikt als referentie.

Bouwfysisch onderzoek – Energieconcept

Op basis van de stappen van het 'Nieuwe denken', de zes (nog te realiseren en) gerealiseerde referenties en de informatie (voordelen/nadelen, toepassing, rendement, terugverdientijd en financiële aspecten) over de beschikbare technieken qua installaties is een selectie gemaakt van de technieken om te komen tot een energieneutraal kantoor.

Vanuit stap één moet de energievraag worden beperkt. Oplossingen hiervoor die meegenomen zijn in het concept zijn:

- Hoge Rc-waarde schil
- Glas met lage U waarde (minimaal HR++)
- Beperking koellast door zonwering

Vanuit het eerste deel van stap twee kan de warmte uit de ventilatiestromen teruggewonnen door gebruik te maken van mechanische ventilatie met WTW. Het tweede deel van stap twee heeft de WKO en/of de warmtepomp als maatregelen die veelal terugkomen in de zes gerealiseerde energie neutrale kantoorgebouwen.

Het is met deze input mogelijk drie varianten te maken namelijk:

- Variant 1: WKO, warmtepomp, PV-cellen
- Variant 2: WKO, BioWKK
- Variant 3: WKO, warmtepomp, windmolens

Geen van deze drie varianten voldoet aan de eisen van energieneutraliteit. Dit betekent dat er een combinatie gemaakt moet worden van de mogelijke maatregelen. De uiteindelijke variant is gekozen op basis van een haalbaarheidsonderzoek en GreenCalc+ energieverbruik berekening.

Om het pand Ecophon energieneutraal te renoveren en herbestemmen is het vanuit stap 1 van het 'Nieuwe Denken' nodig om de huidige thermische schil en glasvlakken te verbeteren, en de koellast te beperken door het toepassen van zonwering. Stap 2 van het 'Nieuwe Denken' resulteert in de toepassing van een combinatie van een WKO, een BioWKK en 960m² pv-folie. Qua kosten kan men rekenen op circa €190.000, -. Dit bedrag wordt terugverdiend in 10 jaar. Met het oog op de technische levensduur van 20 jaar voor de WKO en pv-folie en 15 jaar voor de BioWKK betekent dit een winst op de lange termijn.

Het energieneutraal bouwen is dus niet enkel een groot milieuvoordeel, maar ook een argument voor opdrachtgevers om de mogelijkheden te onderzoeken en toe te passen op de bouwnijverheid.

Voorwoord

Vanuit de Hoge School Utrecht wordt met het oog op de toekomst steeds meer aandacht besteedt aan duurzaamheid. Het idee om een duurzaam onderwerp als Energieneutraal Bouwen te onderzoeken is ontstaan in de loop van het 7e semester. De projectopdracht was toen het passief renoveren van het Boekhoven-Bosch in Utrecht. De verdieping in de bouwkundige en bouwfysische kennis heeft mij doen besluiten mijn afstudeeronderzoek te richten op Energieneutraal Bouwen om een completere ingenieur te worden.

In het 6e semester heb ik stage gelopen bij Architectenbureau Paul de Ruiter, één van de pioniers op het gebied van duurzaamheid in de bouw. Deze periode is destijds zo goed bevallen dat ik het bureau wederom benaderde voor een afstudeerplek. Mijn bedrijfsbegeleider Ir. Marlous Vriethoff heeft mij in het 6e semester begeleid en bood aan dit weer te doen voor mijn laatste en meest uitdagende studeermoment van mijn Bachelor. Mw. Vriethoff heeft altijd tijd voor mij vrijgemaakt en was vanaf het begin enthousiast over het onderwerp en stuurde waar nodig het onderzoek bij. Deze begeleiding heeft mij naar een hoger niveau gebracht, waarvoor ik haar enorm dankbaar ben.

Op de hogeschool kreeg ik begeleiding van twee stagebegeleiders. ir. Ivo Mattens (Bouwtechniek) en ir. Marieke van der Laan (Bouwfysica). De gegeven feedback was altijd helder en heeft mij en het onderzoek goed gedaan. Dus wil ik hen bij dezen bedanken voor de geschonken tijd en aandacht.

Buiten mijn begeleiders wil ik ir. Paul de Ruiter bedanken voor het ter beschikking stellen van een werkplek, ir. Noud Paes voor de samenwerking aan het project Ecophon en iedereen op het bureau, voor het beantwoorden van vragen en natuurlijk de gezellige tijden.

Amsterdam, 09 januari 2013

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	5
1.1 Aanleiding.....	5
1.2 Doelstelling.....	5
1.3 Probleemstelling.....	5
2. Bestaande situatie	6
2.1 Omgevingsanalyse.....	6
2.2 Materialisatie gevel.....	9
2.3 Constructie	9
2.4 Bestemmingsplan.....	11
3. Theoretische achtergrond	12
3.1 Energieneutraal	13
3.2 Rekenmethode	16
3.3 Conclusie.....	20
4. Methoden en Technieken	21
5. Bouwfysisch onderzoek	23
5.1 Referentieprojecten	23
5.2 Energiesystemen.....	23
5.3 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de ontwerpfase (Trisco)	24
5.4 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de detaillering (Trisco)	26
5.5 Energieconcept	26
5.6 Energieverbruik berekening	27
5.6.1 Variant 1: WKO, warmtepomp, PV-cellen.....	29
5.6.2 Variant 2: WKO, BioWKK	30
5.6.3 Variant 3: WKO, warmtepomp, windmolens	31
5.6.4 Uiteindelijke variant.....	32
5.7 Haalbaarheidsstudie varianten.....	33
5.7.1 WKO	33
5.7.2 BioWKK	35
5.7.3 PV-cellen	37
5.7.4 Windmolens	41
5.7.5 Conclusie	42
6. Bouwtechnisch onderzoek	43

6.1 Globale constructie herbestemming	43
6.2 Bouwbesluit	47
6.2.1 Afdeling Veiligheid	47
6.2.1.1 Eisen Afdeling Veiligheid	47
6.2.1.2 Toetsing Afdeling Veiligheid	47
6.2.2 Afdeling Gezondheid	47
6.2.2.1 Eisen Afdeling Gezondheid	47
6.2.2.2 Toetsing Afdeling Gezondheid	47
6.2.3 Afdeling Bruikbaarheid	47
6.2.3.1 Eisen Afdeling Bruikbaarheid	48
6.2.3.2 Toetsing Afdeling Bruikbaarheid	48
6.2.4 Afdeling Energiezuinigheid	48
6.2.4.1 Eisen Afdeling Energiezuinigheid	48
6.2.4.2 Toetsing Afdeling Energiezuinigheid	48
6.2.5 Afdeling Installaties	48
6.3 Brand	48
7. Conclusies en aanbevelingen	50
8. Literatuurlijst	51
9. Bijlage	54

1. Inleiding

Dit is de rapportage voor het afstudeeronderzoek met als afstudeerrichting Bouwtechniek. Het onderwerp van het onderzoek is: “Renovatie, bouwtechnische en bouwfysische uitwerking van een leegstaand industrieel pand dat herbestemd wordt naar een Zero Energy bedrijfspand”. In de rapportage zal de term Zero Energy Building principle worden vertaald naar Energieneutraal Bouwen.

1.1 Aanleiding

Architectenbureau Paul de Ruiter bv. is gesitueerd in een voormalig staalwerkplaats aan de Valschermkade in Amsterdam, dat gerenoveerd is tot een duurzame werkplek met vier creatieve bedrijven. Vanuit de leverancier (Ecophon) ontstond bij een bezoek aan het bureau de vraag om een leegstaand industrieel pand te Etten-Leur te herbestemmen en te renoveren tot een duurzaam bedrijfspand.

1.2 Doelstelling

Het architectenbureau wil van een leegstaand industrieel pand dat herbestemd en gerenoveerd wordt tot een energieneutraal bedrijfspand een bouwfysische en bouwtechnische analyse en uitwerking. Deze uitwerking zal dienen als de bureaustandaard/referentieproject voor komende projecten.

1.3 Probleemstelling

In het afstudeerproject worden de bouwfysische en bouwtechnische mogelijkheden onderzocht om een te herbestemmen gerenoveerd leegstaand industrieel pand te ontwikkelen tot een energieneutraal kantoor. Dit om erachter komen welke bouwfysische toepassingen en berekeningen nodig zijn qua isolatie en installaties om tot bouwtechnische oplossingen te komen, teneinde een referentieproject voor komende opdrachten te vervaardigen.

Dit resulteert in de volgende hoofdvraag en subvragen:

- ***Met welke bouwfysische principes worden bouwtechnische vraagstukken opgelost om een leegstaand industrieel pand te renoveren tot een energieneutraal kantoorgebouw?***
- *Wat houdt het in om energieneutraal te bouwen?*
- *Welke methode zijn er en welke is het meest efficiënt om te bepalen of de ambitie om energieneutraal te bouwen wordt behaald?*
- *Welke bouwfysische oplossingen zijn het meest efficiënt om tot een energieneutraal bedrijfspand te komen?*
- *Welke varianten op het installatieconcept zijn er mogelijk en welk effect heeft dit op de werking van het pand?*
- *Wat voor effect hebben de gekozen bouwfysische concepten en berekeningen op de materiaalopbouw, met het oog op materiaalbesparing en/of materiaaltoepassing?*

2. Bestaande situatie

In dit hoofdstuk wordt de bestaande situatie beschreven aan de hand van vier analyses. De omgevingsanalyse zal ingaan op de ruimtelijke structuur van het gebied en de oriëntatie van het gebouw. De bebouwing, groen-, water- en verkeerstructuur zullen aan de orde komen. Verder wordt vanuit bouwkundig perspectief de materialisatie van de gevel uitgezet. Vanuit constructief perspectief wordt de bestaande draagstructuur toegelicht en vanuit juridisch oogpunt het bestemmingsplan, met de eisen en kaders waarmee rekening gehouden moet worden bij de ontwerpfase.

2.1 Omgevingsanalyse¹

In deze paragraaf zal er ingegaan worden op de bebouwing, groen-, water- en verkeerstructuur van het bedrijventerrein Vosdonk.(Fig. 2.1)

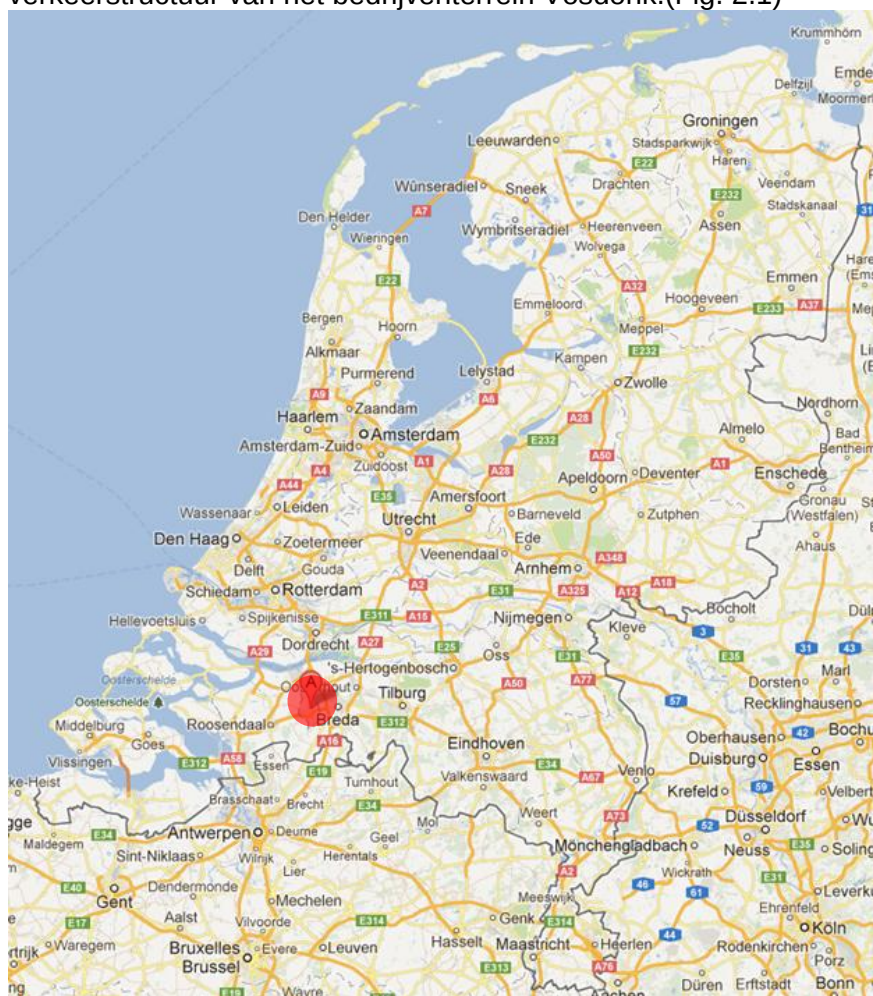


Fig. 2.1: Etten-Leur (Bron: Google Maps)

Bebouwing

Het kantoorgebouw in Etten-Leur ligt in het bedrijventerrein Vosdonk. Vosdonk is een gebied dat ontstaan is door regelmatige uitbreiding. De spoorlijn verdeelt het gebied in twee delen. Boven de spoorlijn zijn er overwegend grootschalige bedrijventerreinen gevestigd (paars). Onder de spoorlijn veelal kleinschalige bedrijventerreinen (oranje). (Fig. 2.2)

Het kantoorgebouw in combinatie met de daarbij horende fabriek is het grootste bedrijf op het bedrijventerrein. In het zuidoostelijk deel is er een combinatie van wonen en werken een overgang naar het aangrenzend woongebied. De meeste gebouwen op het bedrijventerrein Vosdonk bestaan uit één of twee lagen; een enkel pand bestaat uit meerdere lagen. De

¹ Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, Gemeente Etten-Leur, Croonen Adviseurs

bouwhoogtes variëren van 10 tot 25 meter (met uitzondering van enkele hogere bouwwerken, zoals schoorstenen). De oostzijde van het terrein grenst aan het woongebied van Etten-Leur.

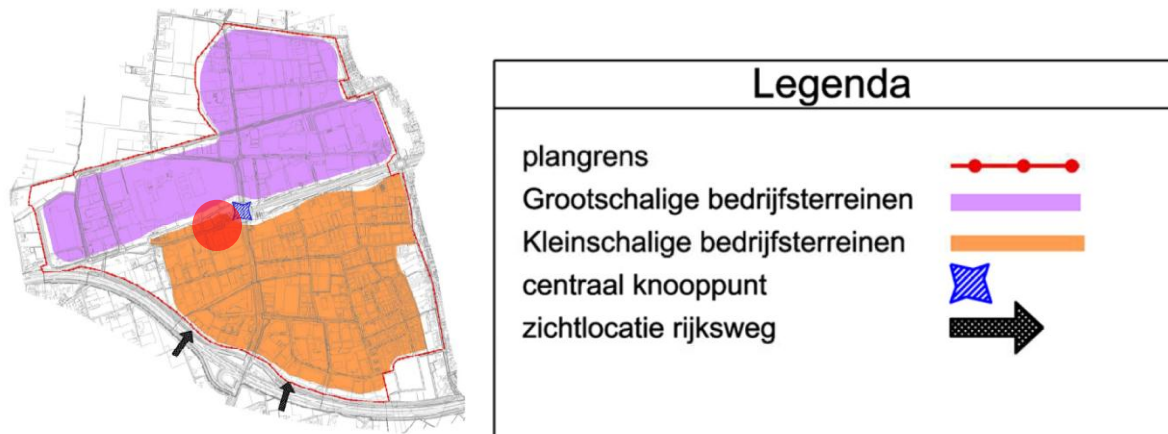


Fig. 2.2: Bebouwing (Bron: Groenstructuur Bron: Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, Gemeente Etten-Leur, Croonen Adviseurs)

Groenstructuur

Het bedrijventerrein Vosdonk bevindt het groen overwegend aan de randen van het gebied. Aan de zuidzijde is een dubbele bomenrij op de geluidswal geplaatst die dient als een groene afscheiding van het bedrijventerrein. Aan de noordzijde is het grensgebied aangegeven door laanbeplanting. In het woongebied in het zuidwestelijke deel is er sprake van een groot groen vlak. Buiten deze delen is er in het gebied weinig sprake van groen. (Fig. 2.3)

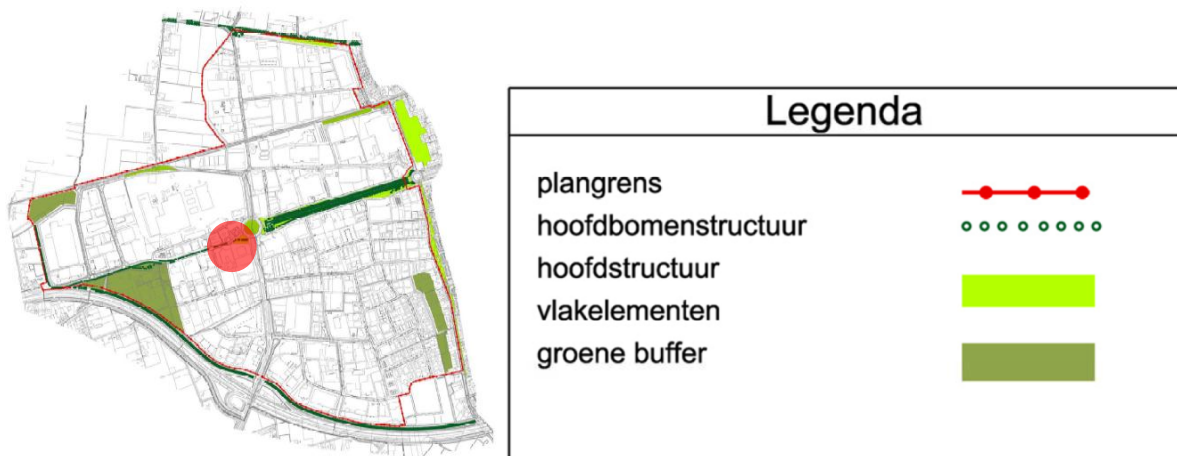


Fig. 2.3: Groenstructuur (Bron: Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, Gemeente Etten-Leur, Croonen Adviseurs)

Waterstructuur

Door het gebied lopen twee watergangen, namelijk de Kibbelvaart en de Lokkervaart. De Lokkervaart gaat ten noorden van het terrein over in de Laakse Vaart en mondt uit op de Mark en splitst zich in het zuidelijk gebied in twee stromen. De watergang is van belang voor de waterstructuur van het bedrijventerrein, omdat deze water opvangt van het landelijk gebied ten zuiden van de rijksweg. De retentievoorziening in het zuidelijk deel is ook met de watergang verbonden. De Kibbelvaart is de tweede watergang die van structureel belang is in het gebied. Deze fungeert als ecologische verbindingzone. Verder zijn er langs het spoor afwateringssloten aanwezig. (Fig. 2.4)

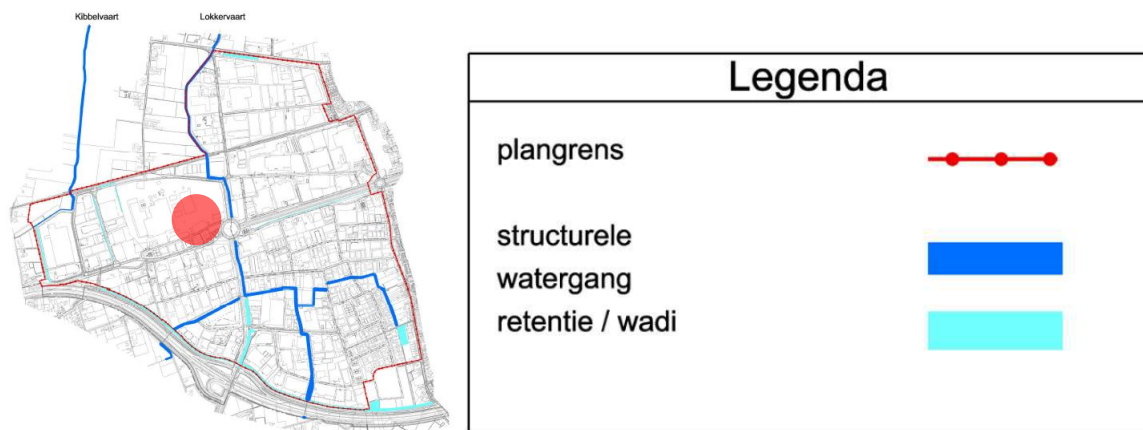


Fig. 2.4: Waterstructuur (Bron: Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, Gemeente Etten-Leur, Croonen Adviseurs)

Verkeerstructuur

Bedrijventerrein Vosdonk beschikt over een directe ontsluiting op rijksweg 58, via afslag 19. De daarop aansluitende weg Vosdonk maakt onderdeel uit van de zogeheten Kleine Ring: een stelsel van gebiedsontsluitingswegen (categorie A). Ook de Roosendaalseweg, de Heistraat, de Kattestraat en de Hoevenseweg maken onderdeel uit van de kleine Ring. Het Vossendaal en de weg Grauwe Polder fungeren ook als gebiedsontsluitingsweg. Binnen de lokale verkeersafwikkeling zijn deze wegen van een lagere orde en daarom aangewezen tot gebiedsontsluitingsweg categorie B. De Mon Plaisir is aangewezen als een erftoegangsweg met een 50 km/h-regime. Alle andere wegen binnen het plangebied zijn erftoegangswegen met een 30 km/h-regime. De gebiedsontsluitingswegen zijn voorzien van fietspaden. Op het bedrijventerrein is verder een fietspad aanwezig langs de Mon Plaisir. Het Stuiverpad vormt een snelle fietsroute tussen Grauwe Polder en de Pauvreweg. Op de geluidswal langs de rijksweg is eveneens een fietspad aanwezig.

Het bedrijventerrein Vosdonk wordt doorsneden door de spoorlijn Breda-Rosendaal. Ten zuiden van de spoorlijn bevindt zich een raccordement, waardoor de bedrijfspercelen aan weerszijden van de Oude Kerkstraat zijn aangesloten op de spoorlijn. Hoewel het raccordement in onbruik is geraakt, is het in de toekomst mogelijk om deze aansluiting indien nodig weer in gebruik weer in gebruik te nemen. (Fig. 2.5)

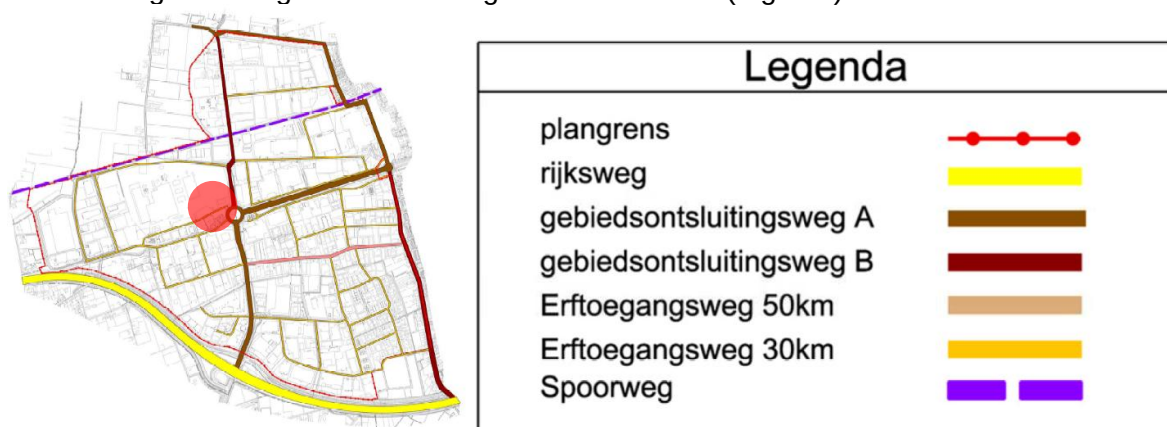


Fig. 2.5: Verkeerstructuur (Bron: Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, Gemeente Etten-Leur, Croonen Adviseurs)

Oriëntatie

Het kantoorgebouw in Etten-Leur heeft een west naar oost ligging waarbij rekening gehouden zal moeten worden met de zoninstraling op drie zijden van de gevel. Deze zoninstraling heeft ook voordelen. Bij het toepassen van zonnepanelen worden deze voordelen ten volste benut.(Fig.2.6)

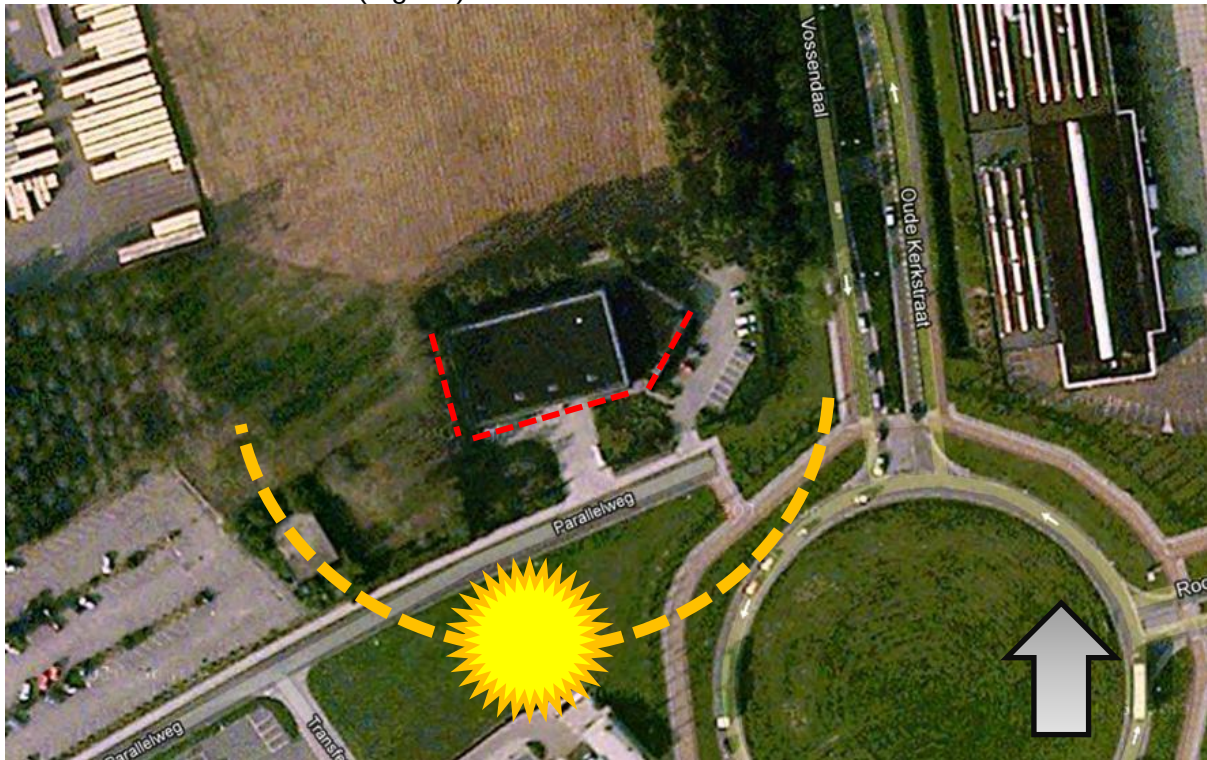


Fig. 2.6: Oriëntatie gebouw ten opzicht van de zon Bron: Google Maps

Bereikbaarheid

Met het openbaar vervoer kan men binnen 10 minuten vanaf het station Etten-Leur op locatie zijn. Met de auto is vanaf de A58, afslag N640 de Parallelweg te bereiken.

2.2 Materialisatie gevel

Vanuit bouwkundig perspectief wordt de materialisatie van de gevel uiteengezet. Ramen, deuren en het dak worden ook meegenomen in deze analyse. Doormiddel van met nummering aangegeven delen op de oost- en de noordgevel worden er materialen en bevestigingsmiddelen aangeduid. Met een fragment van de zuidgevel worden de ramen en deuren tevens aangegeven.

Voor de materialisatie van de gevel en de ramen en kozijnen zie Bijlage 2.3.

2.3 Constructie

In deze paragraaf komt de draagstructuur van de loods en het kantoorgebouw ter sprake. De fundering, begane grondvloer, draagstructuur en het dak worden door middel van archieftekeningen en volgens de legenda verduidelijkt.

Fundering

Doormiddel van de tekeningen uit het archief zijn de verschillende betonnen balken van de loods en het kantoorgebouw hieronder aangegeven (Fig.2.7). Onder deze betonnen balken bevinden zich 59 voorgespannen betonpalen met een afmeting van 4,5 meter en 250mm diameter. De betonstaalkwaliteit is FEB500 en het beton heeft een sterkteklasse B25 milieuklasse 2. (Bijlage 2.4)

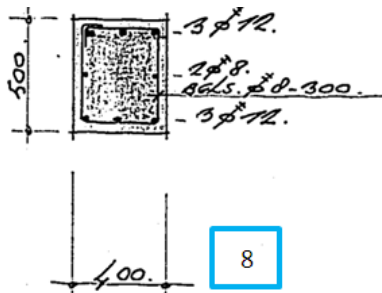
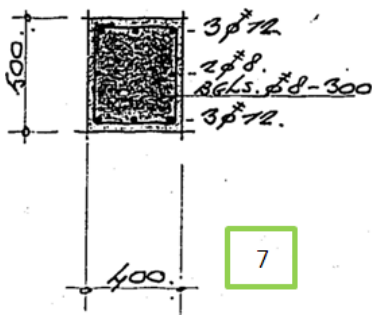
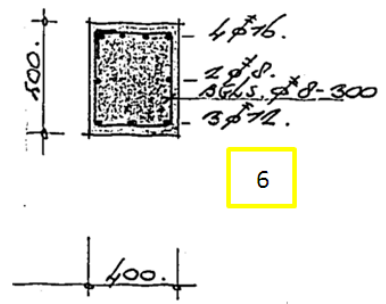
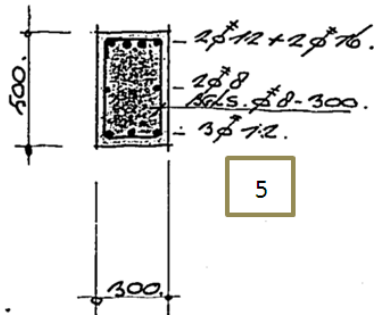
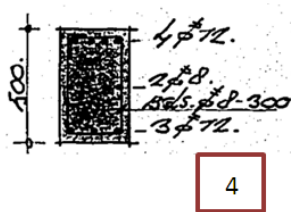
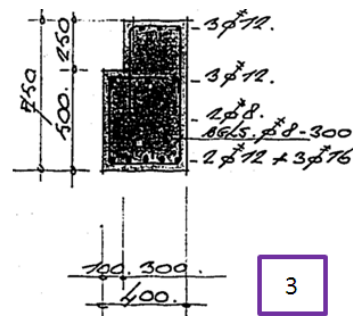
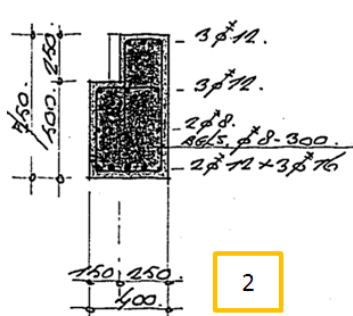
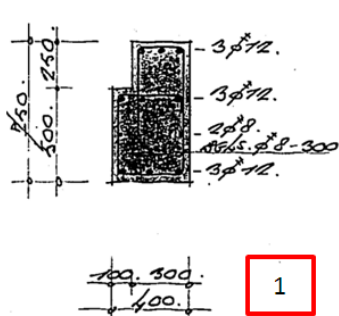
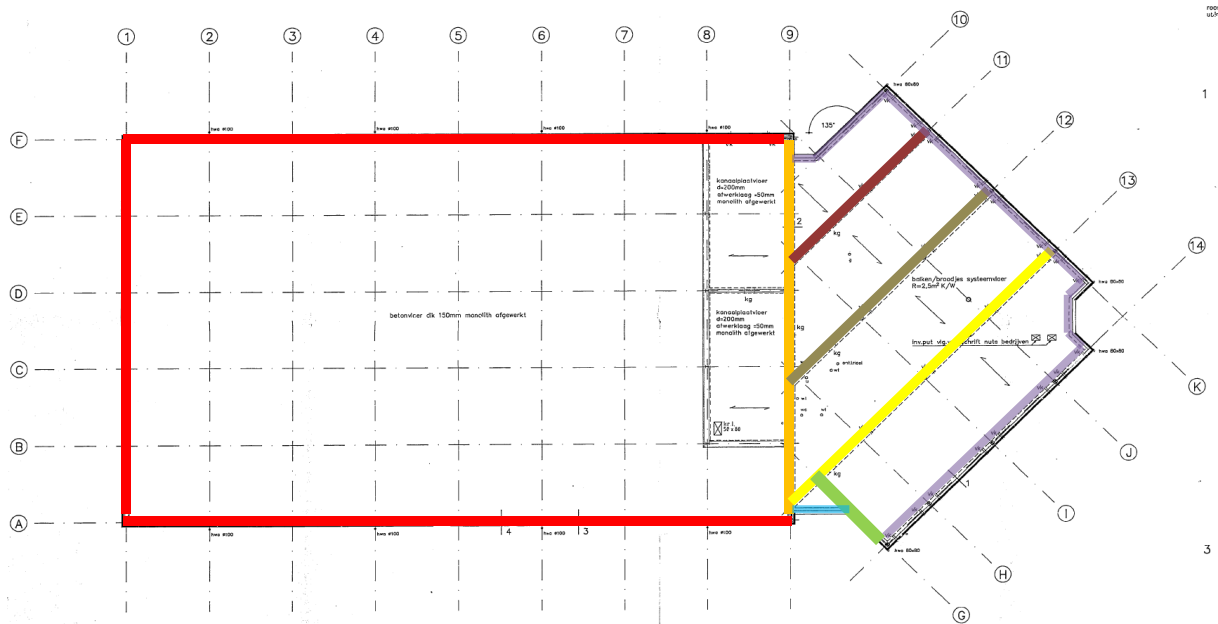


Fig. 2.7: Funderingsbalken Bron: Archief

Begane grondvloer

De begane grondvloer is verdeeld in drie typen. In de loods is het grootste deel een monolith afgewerkt in het werk gestorte 150 mm dikke betonvloer op een goed verdicht zandbed (blauw), de 200mm dikke kanaalplaatvloer met een druklaag van 50mm (geel) en de broodjesvloer van 250mm met 200mm isolatie(paars). (Fig. 2.8)

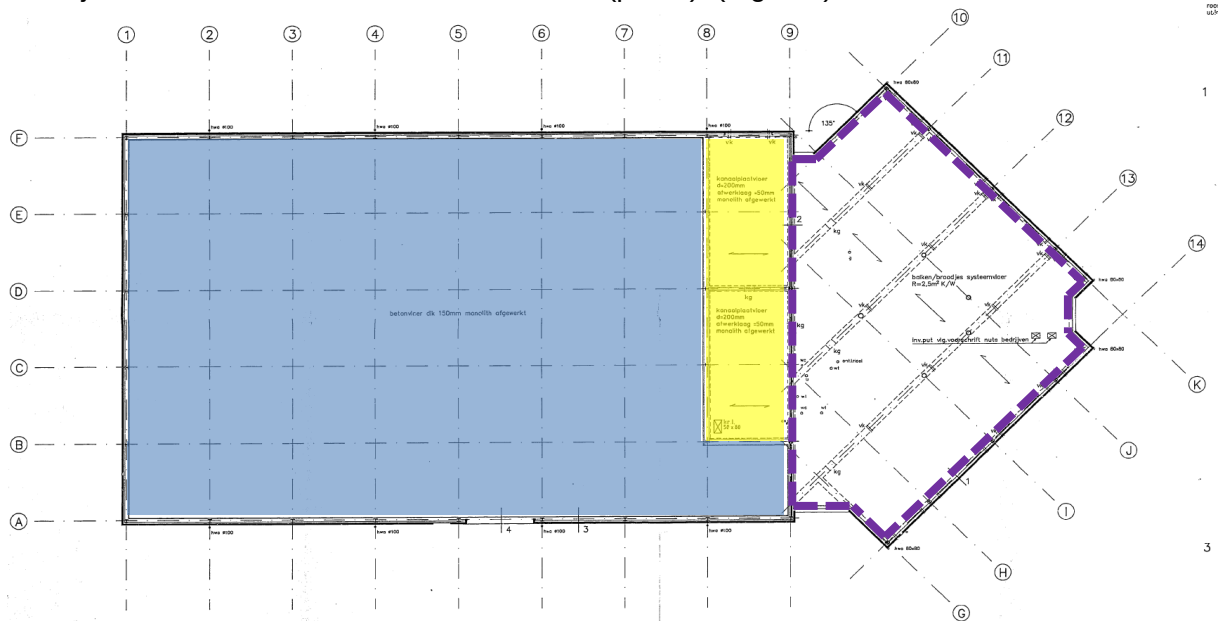


Fig. 2.8: Vloeren (Bron: Archief)

Draagstructuur + Dak

Vanuit het archief is de draagstructuur ten behoeve van de gevel en het dak uitgezocht. De tekening is verdeeld over de twee delen. De loods is rood omkaderd en het kantoor blauw omkaderd. Kolommen worden aangegeven met cirkels en liggers en met lijnen. De overspanning van het dak is aangegeven met pijlen. Voor de verklaring van de kleuren zie de legenda. (*Bijlage 2.4*)

2.4 Bestemmingsplan

Vanuit het bestemmingsplan worden enkele eisen gesteld aan de bebouwing in de omgeving. De relevante eisen zijn weergegeven per symbool of arcering in *Bijlage 2.4*.

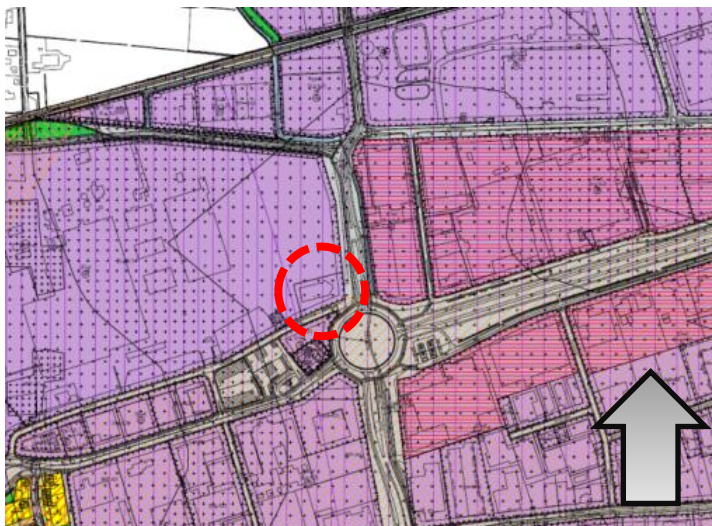


Fig. 2.9: Bestemmingsplan Vosdonk

3. Theoretische achtergrond

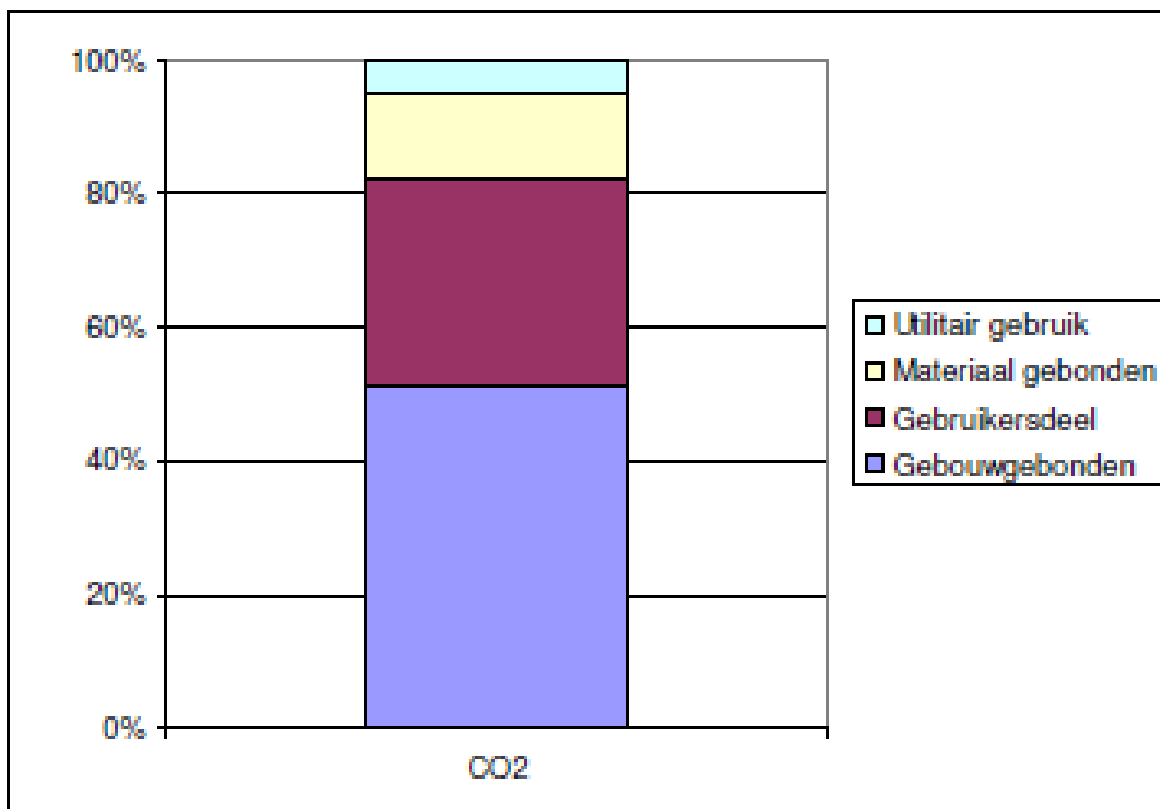
De termen energieneutraal, CO₂-neutraal en klimaatneutraal worden vaak gebruikt, maar de definitie van deze termen is (nog) niet eenduidig. In dit hoofdstuk zullen deze termen worden beschreven maar zal bij de te kiezen methode de nadruk gelegd worden op energieneutraliteit. Binnen deze term zijn er tegenwoordig nog veel interpretatieverschillen. Zo zijn de elementen binnen energieneutraliteit gebouw gebonden (warmte, koude, elektriciteit voor installaties en verlichting), gebruikers gebonden (alle elektriciteit met uitzondering van installaties en verlichting), materiaal gebonden energiegebruik (voor winning, productie, transport en afvalverwerking van de materialen voor de constructie van het gebouw) en utilitair gebruik (voor openbare verlichting en bemaling)

Vanuit de Rijksoverheid zijn de volgende doelen gesteld:

- De uitstoot van broeikasgassen, in het bijzonder CO₂, in 2020 met 30% verminderen vergeleken met 1990
- Het tempo van energiebesparing de komende jaren verdubbelen van 1% nu naar 2% per jaar
- Het aandeel duurzame energie in 2020 naar 20% van het totale energieverbruik

Vanuit het Bouwbesluit zal de EPC-eis de komende jaren aangescherpt worden. Bij woningbouw is vanaf 2011 de eis 0,6, vanaf 2015 0,4 en vanaf 2020 energieneutraal. Voor de utiliteitsbouw gelden verschillende EPC-eisen. Voor kantoren is die 1,1. Rond 2017 zal er 50% zuiniger gebouw moeten worden.

De ambitie van het kantoorpand in Etten-Leur is tot het komen van een energieneutraal pand gericht op gebouw gebonden en gebruikers gebonden energiegebruik aangezien dit de grootste elementen (86%) van de totale CO₂ emissie betreft van een gebouw. (Figuur 3.1)



Figuur 3.1: CO₂-emissie gebouw (Bron: Agentschap NL Uitgerekend nul, Taal, rekenmethode en waarde, blz. 8)

3.1 Energieneutraal²

Voor de term “energieneutraal gebouw” is er nog geen algemeen aanvaarde definitie. In de markt worden namelijk veel verschillende termen gebruikt om een energie- of klimaatambitie voor een gebouw te stellen. Energieneutraal, CO₂-neutraal, klimaatneutraal, energie nul, energieplus, energieleverend en CO₂-emissievrij zijn termen die voor verwarring kunnen zorgen. Voor het gebruik van deze termen bestaan er geen normen of wettelijke afspraken.

De term CO₂-neutraal wordt gebruikt wanneer de prestaties van een organisatie wordt beschreven. Deze term is dan ook breder dan de term energieneutraal en beschrijft onderwerpen zoals energiebesparing in gebouwen, CO₂-reductie met betrekking tot mobiliteit, inzet van duurzame energie en CO₂-compensatie.

De term ‘klimaatneutraal’ is nog breder dan de term CO₂-neutraal, omdat dit ook het binnenmilieu en duurzaamheid in de breedte meeneemt. Volgens het Platform energietransitie Gebouwde Omgeving (PeGO) is de definitie van een energieneutraal project:

“Een project is energieneutraal als er op jaarbasis geen netto import van fossiele of nucleaire brandstof van buiten de systeemgrens nodig is om het gebouw op te richten, te gebruiken en af te breken. Dit betekent dat het energiegebruik binnen de projectgrens wordt opgewekt of die op basis van externe maatregelen aan het project mag worden toegerekend. Het energieverbruik dat voortkomt uit de oprichting en sloop van het gebouw wordt verrekend naar een jaarlijkse bijdrage op basis van de verwachte levensduur van het gebouw”³

Vanuit deze definitie worden alle gebouwen en installaties bedoelt die binnen de directe invloedssfeer van de projecteigenaar omvat. Een gebouw dat 100% groene stroom ontvangt van het net wordt geen energieneutraal gebouw genoemd. Het gebruik van de energie van een windmolen in de directe omgeving kan, mits contractueel vastgelegd, meetellen om een gebouw energieneutraal te maken.

In de vervolgstudie ‘Uitgerekend Nul’ van PeGO voor de sector utiliteitsbouw bevat de term energieneutraal ook de energie die gemoeid is met het vervaardigen en slopen (materiaal gebonden energie). De conclusie van deze studie is dat in de praktijk het bepalen van dit materiaal gebonden energie moeilijk uitvoerbaar is. De energie dat gecompenseerd moet worden betreft uitsluitend gebruikers- en gebouw gebonden energie dat zoveel mogelijk aangesloten is bij het werkelijk gebruik. Het opwekken van de energie moet gebonden zijn aan het gebouw zelf, met een uitzondering voor duurzame energie installaties die op het perceel van het gebouw zelf staan. In de toekomst zal de materiaal gebonden energie belangrijker worden door het relatief groter wordende aandeel op de totale energievraag.

Energieneutraal betekent niet per definitie EPC=0. Het kan namelijk zijn dat een woning of een utiliteitsgebouw met een EPC van 0,3 of hoger alsnog energieneutraal is. Bij woningen met een EPC=0,3 is het ook mogelijk om energieneutraal te zijn. De EPC waardeert niet alle maatregelen die nodig zijn om zeer energiezuinig te bouwen. Een BioWKK is hier een goed voorbeeld van. (Hoofdstuk 5.2) Bij het berekenen van de energieneutraliteit zijn er diverse methoden die worden behandeld in paragraaf 3.2.

² “Energieneutraal Bouwen, hoe doe je dat – Agentschap NL”

³ “Energieneutraal Bouwen, hoe doe je dat – Agentschap NL” blz. 4

Volgens de documentatie van het Agentschap NL is het ontwerpen en bouwen van een energieneutraal gebouw verdeeld in de vier onderdelen waarvan de eerste twee uitvoerig worden beschreven:

- Procesaanpak
- Technisch Ontwerp
- Uitvoering
- Gebruiksfasen: beheer & onderhoud

Procesaanpak

De procesaanpak wordt verdeeld in de start, integraal ontwerpen en denken in concepten. Bij de start is het zaak te beginnen met een doelstelling of ambitie. De ambitie is het (energetische) kwaliteitsniveau dat geformuleerd wordt. Het belangrijkste bij het uitspreken van de ambitie om een energiezuinig gebouw te realiseren is het achterhalen van de definitie van de opdrachtgever bij deze termen.

Alle bouwpartners moeten een eenduidig beeld krijgen wat er wordt verstaan onder 'energie neutraal'. Om het doel te bereiken van een energieneutraal gebouw is het simpelweg stapelen van energiebesparende maatregelen en energiebesparende maatregelen niet de juiste aanpak. Bij het begin van een project gaat het om de integrale aanpak. De onderlinge samenhang van energiebesparende maatregelen en duurzame energie, energiebronnen en lokale omstandigheden, bouwkundige/bouwfysische en installatietechnische aspecten en maatregelen, investeringskosten en gebruikskosten nemen toe naar mate het gebouw energiezuiniger wordt.

Denken vanuit de eindgebruiker en vanuit beheer en onderhoud zijn een uitgangspunt bij het integraal ontwerpen. Doorgaans wordt het idee van een opdrachtgever door de architect ontworpen, dat uiteindelijk wordt omgezet in een bestek voor de bouwers en installateurs. Bij een energieneutraal gebouw is deze aanpak niet mogelijk, omdat een integrale aanpak nodig is vanaf het begin.

Het denken in concepten is te onderscheiden in energetische, bouwkundige en organisatorische concepten die samenhangen en elkaar soms overlappen om tot een totaalconcept te komen. Voor de onderlinge samenhang tussen bouwkundige en installatietechnische onderdelen is het van belang om te denken in energieconcepten. Volgens de Toolkit duurzame woningbouw wordt een energiezuinig concept worden beschouwd als:

“Een logische combinatie van bouwkundige, bouwfysische en installatietechnische maatregelen die leidt tot de gewenste prestatie-eisen, waarbij maatregelen onderling op elkaar aansluiten en zoveel mogelijk elkaar versterken in het verwezenlijken van ‘zeer energiezuinige of energie neutrale ambities’.”⁴

Als de opdrachtgever hogere kwaliteitseisen stelt dan kan een gebouw duurder worden, de kans op faalkosten neemt toe en de communicatie en onderlinge afstemming tussen de partijen worden complexer door het grotere aantal betrokken specialisten. Om deze problemen te voorkomen moet er gedacht worden aan meer samenhang om de energetische kwaliteit te waarborgen. Slimme oplossingen, zoals industrieel geproduceerde bouwdelen waarin delen van de installatie zoals energie en elektra zijn geïntegreerd zorgt ervoor dat het bouwproces korter wordt, faalkosten worden lager en de verschillende maatregelen om een hoge ambitie te realiseren zijn op elkaar afgestemd. Hierover meer in 'Hoofdstuk 5.1 Referentieprojecten'.

⁴ “Energie-neutraal Bouwen, hoe doe je dat – Agentschap NL” blz. 7

Technisch Ontwerp

Bij het technisch ontwerp is het niet de bedoeling om enkel voldoende duurzame energie op te wekken en niet de energievraag te verminderen. Dit zou leiden tot verlies van kostbare duurzame energie en onnodig hoge bouw- en installatiekosten. De toepassing van het Trias Energetica principe is een goede start om energieneutraal te bouwen. Dit principe stelt dat door het verminderen van de energievraag, gebruik te maken van duurzame energiebronnen en de restvraag op te vangen met zo efficiënt mogelijk gebruik te maken van fossiele brandstof duurzaam ontworpen kan worden. Het gebruik van fossiele brandstof, zoals de derde stap van de Trias Energetica voorschrijft moet echter zoveel mogelijk vermeden worden, omdat iedere eenheid fossiele brandstof dat verbruikt wordt gecompenseerd moet worden door zelf opgewekte duurzame energie.

Vanuit het Agentschap NL wordt er ook gekeken naar de Nieuwe Stappen Strategie. Dit resulteert in een verbeterde groep richtlijnen:

Stap 1. Verminder de energievraag door (steden)bouwkundige, passieve maatregelen die geen hulpenergie vragen.

- Oriëntatie op de zon om gebruik te maken van de zonne-energie. Zorg voor voldoende zonwering om overhitting te voorkomen
- Isoleer wand, dak, vloeren ramen zeer goed om warmteverliezen via de schil zoveel mogelijk te beperken
- Voorkom verlies van warmte door koudebruggen te vermijden en te bouwen met een hoge luchtdichtheid

Stap 2a. Gebruik energie uit interne of externe reststromen.

- Benut interne warmtestromen die de woning of het gebouw uit gaan, zoals warmteterugwinning uit afvalwater en afgevoerde ventilatielucht.
- Benut restwarmte uit externe bronnen in de nabije omgeving zoals warmte uit industriële processen, rekening houdend met de systeemgrens.

Stap 2b. Gebruik voor de overblijvende energievraag zoveel mogelijk duurzame energiebronnen, bijvoorbeeld:

- Energie uit bodem (WKO, bodemwisselaar, geothermie)
- Energie uit de zon (actieve zonne-energie, zonneboiler, zon-pv)
- Energie uit de wind op locatieniveau (urban windturbine)
- Bio-energie (biomassa, pellet kachel)

Stap 3. Vermijd eindige energiebronnen; indien gebruik hiervan onvermijdelijk is, gebruik ze dan zeer efficiënt en compenseer dit op jaarbasis met 100% duurzame energie (stap 2b)

- Aansluiting op openbaar elektriciteitsnet (bij voorkeur groene stroom)
- Zeer energiezuinige verlichting en apparatuur (gebruikersinstructie)
- Hoogrendementinstallatie zoals HR107-ketel

Het bouwen met een EPC=0 is zoals eerder besproken niet per definitie gelijk aan een energieneutraal gebouw. Het is namelijk niet zo dat een EPC=0 vrijstelling geeft op het gebruik van fossiele brandstoffen. In de EPC berekening wordt er niet rekening gehouden met huishoudelijke verbruiken terwijl deze wel invloed hebben op de energieneutraliteit van een gebouw. Aangezien de EPC gekoppeld is aan het Bouwbesluit, dat in het leven geroepen is om de minimale kwaliteit van gebouwen te waarborgen, is het geen ontwerpinstrument voor het ontwikkelen van energie neutrale gebouwen. Om de berekende resultaten ook op de bouwplaats te realiseren moet er opgeleid personeel beschikbaar zijn, heldere instructies en toezicht op de bouwplaats zijn.

Energie neutraal bouwen heeft veel voordelen, vooral op het gebied van comfort, financiën en milieu. Bij de juiste toepassing levert dit gezondere gebouwen op met meer comfort. Goede isolatie van de schil en niet-gekoppelde woning scheidende wanden leiden naar energiebesparing en een goede geluidsisolatie. Qua financiën is het minder tot geen gebruik van gas en elektriciteit gunstig. Energiebesparing en toepassing van duurzame energie beperken de verbranding van fossiele brandstoffen zoals olie en gas, en leveren zo een bijdrage aan de vermindering van de Nederlandse uitstoot van CO₂. De wereldwijde vraag naar grondstoffen en energie zal in de komende decennia sterk toenemen.

Buiten deze voordelen zijn er enkele aandachtspunten bij de ambitie om een energieneutraal gebouw te realiseren zijn:

- Vanwege de oriëntatie op de zon kan er in de zomer oververhitting plaatsvinden. Door het gebruik van buitenzonwering of duurzame koeling kan dit voorkomen worden
- Qua ventilatie de mogelijkheid bieden om natuurlijk te ventileren of tijdens het ontwerpproces de installatie goed te dimensioneren
- Door het ingewikkelde karakter van een project met een energie neutraal ambitie zijn er meerdere partijen betrokken bij het bouwproces. Hier moeten dus goede afspraken over verantwoordelijkheid en onderhoud worden gemaakt
- De eindgebruiker moet centraal staan. Installaties moeten goed regelbaar en bedienbaar zijn

Financiering van energieneutraal bouwen is niet alleen goed mogelijk, maar levert door slimme integratie van verschillende vakgebieden na een aantal jaren winst op. Om winst te maken moet allereerst de techniek perfect samenwerken. Door het bouwproces te stroomlijnen waarbij samengewerkt wordt met vaste partners, ketenintegratie, goede afspraken, prefabricage en standaardisering worden faalkosten voorkomen en levert dit tijdswinst op. Hoogwaardige gebouwen hebben hogere investeringskosten. Deze worden opgevangen door de lagere huisvestingskosten door een sterk gereduceerde energierekening.

3.2 Rekenmethode⁵

Om de aanvankelijke ambitie vast te stellen moet er een rekenmodule gekozen worden die geschikt is om te bepalen of de energieneutraliteit behaald is. Hiervoor zijn verschillende instrumenten en hulpmiddelen beschikbaar, namelijk:

- EPA berekening
- EPC berekening
- GPR gebouw
- GreenCalc+
- PHPP – Passiefhuis
- BREEAM-NL

EPA berekening

De EPA is ontwikkeld om vanuit Europese richtlijn bestaande gebouwen onder de loep te nemen. Voor de utiliteitsbouw is er de EPA-U software dat zich richt op bestaande bouw. Meerdere gebouwfuncties en klimaatinstallaties kunnen doorgerekend worden. Gebouw gebonden en het gebruik gebonden energiegebruik kan worden ingevoerd om het totale werkelijke energiegebruik van het gebouw te koppelen aan het berekende totale energiegebruik.

⁵ Agentschap NL Uitgerekend nul, Taal, rekenmethode en waarde

EPC berekening

Sinds 1995 is het verplicht om bij een bouwaanvraag een EPC-berekening in te dienen. De EPC berekent een theoretisch energieverbruik van een gebouw aan de hand van een gerenommeerde berekening, waarbij rekening wordt gehouden met het energieverbruik voor verwarming, koeling, bevochtiging, ventilatoren, pompen, warm tapwater en verlichting. De EPC waarde is een dimensieloos getal en is de maat voor de energie efficiëntie van een gebouw. Hoe lager het getal, hoe energiezuiniger het ontwerp.

GPR gebouw

GPR gebouw is een instrument voor duurzaam ontwikkelen en bouwen. Het programma biedt gereedschappen voor duurzaam beleid, helpt in het keuzetraject en maakt duurzaamheidprestaties inzichtelijk. Het puntensysteem GPR Gebouw, geeft op een vijftal thema's een kwaliteitsscore in de vorm van een rapportcijfer tussen 0 en de 10. Bij een hoge score is er sprake van een hoge kwaliteit, dus een lagere milieubelasting. Het rapportcijfer 6 komt overeen met het Bouwbesluit. GPR gebouw heeft een energiemodule voor het bepalen van de energieprestatie van het gebouw. Deze energieprestatie is een vereenvoudiging van de EPC-berekening. Gebruik gebonden energiegebruik en duurzame opwekking extern zijn geen onderdelen van de berekening. GPR heeft een resultatentabel waarin resultaten met betrekking tot energieneutraal eenduidig zijn weergegeven. De totaalscore wordt per thema in de vorm van een tabel met één tot vijf sterren gepresenteerd. Hoe meer sterren, hoe hoger de kwaliteit.

GreenCalc+

De duurzaamheid van een woning, school, kantoorgebouw, winkel, gezondheidscentrum of wijk wordt in GreenCalc+ uitgedrukt in de milieu-index. Dit is een getal die het gebouw of de wijk beoordeelt op de aspecten energiegebruik, watergebruik, materiaalgebruik en mobiliteit. GreenCalc+ geeft een zeer compleet en integraal overzicht van de duurzaamheid.

Met GreenCalc+ wordt de belasting gemeten die het gebouw gedurende zijn totale bestaansperiode voor het milieu betekent in vergelijking met die van een referentiegebouw. Het referentiegebouw heeft een milieu-index van 100. Voor GreenCalc+ geldt hoe hoger de score, hoe beter. De GreenCalc+ maakt gebruik van een vereenvoudigde EPC-berekening en is daarom niet een volledige berekening van het energiegebruik. Bij de GreenCalc+ is het niet mogelijk om klimaatsectoren en combinaties van gebruiksfuncties in te voeren.

Met GreenCalc+ is het wel al mogelijk om materiaal gebonden energie mee te nemen. Mocht dit ooit onderdeel van de definitie energieneutraal worden is dit al beschikbaar.

PHPP – passiefhuis

De PHPP is in Europa de belangrijkste rekenmethode om onder meer tot passief bouwen en passief renoveren te komen. De PHPP biedt hiervoor een Excel-hulpmiddel. Hiermee is het niet alleen mogelijk om tot een passief huis principe te komen maar ook om gebouwen met een laag energiegebruik te evalueren. PHPP beoordeelt het totale energiegebruik tijdens exploitatie, dus zowel het gebouw gebonden als het gebruikers gebonden energiegebruik. De berekeningswijze en principes zijn inzetbaar om te komen tot energie neutrale gebouwen. De methodiek is zeer gedetailleerd en hierdoor betrouwbaar.

BREEAM-NL

BREEAM-NL is een beoordelingsmethode voor de duurzaamheid van gebouwen. Het stelt een standaard voor een duurzaam gebouw en geeft vervolgens aan welk prestatieniveau het onderzochte gebouw heeft. Het systeem maakt gebruik van kwalitatieve weging. Bij de totaalscore zijn Pass, Good, Very good, Excellent of Outstanding mogelijke uitkomsten. BREEAM-NL is geschikt voor nieuwbouw en grote renovaties. Wanneer er voor een renovatie een bouwvergunning nodig is, dan kan met BREEAM-NL Nieuwbouw worden gewerkt. Een andere richtlijn die gehanteerd kan worden is van de EPBD, dat stelt dat als er

meer dan 25 procent van de thermische schil wordt aangepakt en er voor meer dan 25% van de waarde van het gebouw gerenoveerd wordt.⁶

Op het eerste gezicht lijken alle methoden toepasbaar hoewel enkele geen eigen rekenkern hebben. De EPA-berekening, EPC-berekening, GreenCalc+ en de PHPP zijn tot dit moment het gunstigst.

omschrijving	EPA-berekening	EPC-berekening	Groen financiering	GPR	GreenCalc+	Triodostoets	BREEAM-NL	PHPP
Energieberekening	+	+	EPC-ber.	+	+	EPC-ber.	EPC-ber.	+
Integrale berekening	+	+	-	-	+	-	-	+
Geschikt voor NL situatie	+	+	+	+	+	+	+	+/-

Tabel 3.3.1: Overzicht Nationale Rekenmethoden (Bron: Agentschap NL Uitgerekend nul, Taal, rekenmethode en waarde, blz. 5)

	Gebouw-gebonden	Gebruikers-gebonden	Materialen
EPA-berekening	+	+/- ²	-
EPC-berekening	+	-	-
GPR	+	-	+
GreenCalc+	+	+	+
BREEAM-NL	+	- ³	+
PHPP	+	+	-
RETScreen	+	+	-

Tabel 3.3.2: Energieposten en methoden (Bron: Agentschap NL Uitgerekend nul, Taal, rekenmethode en waarde, blz. 8)

In tabel 3.3.2 is te zien dat de GreenCalc+ en PHPP de gebouw gebonden en de gebruikers gebonden energie mee kunnen nemen in de berekening. BREEAM Bestaande Bouw heeft in tegenstelling met BREEAM-NL ook de mogelijkheid om gebruikers gebonden energie mee te nemen in de beoordeling. GreenCalc+ heeft als extra voordeel dat materiaal gebonden al onderdeel is van de beoordeling. Dit is handig op het moment dat materiaal gebonden energie deel zou worden van de uiteindelijke definitie van energieneutraal.

Om energieneutraliteit van een gebouw vast te stellen, moet niet alleen worden bepaald wat het energiegebruik van een gebouw is, maar moet er ook worden bepaald op welke wijze invulling gegeven wordt aan de energievraag. Welke duurzame externe of interne methoden worden ingezet en hoe deze worden berekend.

Voor energieneutraliteit kunnen de eerste vier methoden uit tabel 3.3.3 gebruikt worden.

⁶ www.breeam.nl/bestaande_bouw/breeam_bestaande_bouw

	EPA- berekening	EPC- berekening	GPR	GreenCalc+	BREEAM	PHPP	RETScreen
Energiebesparing lokaal	+	+	+	+	+	+	+
Energiebesparing extern	+	+	+	+	+	+	+
Duurzame opwekking lokaal	+	+	+	+	+	+	+
Duurzame opwekking extern	-	-	-	+	+	+	+
CO ₂ -compensatie lokaal	-	-	-	+	+	+	+
CO ₂ -compensatie extern	-	-	-	-	-	-	-
Kernenergie project	-	-	-	-	-	-	-
Kernenergie extern	-	-	-	-	-	-	-
CO ₂ -afvang en opslag project	-	-	-	-	-	-	-
CO ₂ -afvang en opslag extern	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 3.3.3: Middelen en methoden (Bron: Agentschap NL Uitgerekend nul, Taal, rekenmethode en waarde, blz. 10)

In tabel 3.3.4 zijn de mogelijkheden van de rekenmethoden om energieneutraliteit te berekenen uiteengezet. PHPP is door het Agentschap niet meegenomen door de geringe acceptatie in de bouw. Dit betekent overigens niet dat de PHPP niet toepasbaar zou zijn. De PHPP heeft vergelijkbare mogelijkheden als GreenCalc+.

	EPA- berekening	EPC- berekening	GPR	GreenCalc+	BREEAM
Energiegebruik gebouw	+	+	+	+	+
Energiegebruik gebruikers	+/-	-	-	+	+/-
Energiebesparing lokaal	+	+	+	+	+
Energiebesparing extern	+	+	+	+	+
Duurzame opwekking lokaal	+	+	+	+	+
Duurzame opwekking extern	-	-	-	+	+

Tabel 3.3.4: Mogelijkheden rekenmethoden om energieneutraliteit te berekenen (Bron: Agentschap NL Uitgerekend nul, Taal, rekenmethode en waarde, blz. 14)

Volgens de definitie energieneutraal, waarbij gebouw gebonden en gebruikers gebonden energie worden gerekend tot de elementen om te komen tot een beoordeling, is uit deze tabel enkel de GreenCalc+ geschikt.

3.3 Conclusie

Een energieneutraal pand is een gebouw waarbij er op jaarbasis geen netto import van fossiele of nucleaire brandstof van buiten de systeemgrens nodig is. Alle energie is afkomstig van duurzame installaties onder, in, en op of naast het gebouw.

Aangezien materiaal gebonden energie vooralsnog niet bij de definitie hoort, wordt er in dit onderzoek geen rekening gehouden met de benodigde energie bij de realisatie en sloop.

In dit hoofdstuk zijn de rekenmethoden om energieneutraliteit te berekenen uiteengezet. Naar aanleiding van de input moet er een keus gemaakt worden tussen de volgende rekenmethoden:

- GreenCalc+
- BREEAM-Nieuwbouw
- PHPP – Passiefhuis

Al deze methoden lijken geschikt om te komen tot betrouwbare resultaten bij het beoordelen van een bestaand utiliteitsgebouw op energieneutraliteit.

GreenCalc+ heeft als voordeel dat het eindresultaat in één oogopslag herkend kan worden als energiezuinig. Immers hoe hoger het getal, hoe zuiniger. De mogelijkheid om een integrale berekening te maken zorgt ervoor dat de energieneutraliteit van verschillende varianten bepaald kan worden. Ook is het feit dat materiaal gebonden energie meegenomen wordt een groot voordeel op de lange termijn. Het nadeel van GreenCalc+ is dat het gebruik maakt van een vereenvoudigde EPC-berekening die overigens wel overgezet kan worden naar een EPC berekening voor de bouw aanvraag.

BREEAM-Nieuwbouw heeft als voordeel dat het een complete structuur biedt waarmee prestaties aangetoond moeten worden. Het uiteindelijke oordeel door middel van een totaalscore Pass, Good, Very good, Excellent of Outstanding is in één oogopslag te herkennen. Het nadeel is echter dat BREEAM-Bestaande en Nieuwbouw zodanig uitgebreide methoden zijn, die overigens door een derde moeten worden beoordeeld, dat het niet haalbaar is deze in de gegeven tijd toe te passen. Een ander groot nadeel op deze methode is het feit dat er geen integrale berekening wordt gemaakt waarbij invloeden van bepaalde keuzen meegenomen kunnen worden. Enkel een vragenlijst is niet geschikt om energieneutraliteit te bepalen.

PHPP – Passiefhuis heeft als voordeel dat het een zeer gedetailleerde methodiek is, waardoor de uitkomsten betrouwbaar zijn. Zowel het gebouw gebonden als het gebruikers gebonden energiegebruik worden integraal berekend waardoor deze methode geschikt is om de energieneutraliteit te beoordelen. Het nadeel van PHPP is dat verschillende varianten niet eenduidig energieneutraal worden beoordeeld aangezien het principe van de methodiek een laag energieverbruik ambieert met een hoge RC, met als hoofddoel een passief gebouw. Door de gedetailleerde uitkomsten is deze methode ook geschikt als rekenmethode voor energie neutrale gebouwen.

Naar aanleiding van deze analyse, waarbij de term energieneutraal is vastgelegd, is de meest geschikte methode GreenCalc+. Aangezien het gebouw nog in de ontwerpfase verkeerd is de integrale berekening een groot voordeel waarmee een uitspraak gedaan kan worden over de benodigde installaties en maatregelen om te komen tot een energieneutraal gebouw. De PHPP methode is weliswaar geschikt om integrale berekeningen te maken om te komen tot energie neutrale gebouwen, maar door de huidige geringe acceptatie in de bouw is deze niet gekozen als berekeningsmethode.

4. Methoden en Technieken

Hieronder volgt een overzicht van de gebruikte Methoden en Technieken die toegepast zijn bij de producten in de verschillende fasen van het afstudeertraject.

Fase	Producten	Methoden en Technieken
Vorbereiding	Plan van Aanpak	Het Plan van Aanpak is opgezet naar de lay-out die te vinden is in het afstudeerprotocol van de Hogeschool Utrecht. Het boek "Helder rapporteren" is hierbij gebruikt als hulpmiddel om onder andere de probleemstelling en de doelstelling helder te formuleren.
Vooronderzoek	Definitie en mogelijkheden energieneutraal bouwen	In het vooronderzoek is er allereerst nagegaan worden wat energieneutraal bouwen inhoudt. De definitie en mogelijkheden die dit concept inhoudt is door middel van literatuuronderzoek en referenties gedaan.
	Keuze toetsingsmethode energieneutraliteit	Doormiddel van vergelijking van verschillende methoden is er nagegaan welke methode het meest effectief is om na te gaan of de ambitie om energieneutraal te bouwen behaald is.
	Onderzoek bestaande situatie	De bestaande situatie is onder de loep genomen door tekeningen op te vragen en informatie in te winnen door literatuuronderzoek.
Bouwfysisch onderzoek	Vooronderzoek installatieconcepten	Bij het vooronderzoek is er een vergelijking gemaakt tussen de mogelijke installatieconcepten die geschikt zijn voor de herbestemming
	Energieconcept (bouwfysisch en installatietechnisch)	Vanuit het vooronderzoek is een energieconcept samengesteld waarbij bouwfysische en installatietechnische maatregelen hebben geleid tot een energieneutraal gebouw.
	Bouwfysica van de gebouwschil (bestaande situatie en herbestemming)	De gebouwschil is onderzocht door middel van Trisco om vochtproblemen te voorkomen en te voldoen aan de minimale binnen oppervlakte temperatuur vanuit het Bouwbesluit 2012.
	Energieverbruik berekening	Door middel van de gekozen toetsingsmethode GreenCalc+ is er een berekening gemaakt van verschillende varianten om te komen tot een uiteindelijke variant

Bouwtechnisch onderzoek	Globale constructie herbestemming	De constructie van de herbestemming is met behulp van vuistregels berekend.
	Toetsing Bouwbesluit	De relevante eisen vanuit de afdelingen veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en installatievoorschriften worden toegepast.
	Brandcompartimentering	Vanuit de eisen uit het Bouwbesluit en architectonische overwegingen wordt het pand zodanig verdeeld in brandcompartimenten dat dit zo min mogelijk afbreuk doet aan het ontwerp en aan de veiligheid.
Bouwtechnische uitwerking	Tekeningen op Bouwaanvraag niveau	De bouwtechnische uitwerking is in dit onderzoek beperkt tot het maken van details die berekend zijn aan de hand van Trisco en uitgewerkt zijn conform de wensen van het architectenbureau.
Verslaglegging	Verslag	Dit verslag is geschreven conform de wensen van de Hogeschool Utrecht.
	Conclusie Aanbevelingen	In dit verslag is een hoofdstuk gewijd zijn aan de conclusie en aanbevelingen
Presentatie	PowerPoint	De PowerPoint presentatie zal aan het eind van het afstudeertraject een heldere kijk geven op het proces van het project. Dit zal dienen als een hulpmiddel bij het verdedigen van het onderzoeksrapport.
	3D visualisatie	Ter aanvulling van de presentatie zal er een 3D visualisatie gemaakt worden van de herbestemming.

5. Bouwfysisch onderzoek

In dit hoofdstuk wordt er een vooronderzoek van de installatieconcepten gedaan op basis van al gerealiseerde en nog te realiseren energiezuinige en energie neutrale kantoorgebouwen. In paragraaf 5.2 worden de kenmerken van de verschillende energiesystemen opgenoemd. In de paragrafen 5.3 en 5.4 volgt verder onderzoek naar de huidige bouwschil en nieuwe detaillering met het programma Trisco. Op basis van deze onderzoeken en het Nieuwe Denken zullen er in paragraaf 5.5 enkele varianten opgezet worden van energieconcepten. Uit deze varianten zal er uiteindelijk één gekozen worden waarmee energieneutraliteit van het kantoorgebouw moet worden gerealiseerd. Om het pand te toetsen wordt er gebruik gemaakt van GreenCalc+. Hierop volgt een haalbaarheidsonderzoek, dat de kosten van de gekozen systemen en de daarbij behorende terugverdientijden in kaart zal brengen.

5.1 Referentieprojecten⁷

Begin 2010 waren er in totaal 15 projecten die in aanmerking kwamen voor de subsidieregeling UKP NESK. De subsidie is toegekend op basis van een score waarin CO₂ emissiereductie, kwaliteit binnenklimaat, innovatie, andere duurzaamheidsaspecten, kwaliteitsborging, samenwerking, slaagkans, herhalings- en opschalingspotentieel een rol speelden.

In deze selectie waren er in totaal zes (nog te realiseren en) gerealiseerde kantoren, waarbij het bij twee panden om renovatie betrof. Dit zijn 'de Tempel' in Den Haag en het 'Provinciehuis NH' in Haarlem. De installatieconcepten van deze projecten en de vier overige nieuwbouwprojecten worden in dit hoofdstuk behandeld. Gaandeweg worden de elementen van het concept verder toegelicht om uiteindelijk tot een passend concept te komen voor de herbestemming.

Voor de referentieprojecten zie Bijlage 5.1.

5.2 Energiesystemen

In deze paragraaf worden de voordelen, nadelen, toepassing, rendementen en financiële aspecten van de volgende toegepaste installaties besproken:

- WKO
- Warmtepomp
- LTV en HTK
- PV-systemen
- BioWKK
- Windmolens

Na de installaties zullen overige maatregelen zoals energiezuinige verlichting en mechanische ventilatie met warmteterugwinning worden besproken.

In paragraaf 5.2.8 worden enkele innovaties op het gebied van energiezuinige maatregelen doorgenomen. Aan het eind van deze paragraaf worden de kosten, rendementen en de terugverdientijden uiteengezet.

Voor de mogelijke energiesystemen zie Bijlage 5.2.

⁷ "Naar energie neutrale kantoren" – De UKP-NESK kantoren in de initiatieffase- Agentschap NL

5.3 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de ontwerpfase (Trisco)

De opslagloods van het te renoveren kantoorgebouw is op dit moment niet geschikt voor de beoogde functie. In één oogopslag is de koudebrug een probleem dat opgelost moet worden. (Fig. 5.20)

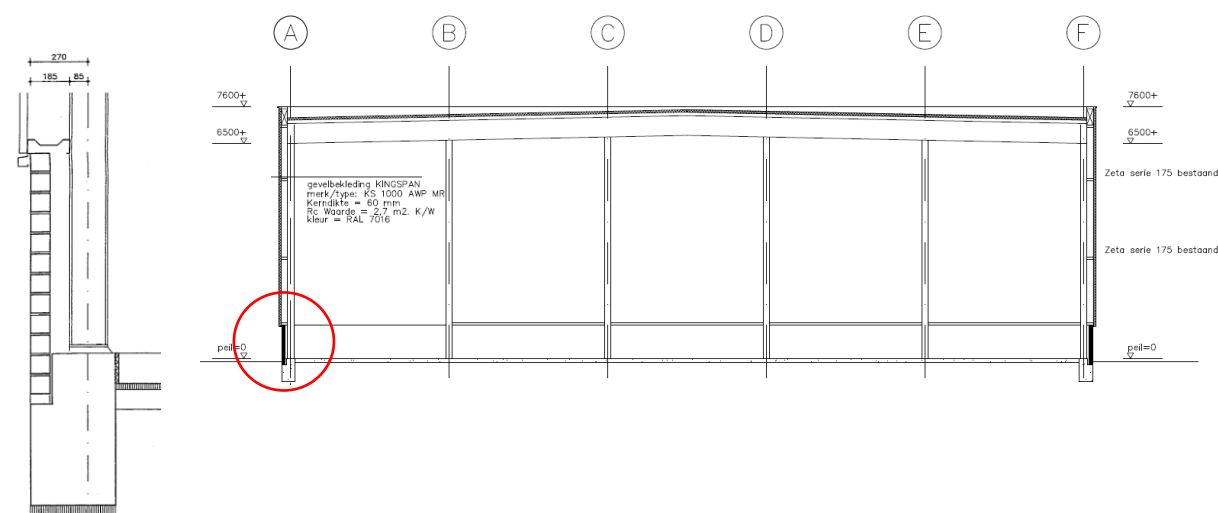


Fig. 5.20: Detail fundering bestand

gebruiksfunctie	leden van toepassing				grenswaarden
artikel	wering van vocht van buiten				factor van de temperatuur
lid	1	2	3	4	
1 Woonfunctie	1	2	3	4	0,65
2 Bijeenkomstfunctie	1	2	3	4	0,5
3 Celfunctie	1	2	3	4	0,5
4 Gezondheidszorgfunctie	1	2	3	4	0,5
5 Industriefunctie	1	2	3	4	0,5
6 Kantoorfunctie	1	2	3	4	0,5
7 Logiesfunctie	1	2	3	4	0,5
8 Onderwijsfunctie	1	2	3	4	0,5
9 Sportfunctie	1	2	3	4	0,5
10 Winkelfunctie	1	2	3	4	0,5
11 Overige gebruiksfunctie	1	2	3	4	0,5
12 Bouwwerk geen gebouw zijnde	1	2	3	4	0,5

Fig. 5.21: Tabel 3.20 Bouwbesluit 2012

De eis vanuit het Bouwbesluit 2012 is dat dat de f-waarde (factor van de temperatuur) van een kantoorgebouw gelijk of hoger moet zijn dan 0,5. Dit betekent dat bij een buitentemperatuur van 0°C en een binnentemperatuur van 18°C de minimale binnen oppervlaktetemperatuur $0,5 \cdot 18 = 9^\circ\text{C}$ moet zijn. Aangezien de bestaande gevel niet zodanig is gedetailleerd om geschikt te zijn als verblijfsruimte is de verwachting dat de gevel aangepast moet worden.

De bestaande situatie wordt getoetst met het programma Trisco, waarmee het mogelijk is details in te voeren om het temperatuurverloop in de constructie uit te beelden en geschikte oplossingen te bieden om de gevel wel geschikt te maken voor de beoogde functie. De architect heeft een principedetail gemaakt dat getoetst zal worden. (Fig. 5.22) Hierop volgen aanvullende opties en aanbevelingen.

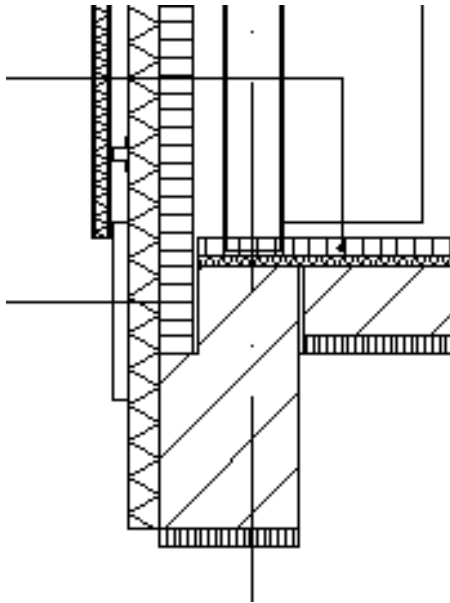


Fig. 5.22: Principedetail architect

Voor de Trisco uitkomsten van de bestaande situatie en varianten zie Bijlage 5.3

Conclusie

Als er vanuit het principedetail van de architect wordt geredeneerd is qua beperking van het warmteverlies de combinatie van optie 1 en 2 het gunstigst. De materiaalkosten zullen in dat geval hoger zijn dan optie 1 en 2, terwijl de verschillen marginaal zijn.

Optie 2, waarbij gebruik gemaakt wordt van binnen gevelisolatie, is qua beperking van de warmtestroom een betere oplossing dan optie 1.

Het feit dat binnen gevelisolatie zorgt voor een hogere binnen oppervlakte temperatuur, dus minder warmtestroom is een logisch gevolg. De conclusie die te trekken is, uit de verschillende opties, is dat het gebruik van isolatie in combinatie met een tweede sandwichpaneelgevel niet beter isoleert dan een buitengevel- én binnen gevelisolatie.

Deze informatie geeft de architect stof tot nadenken. Een tweede gevel is qua temperatuurverloop niet de meest gunstige oplossing, maar de keuze voor de meest gunstige warmtestroom heeft gevolgen voor het ontwerp. Binnengevelisolatie neemt bouwphysische risico's mee zoals kans op inwendige condensatie.

5.4 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de detaillering (Trisco)

Naar aanleiding van de vraag vanuit het architectenbureau zijn er vier nieuwe details ingevoerd in Trisco. Per detail wordt er gekeken of de binnen oppervlaktetemperatuur minimaal conform de eis van het Bouwbesluit 2012 is.

Voor de Trisco uitkomsten van de vier details zie Bijlage 5.4.

5.5 Energieconcept

Om te komen tot een energieneutraal kantoor is de eerste stap van de 'Trias Energetica' of het 'Nieuwe Denken' het beperken van de energievraag. Dit bereikt men door een gunstige oriëntatie op de zon om gebruik te maken van zonne-energie, goede isolatieschil, koudebruggen te vermijden en bouwen met een hoge luchtdichtheid.

De tweede stap is onder te verdelen in twee delen, namelijk het gebruiken van energie uit interne of externe reststromen en de overgebleven energievraag uit oneindige bronnen.

Afgevoerde ventilatielucht kan door een warmteterugwinning gebruikt worden om aan te voeren ventilatielucht te verwarmen. Restwarmte uit externe bronnen in de nabije omgeving zoals warmte uit industriële processen is ook een duurzame manier van het gebruiken van reststromen. De overgebleven energievraag uit stap twee kan gewonnen worden door energie uit de bodem, van de zon, de wind op locatie en bio-energie.

Stap drie geeft aan eindige energiebronnen te vermijden, deze efficiënt te gebruiken en te compenseren met 100% duurzame energie.

Om de link te leggen tussen de stappen uit de 'Trias Energetica' of het 'Nieuwe Denken' en de maatregelen van de zes gerealiseerde energie neutrale kantoren zijn de maatregelen in de onderstaande tabel onderverdeeld.

Stap 1: Beperken van de energievraag	- Hoge Rc- waarde schil - HR++ of Drielaagsglas met lage U- waarde - Vervanging bestaande gevel voor geheel nieuwe gevel met hoge isolatie, kierdichting en daglichttoetreding - Beperken koellast door beperkt beglazing op het zuiden of anders zonwering
Stap 2a: Gebruik energie uit interne of externe reststromen	- Ventilatie op basis van CO₂ met warmteterugwinning (WTW)
Stap 2b: Gebruik energie uit oneindige bronnen	- PV-cellen - WKO - Warmtepomp - BioWKK - Zonnecollector warmtapwater - Windmolens
Stap 3: Vermijd eindige energiebronnen, gebruik deze efficiënt en deze te compenseren met 100% duurzame energie	- Energiezuinige verlichting

Op basis van de stappen van de 'Trias Energetica' of het 'Nieuwe denken', de zes (nog te realiseren en) gerealiseerde kantoorgebouwen uit paragraaf 5.1 en de informatie (voordelen/nadelen, toepassing, rendement, terugverdientijd en financiële aspecten) over de

beschikbare technieken qua installaties uit paragraaf 5.2 is een selectie gemaakt van de technieken om te komen tot een energieneutraal kantoor.

Vanuit stap één moet de energievraag worden beperkt. Oplossingen hiervoor die meegenomen zijn in het concept zijn:

- Hoge Rc-waarde schil
- Glas met lage U waarde (minimaal HR++)
- Beperking koellast door zonwering

Vanuit het eerste deel van stap twee wordt de warmte uit de ventilatiestromen teruggewonnen door gebruik te maken van mechanische ventilatie met WTW. Het tweede deel van stap twee heeft maatregelen die veelal terugkomen in de zes gerealiseerde energie neutrale kantoorgebouwen namelijk:

- WKO
- Warmtepomp

In alle van de zes projecten wordt gebruik gemaakt van een WKO. De energiebesparing bij verwarmen en/of koelen is bij het gebruik van een WKO 40 tot 80% ten opzichte van conventionele verwarming/koeling en heeft een terugverdientijd van 3 à 7 jaar. (zie paragraaf 5.2) Eén van de mogelijkheden om de opgeslagen warmte uit de WKO te verwarmen naar een geschikte temperatuur voor de LTV en het warmtapwater is een warmtepomp. Zoals terug te lezen is in paragraaf 5.2 is de terugverdientijd circa 7 à 13 jaar en 50% energiezuiniger dan een Hr-ketel.

Het concept bestaat nu dus enkel uit de WKO en de LTV en HTK. Voor de LTV is het nodig om de warmte uit de warmtebron van de WKO op te warmen naar een geschikte temperatuur (max. 45°C)

Enkele andere maatregelen op basis van de zes projecten om energie op te wekken zijn:

- PV-cellen
- BioWKK
- Windmolens

PV-cellen, BioWKK en windmolens worden in de zes projecten niet allemaal tegelijk toegepast. Het is dus mogelijk om varianten te maken en te berekenen, hiermee te experimenteren en te komen tot een uiteindelijk energieconcept. Met GreenCalc+ wordt in paragraaf 5.6 de varianten PV-cellen, BioWKK en windmolens met elkaar vergeleken en in paragraaf 5.7 de haalbaarheid van deze varianten.

5.6 Energieverbruik berekening

Zoals te lezen is in paragraaf 5.5 is er een basis energieconcept te maken dat een goede start is om te komen tot een energieneutraal kantoorgebouw. De schil krijgt een hoge Rc waarde, glas met een lage U waarde en de koellast wordt beperkt door gebruik te maken van externe zonwering.

De warmte van de ventilatiestromen wordt teruggewonnen door middel van mechanische ventilatie met WTW. De overige energievraag wordt verkregen door de WKO, die wordt bijgestaan door een variant met een warmtepomp, pv-cellen, bio-WKK en/of windmolens.

Verder wordt efficiënt omgegaan met energiezuinige verlichting.

Uit het bovenstaande zijn er varianten te bedenken op het energieconcept dat per maatregelenpakket laat zien wat dit betekent voor de energieneutraliteit. Deze uitkomsten worden in het gekozen programma GreenCalc+ vergeleken met een kantoorgebouw dat dient als referentie. Voor de uitleg over het referentiegebouw zie Bijlage 5.6.

Variant 1:

WKO, warmtepomp, PV-cellen

Variant 2:

WKO, BioWKK
Variant 3:
WKO, warmtepomp, windmolens

In deze fase van het onderzoek wordt de Milieu Index Gebouw (MIG) score van de materialen niet meegenomen. In paragraaf 3.1 is de definitie van energieneutraal vastgesteld op gebouw gebonden en gebruikers gebonden energie. Voor de toetsing wordt dus gebruik gemaakt van de standaard materialen om te komen tot energieneutraliteit van het kantoorpand.

Bij de drie varianten zijn buiten de afmetingen en volume van het gebouw de invoer voor koel- (WKO), ventilatie-, waterbesparende, en energiezuinige verlichting voorzieningen gelijk. De invoer van varianten met PV-cellen, BioWKK, windmolens en de effecten op de energieneutraliteit van het pand worden in de volgende sub-paragrafen besproken.

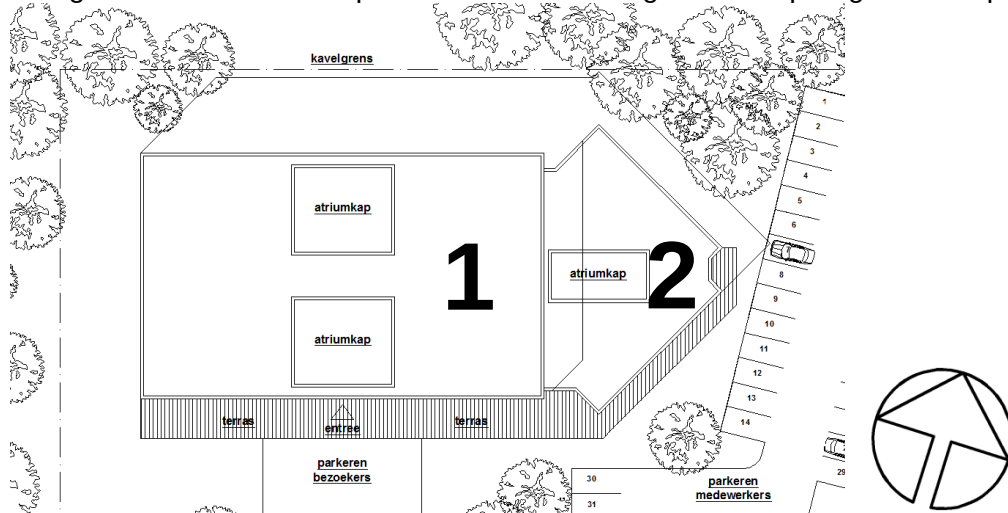


Fig. 5.48 Gebouwddeel 1 en 2 in situatietekening

Voor de invoer van de afmetingen van het gebouw en de klimaatgegevens zie Bijlage 5.5.

In de komende sub-paragrafen worden de varianten met elkaar vergeleken op energieverbruik, MIG-score en EPC om tot een ideale variant te komen. Van deze variant wordt in hoofdstuk 5.6 ingegaan op de haalbaarheid.

5.6.1 Variant 1: WKO, warmtepomp, PV-cellen

In deze variant wordt buiten de toepassing van een WKO gebruik gemaakt van een warmtepomp voor de opwekking van warmte. Aangezien in deze variant gebruik wordt gemaakt van een warmtepomp voor de warmteopwekking, wordt deze ook gebruikt voor het warmtapwater.

Opwekking van de elektriciteit geschiedt door middel van PV-panelen op het dak. De totale oppervlakte van de daken van de twee gebouwdelen is circa 1300m². Vanwege daklichten en schaduw wordt aangenomen dat er circa 60% van het dak gebruikt kan worden voor de plaatsing van PV-panelen. Dit resulteert in een totale bruikbare oppervlakte van circa 750m².

Voor de invoer van variant 1 zie Bijlage 5.6.1

Resultaten GreenCalc+ variant 1

Energie	€ 7,777,-	€ 21,538,-	277	€ 3,036,-	€ 28,616,-	943
Water	€ 68,-	€ 194,-	284	€ 116,-	€ 222,-	192
Totaal	€ 10,571,-	€ 25,140,-	238	€ 5,876,-	€ 33,329,-	567

Fig. 5.72: Milieu-index tabel

Correctiepost elektrisch	€ 0,-	€ 0,-	0	0
Correctiepost gas	€ 0,-	€ 0,-	0	0
Correctiepost warmte	€ 0,-	€ 0,-	0	0
Totaal			126.242	182.316
Totaal	€ 7,777,-	€ 21,538,-		
Milieu-index	277	100		

Fig. 5.73: Milieu-index en elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]

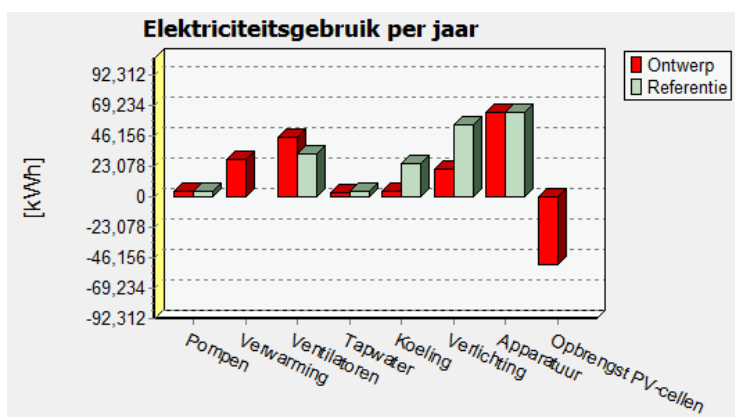


Fig. 5.74: Grafiek elektriciteitsgebruik

Qpres,tot	584,631	2,890,700
Qpres,toel	962,182	965,408
EPC	0.66	3.29

Fig. 5.75: EPC

Opmerkingen variant 1

Uit de GreenCalc+ berekening is te halen dat de MIG-score voor het elektriciteitsgebruik 277 is. Dit houdt in dat deze variant qua elektriciteit 2,8 keer duurzamer is dan het referentiegebouw.

Qua elektriciteitsgebruik is te achterhalen dat met het huidige ontwerp het verbruik zit op 178.013 kWh per jaar. De opbrengst van het gebruik van 750 m² PV-cellen bedraagt 51.771 kWh per jaar.

De EPC van het ontwerp is 0,66. Dit kan verlaagd worden door meer PV-cellen toe te passen. Bij een aanpassing van 750 m² naar 1000m² PV-cellen zal de EPC worden verlaagd naar 0,48. Dit komt de MIG-score voor het elektriciteitsgebruik ten goede. Deze wordt dan namelijk 321. De PV-cellen brengen in totaal 69.028 kWh op.

Enkel het gebruik van PV-cellen zorgt er dus niet voor dat het kantoorgebouw energieneutraal is. Alle verbruikte elektriciteit moet immers gecompenseerd worden door oneindige energiebronnen. Door de opbrengsten van de PV-cellen kom je uit op een tekort van 108.985 kWh om te spreken over een energieneutraal gebouw.

5.6.2 Variant 2: WKO, BioWKK

In deze variant wordt buiten de toepassing van een WKO gebruik gemaakt van een BioWKK voor de opwekking van warmte, elektriciteit en het warmtapwater.

Voor de invoer van variant 2 zie [Bijlage 5.6.2](#).

Resultaten GreenCalc+ variant 2

Energie	€ 5,185,-	€ 21,538,-	415	€ 2,538,-	€ 28,616,-	1128
Water	€ 68,-	€ 194,-	284	€ 116,-	€ 222,-	192
Totaal	€ 7,978,-	€ 25,140,-	315	€ 5,378,-	€ 33,329,-	620

Fig. 5.76: Milieu-index tabel

Correctiepost gas	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0
Correctiepost warmte	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0
Totaal			71.132	182.316	32.794	50.885
Totaal	€ 5,185,-	€ 21,538,-				
Milieu-index	415	100				

Fig. 5.77: Milieu-index en elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]

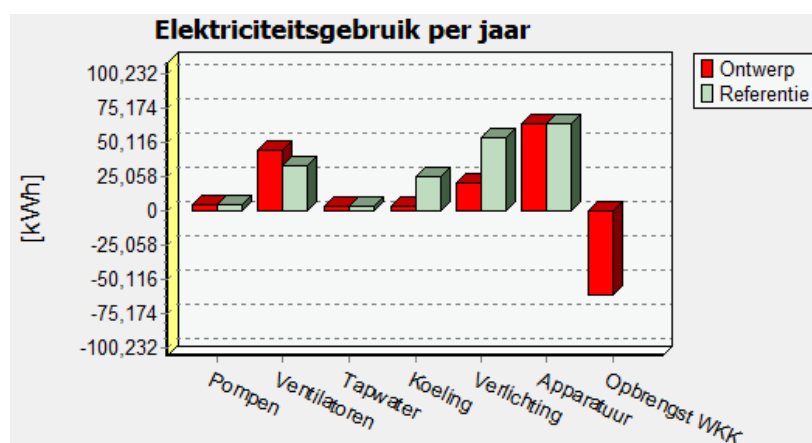


Fig. 5.78: Grafiek elektriciteitsgebruik

Qpres,toel	962,182	965,408
EPC	1.40	3.29

Fig. 5.79: EPC

Opmerkingen variant 2

Uit de GreenCalc+ berekening is te halen dat de MIG-score voor het elektriciteitsgebruik 415 is. Dit houdt in dat deze variant qua elektriciteitsgebruik ruim 4 keer duurzamer is dan het referentiegebouw. Qua elektriciteitsgebruik is te achterhalen dat met het huidige ontwerp het verbruik zit op 136.733 kWh per jaar. De opbrengst van het gebruik van een 500 -1000 kW BioWKK bedraagt 65.601 kWh per jaar. Enkel het gebruik van een BioWKK zorgt er dus niet voor dat het kantoorgebouw energieneutraal is. Alle verbruikte elektriciteit moet immers gecompenseerd worden door oneindige energiebronnen.

De EPC van het ontwerp is 1,40. Dit is hoog vanwege het gasverbruik van de BioWKK. De EPC kan verlaagd worden door gebruik te maken van een BioWKK met een hoger vermogen of PV-cellen te plaatsen. Bij het gebruik van een BioWKK met hetzelfde vermogen en 750m² PV-cellen op het dak wordt de EPC verlaagd naar 0,86. De MIG-score voor het elektriciteitsgebruik schiet omhoog naar 1079. Door de opbrengsten van de BioWKK en de PV-cellen kom je uit op een tekort van 19.361 kWh per jaar om te spreken over een energieneutraal gebouw.

5.6.3 Variant 3: WKO, warmtepomp, windmolens

In deze variant wordt buiten de toepassing van een WKO gebruik gemaakt van een warmtepomp voor de opwekking van warmte en het warmtapwater

Opwekking van de elektriciteit geschiedt door middel van twee windmolens. Het vermogen van deze windmolens is berekend aan de hand van de windkaart van Nederland en rekenmethode. Hierop is te zien dat de gemiddelde windsnelheid 4,5-6 m/s is. In het geval van een gemiddelde windsnelheid van 6 m/s, een rotordiameter van 3 meter en een ashoogte van 30 meter is de opbrengst van één windturbine 12520kWh per jaar. Twee molens brengen in dat geval 25.040kWh per jaar op.

Voor de berekening van de energieopbrengst van een windmolen en de invoer van variant 3 zie [Bijlage 5.6.3](#)

Resultaten GreenCalc+ variant 3

Water	€ 68,-	€ 194,-	284	€ 116,-	€ 222,-	192
Totaal	€ 12.218,-	€ 25.140,-	206	€ 6.516,-	€ 33.329,-	511

Fig. 5.80: Milieu-index tabel

Totaal			152.973	182.316	0	50.885
Totaal	€ 9.424,-	€ 21.538,-				
Milieu-index	229	100				

Fig. 5.81: Milieu-index en elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]

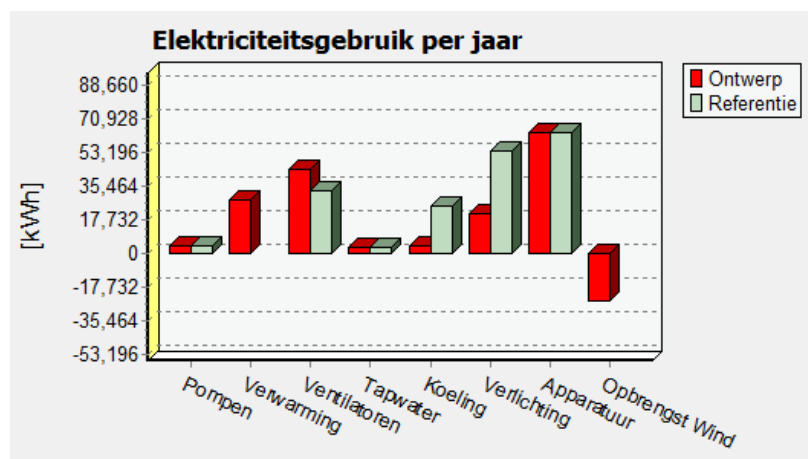


Fig. 5.82: Grafiek elektriciteitsgebruik

Qpres;toel	962,182	965,408
EPC	1.21	3.29

Fig. 5.83: EPC

Opmerkingen variant 3

Uit de GreenCalc+ berekening is te halen dat de MIG-score voor het elektriciteitsgebruik **229** is. Dit houdt in dat deze variant qua elektriciteitsgebruik ruim 2 keer duurzamer is dan het referentiegebouw. Qua elektriciteitsgebruik is te achterhalen dat met het huidige ontwerp het verbruik zit op 178.013 kWh per jaar. De opbrengst van het gebruik van twee windmolens met ieder een vermogen van 12.520 kWh bedraagt 25.040 kWh per jaar.

Enkel het gebruik van twee windmolens zorgt er dus niet voor dat het kantoorgebouw energieneutraal is. Alle verbruikte elektriciteit moet immers gecompenseerd worden door oneindige energiebronnen.

De EPC van het ontwerp is 1,21. De EPC wordt niet verlaagd door het toepassen van meer windmolens of een hoger vermogen. Wel zorgt het toepassen van 750 m2 aan PV-cellen voor een verlaging van het EPC naar 0,66. De MIG-score wordt 345. Door de opbrengsten van de twee windmolens en PV-cellen kom je uit op een tekort van 101.202 kWh per jaar om te spreken over een energieneutraal gebouw.

5.6.4 Uiteindelijke variant

De uiteindelijke variant moet een samenstelling worden waarbij er geen sprake is van een tekort aan zelf opgewekte energie. Als de drie varianten met elkaar vergeleken worden valt op dat variant 2 voordat er extra maatregelen genomen worden het beste scoort qua MIG-score. De EPC is echter hoger dan de overige twee varianten door het gebruik van biogas.

	MIG-score & EPC voor extra maatregel	Tekort [kWh]	Type aanpassing	MIG-score & EPC na extra maatregel	Tekort [kWh]	Verbetering	Label	GreenCalc+ versie 4.0
1	MIG 277 EPC 0,66	126.242	+ 250m2 Pv-cellen	MIG 321 EPC 0,48	108.985	13,7%	A	≥750 A+++ 500 - 749 A++ 330 - 499 A+ 215 - 329 A 195 - 214 B 175 - 194 C 145 - 174 D 125 - 144 E 105 - 124 F 8 - 104 G
2	MIG 415 EPC 1,40	71.132	+ 750m2 Pv-cellen	MIG 1079 EPC 0,86	19.361	72,8%	A+++	
3	MIG 229 EPC 1,21	152.973	+ 750m2 PV-cellen	MIG 345 EPC 0,66	101.202	33,8%	A+	

Fig. 5.84: Vergelijking varianten

Wat verder opvalt, is dat bij de opstapeling van efficiënte maatregelen zoals pv-cellen en windmolens deze ervoor zorgen dat de MIG-score én de EPC score verbeteren. Als wordt gekeken naar het verschil in elektriciteits tekort tussen de varianten, voor en na extra maatregelen, scoort variant 2 beduidend beter.

Variant 2 heeft echter nog een elektriciteitstekort van **19.361 kWh**.

Om dit tekort op te vangen bij het ongewijzigd laten van het ontwerp zijn er twee dingen mogelijk:

- Optie 1: Het toepassen van 1000m2 PV-panelen in plaats van 750 m2 om de ca. 20.000 kWh op te vangen
- Optie 2: Het toepassen van twee windmolens met een totale opbrengst van ca. 20.000 kWh.

Verbetering 1 zorgt ervoor dat er circa 2000 kWh per jaar overblijft. De EPC is verlaagd naar 0,67. In het geval van verbetering 2 is het zelfde zo dat er sprake is van een energieoverschot van ruim 600 kWh per jaar. De EPC is in dit geval nog wel 0,86. Als we

spreeken over een tekort van 2000kWh per jaar spreken we over een elektriciteitsrekening van €80, - per jaar.

Met deze relativisering in het achterhoofd en de mogelijkheid om het probleem op te lossen met enkel een verhoging van 250m² aan PV-cellen op het dak is optie 1 in dit geval het meest geschikt. (WKO, BioWKK, 1000m² PV-cellen)

Voor de uitkomsten van de verbeterde varianten zie Bijlage 5.6.4.

5.7 Haalbaarheidsstudie varianten

In deze paragraaf wordt de haalbaarheid van de gekozen variant onderzocht. Gekeken wordt waar de installaties mogelijk zijn, deze wettelijk toegestaan zijn, wat de energiebesparing is, wat de meerkosten en gemiddelde terugverdientijd is. Deze aspecten zullen voor de WKO, BioWKK, windmolens en de 1000m² PV-cellen beantwoord worden, waardoor het mogelijk is een beeld te krijgen van de haalbaarheid van de gekozen maatregelen ten opzichte van conventionele installaties.

5.7.1 WKO

Voor de haalbaarheid van de WKO is gebruik gemaakt van de QuickScan op www.wkotool.nl. Deze site is gemaakt door het samenwerkingsprogramma SWKO waarin Agentschap NL samenwerkt met vier andere partijen. Bij de invoer van de locatie en het bouwvolume worden o.a. de kosten en opbrengsten weergegeven. (Fig. 5.85)

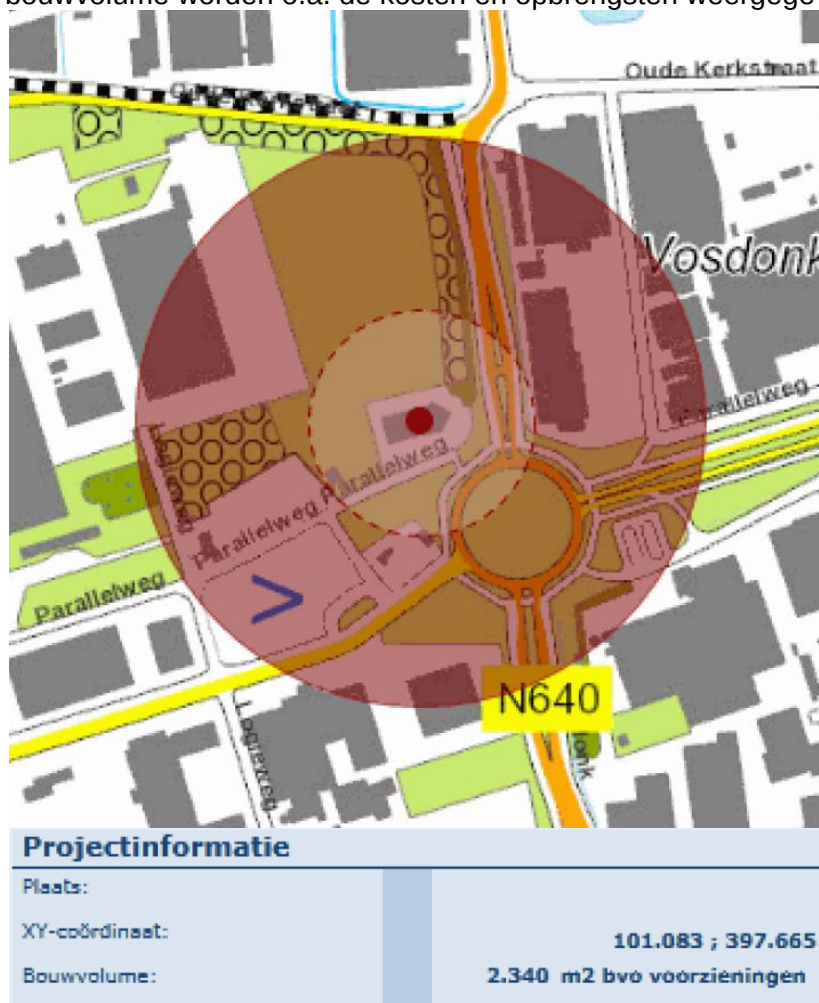


Fig. 5.85: Invoer locatie en bouwvolume (Bron: wkotool.nl)

Geschiktheid

Volgens de QuickScan is de bodem zeer geschikt om een WKO toe te passen. Ook is er sprake van voldoende grondwaterkwaliteit.

Regelgeving⁸

Het toepassen van een WKO is echter onder voorwaarden. Specifiek provinciaal beleid is van toepassing. Als het pand is gelegen in een voor 'Leiding- Gas' aangewezen grond is, volgens artikel 16.4.1.e van het bestemmingsplan, het inbrengen van voorwerpen in de bodem niet toegestaan ter bescherming van de gastransportleiding. Het pand is niet gesitueerd in een gasleidinggebied maar in een 'Waarde archeologie 4' gebied en heeft daarom geen wettelijke beperking op de deze gronden. Vanuit artikel 21.3.1.j van het bestemmingsplan is de eis gesteld dat bij het verlagen van het grondwaterpeil en/of het aanbrengen van ondergrondse leidingen een omgevingsvergunning moet worden aangevraagd. (Fig. 5.86) Andere symbolen en kleuren zijn in dit gebied niet relevant voor de toepassing van een WKO.

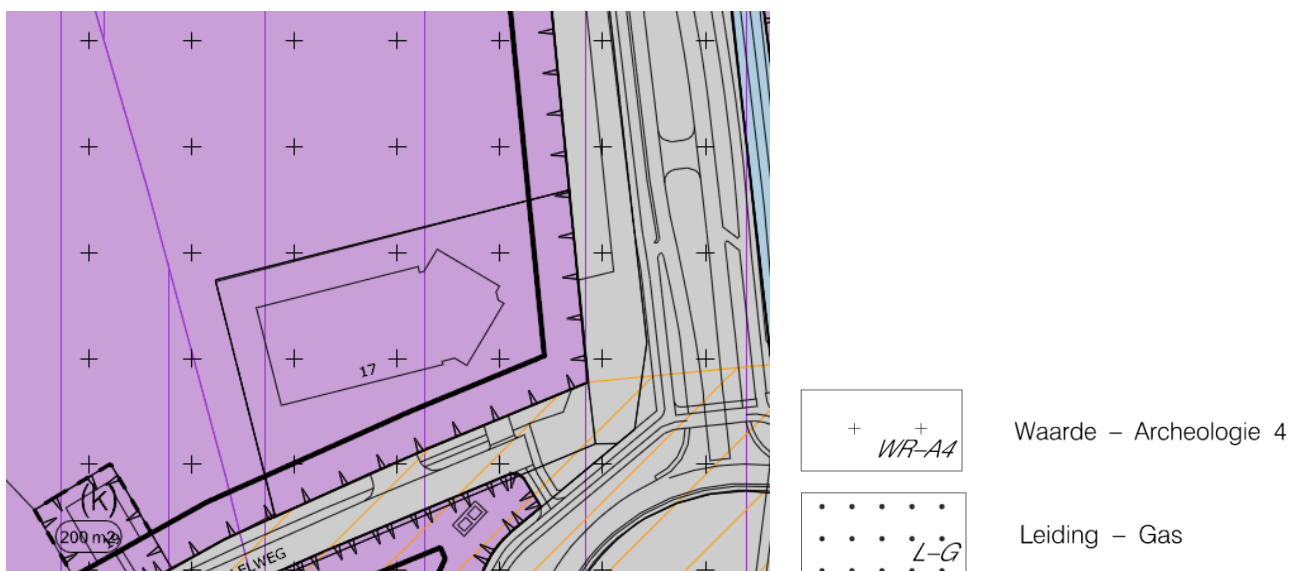


Fig. 5.86: Bestemmingsplan

Milieuvoordeel

Qua milieuvoordeel levert het gebruik van de WKO op deze locatie een energiebesparing van 60% en een CO₂-emissiereductie van 57%. (Fig. 5.87)

Milieuvoordeel - wat levert het op?

Energiebesparing [%]:	60
CO ₂ -emissiereductie [%]:	57

Fig. 5.87: Milieuvoordeel WKO (Bron: wkotool.nl)

Financiële aspecten

Financieel is er sprake van een investering van € 47.000. Daar staat een exploitatievoordeel van € 4.400 per jaar. De terugverdientijd zal tussen de 9 en 13 jaar liggen. (Fig. 5.88)

Tot drie maanden na het sluiten van de koopovereenkomst is het mogelijk subsidie aan te vragen. Hiervoor zijn twee regelingen beschikbaar, namelijk: de EIA en de MIA/VAMIL.

Bij de EIA (Energie-Investeringsaftrek) komt de ondernemer in aanmerking voor 41,5% extra aftrek van de fiscale winst als de energiebesparende technieken op de Energielijst staan. Dat betekent bij een belastingpercentage van 25% een voordeel van circa 10%.

Bij de MIA (Milieu-Investeringsaftrek) en VAMIL (Willekeurige Afschrijvingen Milieu-investeringen) komt de ondernemer in aanmerking voor respectievelijk 36% en 75% extra

⁸ Planregels ontwerp bestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk

af trek van de fiscale winst als de milieuvriendelijke technieken op de Milieulijst staan. Dat betekent bij een belastingpercentage van 25% een voordeel van maximaal 12%.⁹

Financieel - wat levert het op?	
Meerkosten investering [€]:	47.000
Exploitatievoordeel [€/jaar]:	4.400
Terugverdientijd [jaar]:	9 - 13

Fig. 5.88: Financiële aspecten WKO (Bron: wkotool.nl)

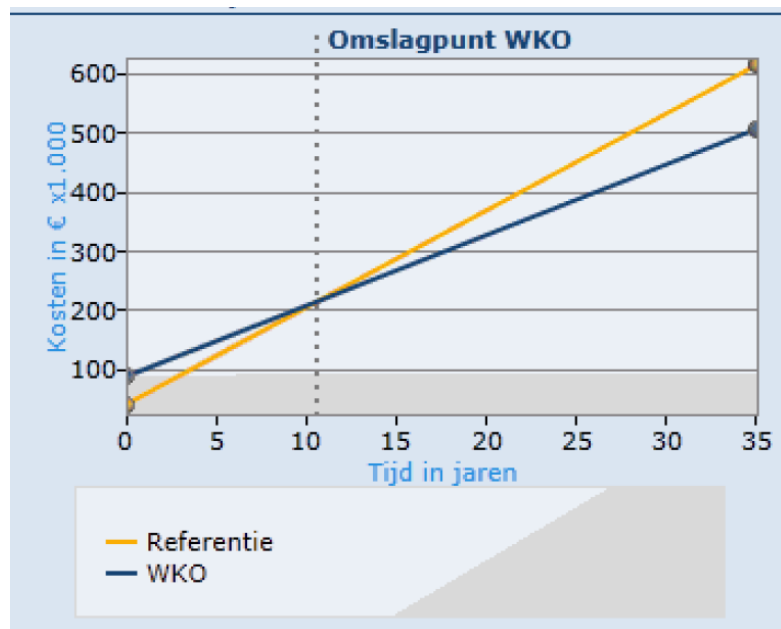


Fig. 5.89: Grafiek terugverdientijd WKO (Bron: wkotool.nl)

5.7.2 BioWKK

Voor de haalbaarheid van de BioWKK wordt er buiten de geschiktheid, regelgeving, milieuvoordeel ook berekend hoeveel aardgas bespaard wordt met de energielevering. Hiermee kan een uitspraak gedaan worden over de terugverdientijd.

Geschiktheid

Een BioWKK is toepasbaar vanaf een vermogen van 34kWe en 45kwh en is goed inzetbaar met een WKO. Wel moet er een installatieruimte aangebracht worden in het ontwerp ten behoeve van de BioWKK.

Regelgeving¹⁰

Het is verboden andere brandstoffen, vast, vloeibaar of gasvormig, met een zwavelgehalte van meer dan 1,2% te gebruiken. Zwavelstof tast de WKK aan.

Milieuvoordeel

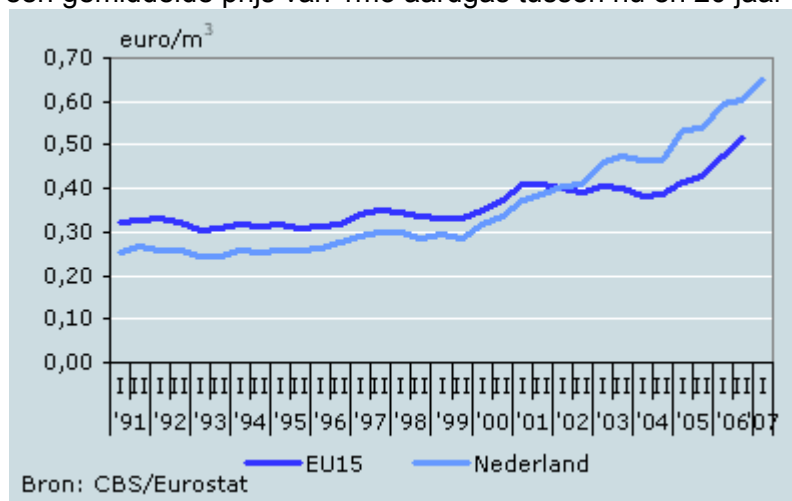
Het elektrisch rendement van een BioWKK is 40 à 45%. De rest van de energie die vrijkomt is restwarmte, waardoor een rendement behaald kan worden van 100%. De vrijgekomen warmte wordt gebruikt voor het verwarmen van het warmtapwater en de vloerverwarming.

⁹ Agentschap.NL

¹⁰ Besluit zwavelgehalte brandstoffen 1974

Financiële aspecten

Vanuit de onderstaande figuur van het CBS is te concluderen dat de gasprijs exponentieel zal stijgen de komende 10 à 20 jaar. In de volgende berekeningen wordt er uitgegaan van een gemiddelde prijs van 1m³ aardgas tussen nu en 20 jaar van €2,-/m³.



Er wordt uitgegaan van een WKK installatie type EQ M 238 TL (€181.580,-) met een kWh_{th} van 363 kWh_{th}, een kWh_e van 238 kWh_e. (Fig. 5.91)

BLOCKHEIZKRAFTWERKE FÜR ERDGAS							
Modultyp	elektrische Leistung	thermische Leistungen	Verbrauch kW/h	Länge mm *	Breite mm	Höhe mm	Nettorichtpreis €
EW S 5,5 S	5,5	12,5	20,5	1.070	720	1.000	auf Anfrage
EW F 17 S	17	32	53	2.000	770	1.565	40.625,-
EW V 30 S	30	65	102	2.250	850	1.755	49.450,-
EW M 50 S	50	81	145	2.840	900	1.800	69.090,-
EW M 70 S	70	115	204	2.840	900	1.800	78.140,-
EW M 120 S	120	200	350	3.440	900	1.800	111.020,-
EW M 140 S	140	207	392	3.440	900	1.800	118.700,-
EW M 238 TL	238	363	667	3.350	1.600	1.900	181.580,-
* - Länge ohne Abluftventilatorbox							

Fig. 5.91: Vermogen WKK en kosten (Bron: EAW)

Vanuit de GreenCalc+ BioWKK variant, te vinden in paragraaf 5.6.2, is te lezen dat de BioWKK 65.601kWe oplevert. De hoeveelheid aardgas dat nodig zou zijn om die hoeveelheid energie op te wekken is $65.601/10/0,9 = 7.289$ m³.

Besparing kosten $\rightarrow 7.289 \times €2,- = €14.578,-$
 Terugverdientijd $\rightarrow 181.580/14.578 = 12,5$ jaar.

In deze berekening is er geen rekening gehouden met onderhoud, overige kosten maar ook niet met de dalende installatieprijs. Het is veilig om uit te gaan van een terugverdientijd tussen de 10 en 15 jaar. Net als de WKO zijn er voor de BioWKK subsidiemogelijkheden. (zie paragraaf 5.7.1) Als er niet wordt uitgegaan van de mogelijke subsidies en wordt uitgegaan van de huidige gasprijs (€0,60) is de huidige terugverdientijd ruim 40 jaar.

In paragraaf 5.7.3 is te lezen dat een kleinere BioWKK toepasbaar is bij een hogere energieopbrengst door pv-cellen. Door een herberekening in GreenCalc+ is naar voren gekomen dat bij een jaaropbrengst van 46.540kWh het gebouw al energieneutraal kan zijn. Ter referentie is de EWW17S (fig. 5.91) gekozen om een realistische prijs en afmeting te geven. De kosten voor dit type bedraagt €40.625, -. De hoeveelheid aardgas dat nodig zou zijn om deze hoeveelheid energie op te wekken is $46.540/10/0,9=5.171,11\text{m}^3$.

Besparing kosten $\rightarrow 5.171,11\text{m}^3 \times €0.60 = €3102,66$

Terugverdientijd $\rightarrow 40.625/3102,66=13,1$

De terugverdientijd is dus maximaal 13 jaar. Met een stijgende gasprijs zal dit aantal behoorlijk slinken.

5.7.3 PV-cellen

Voor de haalbaarheid van de 1.000m² PV-cellen wordt er buiten de geschiktheid, regelgeving, milieuvoordeel ook berekend hoeveel aardgas bespaard wordt met de energielevering. Hiermee kan een uitspraak gedaan worden over de terugverdientijd.

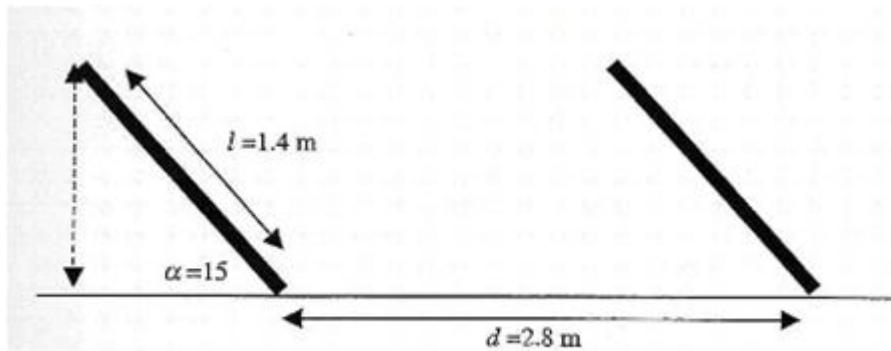
Geschiktheid

De totale dakoppervlakte is circa 1.350m². Bij de varianten wordt uitgegaan dat 750m² en zelfs 1000m² PV-cellen geplaatst kunnen worden op het dak. Dit is echter een verkeerde aanname. Het ontwerp heeft een dakoppervlakte met twee grote atriumkappen.

Bij panelen met een hoogte van 1,4 meter en breedte van 2 *14 meter=28 meter is er sprake van $28 \times 1,4=39,2\text{m}^2$ oppervlakte per rij. Bij een hoogte van 1,4 meter en een hellingshoek van 35° moet de afstand $3,1(\text{factor}) \times 1,4$ (h paneel)=4,34 meter zijn. (Fig. 5.92) De afstand wordt berekend van de voet van het paneel tot de voet van de volgende rij. Dit betekent dat bij de breedte van $4,8 \times 5=24$ meter in totaal $24/4.34=5,53$, dus 5 rijen mogelijk zijn van elk $39,2\text{m}^2$. $5 \times 39,2=196\text{m}^2$.

Optimale afstand tussen pv-arrays	
Hellingshoek (a) Verhouding	Array-afstand (d)/ paneellengte (l)
0	1.0
5	1.3
10	1.7
15	2.0
20	2.3
25	2.6
30	2.9
35	3.1

Fig. 5.92: Tabel optimale afstand PV-arrays (Bron: SBR.nl)



pv-array: bepaling hellingshoek (α), paneellengte (l) en array-afstand (d)

Fig. 5.93: Voorbeeld bepalen minimale afstand tussen PV-arrays (Bron: SBR.nl)

Dit betekent dat de GreenCalc+ berekening van de gekozen variant opnieuw uitgevoerd moet worden om te achterhalen wat er veranderd aan de mogelijkheid om het pand energieneutraal te maken.

Regelgeving

Om de PV-panelen bouwvergunningsvrij aan te mogen brengen moet voldaan worden aan de volgende voorwaarden:

- Het PV-paneel moet op of aan een bouwwerk worden geplaatst
- Het PV-paneel moet bedoeld zijn voor energievoorziening van het bouwwerk waarop het is geplaatst.
- Het paneel moet een geheel vormen met de installatie voor het opwekken van elektriciteit
- Als het paneel op een schuin dak geplaatst is, mag het paneel niet uitsteken en dus aan alle kanten binnen het vlak van het dak blijven
- Als het paneel op een schuin dak geplaatst is, moet het paneel in of direct op het dakvlak worden geplaatst
- Als het paneel op een schuin dak geplaatst is, moet de hellingshoek van het paneel hetzelfde zijn als die van het dakvlak waar het op staat
- Komt het paneel op een plat dak dan moet het paneel ten minste net zo ver verwijderd blijven van de dakrand als de hoogte van het paneel
- De hellingshoek van het paneel niet meer dan 35°

Alleen als voldaan wordt aan de bovengenoemde voorwaarden is er geen bouwvergunning nodig. Er is echter wel een bouwvergunning nodig:

- Als niet wordt voldaan aan de eerste of de tweede voorwaarde dan moet er een reguliere bouwvergunning worden aangevraagd
- Als wel wordt voldaan aan de eerste twee voorwaarden, maar niet aan één van de overige voorwaarden, moet er een lichte bouwvergunning worden aangevraagd

In het geval van de PV-panelen in dit project wordt er aan alle voorwaarden voldaan van de plaatsing op een plat dak en is deze dus bouwvergunningsvrij.

Milieuvoordeel

Zoals aangegeven is onder het kopje geschiktheid zal het niet mogelijk zijn om 1000m² Pv-panelen te plaatsen met een hellingshoek van 35° . Dit betekent dat de uitkomsten van de uiteindelijke variant niet waarheidsgetrouw zijn.

De uitkomsten van de MIG score zullen 495 zijn. Grootste energieverlinders zijn de ventilatoren en de apparatuur.

Als gekozen wordt voor een ventilatiesysteem zonder WTW en ventilatiedebiet terugregeling tussen 0-20% zal de uitkomst al veel gunstiger zijn. De MIG-score is in dat geval

803 en het te overbruggen elektriciteitsgebruik 23.813kWh. De EPC is in dat geval wel 1,59. (Fig. 5.94)

Correctiepost warmte	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0
Totaal			23.813	182.316	49.637	50.885
Totaal	€ 2.682,-	€ 21.538,-				
Milieu-index	803	100				

EPC	1.59	3.29
-----	------	------

Fig. 5.94: MIG score en EPC

Een betere oplossing is in plaats van PV-panelen met een hellingshoek van 35° toe te passen, gebruik te maken van PV-folie over het hele dak. Hierdoor is het mogelijk gebruik te maken van 750m2 PV-folie (Multi kristallijn) op het dak van gebouwdeel 1. Het systeem is beloopbaar dus hoeft er geen rekening gehouden worden met looproutes.

Zoals te zien in Fig. 5.95a-b zijn er grote verschillen qua MIG-score en EPC. De MIG-score is met deze set van maatregelen 2260 en de EPC 1,25. (fig. 5.96a) Het zou dus zelfs volstaan om minder PV-folie toe te passen om energieneutraal te zijn, namelijk 675m2. De MIG-score wordt in dat geval 1781 en de EPC 1.34. (Fig. 5.96b)

Totaal			-4.249	182.316	49.637	50.885
Totaal	€ 953,-	€ 21.538,-				
Milieu-index	2260	100				

EPC	1.29	3.29
-----	------	------

Fig. 5.96a: MIG score en EPC 750m2 pv-folie

Totaal			-90	182.316	49.637	50.885
Totaal	€ 1.209,-	€ 21.538,-				
Milieu-index	1781	100				

EPC	1.34	3.29
-----	------	------

Fig. 5.96b: MIG score en EPC 675m2 pv-folie

Na onderzoek naar leveranciers van pv-folie en energieopbrengsten is het interessant om na te gaan of het mogelijk is een variant te bedenken waarbij pv-folie het merendeel van de energievraag opbrengt. Derbisolar heeft fotovoltaiische banen die hiervoor in aanmerking komen. De PVL-144 heeft een maximaal vermogen van 144Wp en heeft een oppervlakte van 2,161m2. De leverancier garandeert in de eerste 20 jaar 80% van 144Wp. (Fig. 5.97)

Als beide daken worden gebruikt hebben deze een beschikbare oppervlakte van ca. 960m2.

$$144\text{Wp}/2.161 = 66,636\text{Wp per m}^2. \quad 960\text{m}^2 \cdot 66,636\text{W} = 64\text{kW}$$

$$64\text{kW} \cdot 2200 \text{ zonuren} = 140.735,2\text{kWh per jaar (80\% is 112.588kWh per jaar)}$$

Vanuit de GreenCalc+ berekening komt naar voren dat het gebouw gebonden en gebruik gebonden energiedeel 136.569kWh per jaar is. Dat zou betekenen dat bij gebruik van een kleinere BioWKK met een jaaropbrengst van 46.540kWh (berekend met GreenCalc, referentie EWF 17S, zie Fig. 5.91) en een WKO er een tekort van circa 90.000kWh per jaar bestaat. 960m2 aan pv-folie is dus meer dan voldoende om dit tekort op te vangen. GreenCalc+ geeft niet de mogelijkheid zelf de opbrengst van de pv-cellen in te vullen dus zal de MIG-score en de EPC niet kloppen. Dit neemt echter niet weg dat het gebouw in dit geval energieneutraal is en de ambitie is behaald.

DERBISOLAR Fotovoltaïsche banen

	PVL - 68	PVL - 136	PVL - 144
Elektrische gegevens*			
Maximaal vermogen (Pmax)	68 WP	136 WP	144 Wp
Spanning bij maximaal vermogen (Vmp)	16,5 V	33 V	33 V
Stroomsterkte bij maximaal vermogen (Imp)	4,1 A	4,1 A	4,36 A
Spanning bij open circuit (Voc)	23,1 V	46,2 V	46,2 V
Stroom bij kortsluiting (Isc)	5,1 A	5,1 A	5,3 A
Afmetingen en gewicht			
Oppervlakte	1.122 m²	2.161 m²	2.161 m²
Afmeting van de PV panelen	2.849 x 0.394	5.486 x 0.394	5.486 x 0.394
Gewicht	3,9 kg	7,7 kg	7,7 kg
Specifieke eigenschappen			
Aantal cellen per module	11 in serie	22 in serie	22 in serie
Celtype	α-Si triple junction - cel		
Verbindingen	Bypass diodes in elke cel Eindstations met Multi-Contact (560mm) snelkoppelingen Uitgangskabel: 4 mm² met bescherming tegen atmosferische agentia		
Samenstelling	Fotovoltaïsche cellen (α-Si) ingesloten in de ETFE en éénparig met de soepele roestvrij stalen ondersteuning. Kleefmiddel: Ethyleen-Propyleen copolymeer kleefmastic met microben remmer		
Temperatuurswaarden van de cel			
Maximaal vermogen (Tk(Pmax))	- 0,21% / °C	- 0,21% / °C	- 0,21% / °C
Spanning bij open circuit (Tk(Voc))	- 0,38% / °C	- 0,38% / °C	- 0,38% / °C
Stroom bij korstsluiting (Tk(Isc))	0,10% / °C	0,10% / °C	0,10% / °C
Limieten			
Systeem van maximale spanning	1000 VDC	1000 VDC	1000 VDC
Maximale temperatuur bij werking	80 °C	80 °C	80 °C
Qualificaties			
Conform de norm IEC 61646			
Garantie op de productie	80% van de waarde van het nominaal vermogen van de banen gedurende 20 jaar.		

Fig. 5.97: Derbisolar PV-folie

Financiële aspecten

960m² PV-folie brengt in totaal minimaal 112.588 kWh per jaar op. Volgens de leverancier kost de Derbisolar PVL-144 kost €1,60 per Wp. Dit komt neer op €106,60 per m². (144/2.161*1.60) Bij het toepassen van 960m² komt de totale investering op ca. €102.350. De totale jaaropbrengst is minimaal 112.558 kWh per jaar. Dit bespaart 112.558*€0,24 (huidige energieprij per kWh per jaar) ≈ €27.000, -.

Om de terugverdientijd te berekenen is het de bedoeling de investeringskosten te delen door de bespaarde energiekosten.

$$€102.350/€27.000=3,8 \text{ (3 jaar en 10 maanden)}$$

5.7.4 Windmolens

Voor de haalbaarheid van de twee windmolens met een rotordiameter van twee meter en een ashoogte van 30 meter wordt er buiten de geschiktheid, regelgeving, milieuvoordeel ook berekend hoeveel aardgas bespaard wordt met de energielevering. Hiermee kan een uitspraak gedaan worden over de terugverdientijd.

Geschiktheid

Aangezien het project gesitueerd is op een industrieterrein is deze geschikt om gebruik te maken van windmolens. Bomen in de omgeving zijn circa 20-25 meter hoog. Het gebouw zelf is bijna 8 meter hoog en is hiermee aan de lage kant om de volle energieopbrengst te verkrijgen.

Regelgeving

Windturbines mogen enkel gebouwd worden met een bouwvergunning. Er bestaan nog geen specifieke normen over de geluidsproductie, vermogenskwaliteit en certificering. Ook voor de verticale as windturbines bestaan geen ontwerpisen.

Milieuvoordeel

Het milieuvoordeel is de opwekking van schone energie waarbij dus geen sprake is van CO₂-emissie.

Financiële aspecten

In paragraaf 5.2.7 is aangegeven dat door de hoge investeringskosten geen sprake is van een terugverdientijd. Als er sprake is van 2200 winduren per jaar is er met de Ropatec WRE 030 een vermogen te halen van $3\text{kW} \times 2200 = 6600\text{kWh}$ per jaar. Volgens de eerdere berekeningen is er sprake van een vermogen van 25.040kWh per jaar. Dit vermogen is te bereiken met 4 Ropatec windturbines $4 \times 6600\text{kWh} = 26.400\text{kWh}$ per jaar. De kosten voor één windturbine zijn €15.965. Wilt men er 4 dan komt dit neer op circa €63.860, -. Met de huidige elektriciteitsprijs is €0,23 wordt de jaarlijkse opbrengst $26.400 \times 0.24 = €6.336$, - per jaar. Dit betekent dus een terugverdientijd van $63.860 / 6.336 = 10$ jaar. Het is dus wel mogelijk binnen de technische levensduur van 20 jaar de investering terug te verdienen.

5.7.5 Conclusie

De toepassing van de WKO, BioWKK en PV-folie zijn allen geschikt om toe te passen in dit project. Uit berekeningen blijkt echter dat het toepassen van een grotere oppervlakte pv-folie van de leverancier Derbisolar betekent dat een kleinere BioWKK volstaat. De eindvariant is het gebruik van een WKO, BioWKK en het toepassen van 960m² pv-folie.

De totale kosten van deze drie maatregelen zijn:

- €47.000+ €40.625+€102.350=€189.975

Het gebouw is energieneutraal. 960 m² pv-folie en een BioWKK zorgen ervoor dat het gebouw energieneutraal is bij een investering die terugverdiend wordt binnen respectievelijk 4 jaar en 13 jaar.

Met de huidige energieprijzen van €0,24 per kWh betekent dat, uitgaande van een minimale opbrengst van 80%, de pv-cellen een besparing van 112.588kWh*€0,24 circa € 27.000 per jaar opleveren.

Met de huidige gasprijs zal de BioWKK met een jaaropbrengst van 46.540kWh, 5.171,11m³*€0.60 circa €3.100 per jaar besparen.

De WKO installatie kost vanuit de QuickScan gedaan in paragraaf 5.7.1 circa €47.000 en bespaart op jaarbasis €4.400. Dat betekent een terugverdientijd van circa 11 jaar.

De levensduur van alle installaties is gesteld op 20 jaar.

Installatie	Kosten	Terugverdientijd	Levensduur	Totale winst
WKO	€47.000	11 jaar	20 jaar	€41.000
BioWKK	€40.625	13 jaar	15 jaar	€5915
Pv-folie	€ 102.350	4 jaar	20 jaar	€505.650

Tabel 5.99: Investering en terugverdientijden

Tabel 5.99 geeft dus aan dat het toepassen van duurzame maatregelen zoals een WKO, BioWKK en pv-folie een investering is die winstgevend is binnen de technische levensduur van 15-20 jaar. Dit is dus niet alleen beter voor het milieu, maar ook een financiële aanleiding voor opdrachtgevers om de mogelijke duurzame maatregelen te onderzoeken.

6. Bouwtechnisch onderzoek

In het bouwtechnisch onderzoek wordt er voor de herbestemming een globale constructie gemaakt met behulp van vuistregels. Ook zullen er twee constructieve oplossingen besproken worden, namelijk de oplegging van de grote glazen puien en de oplegging van de ETFE koepel.(Fig. 6.1) Buiten de constructie zal er ook aandacht besteedt worden aan de eisen vanuit het Bouwbesluit 2012 en de invloed die deze heeft op het ontwerp.

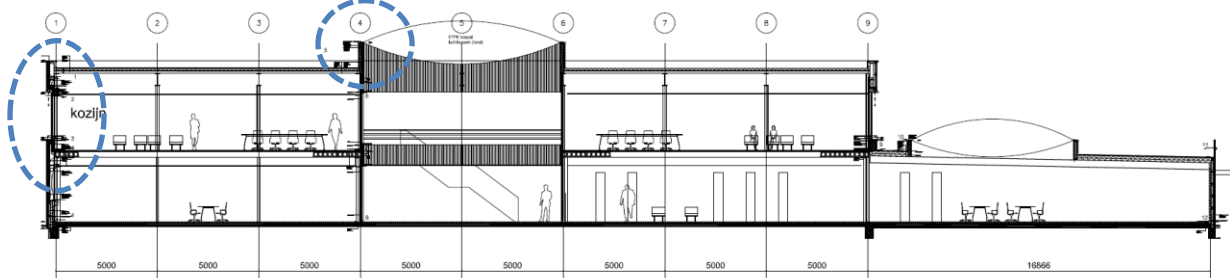


Fig.6.1: Langsdoorsnede doorsnede

6.1 Globale constructie herbestemming

Aan de hand van vuistregels is de constructie ten behoeve van de nieuwe vloeren van de herbestemming bepaald.

Eén van de randvoorwaarden voor een goede keuze qua constructieve onderdelen is de vrije indeelbaarheid van de plattegrond. Om deze reden worden er geen schijven toegepast maar koker kolommen.

Vuistregel: $3,6/35=0,103 \rightarrow$ koker 120*120*3 (Fig. 6.2)

Constructie-element	Doorsnede en zij aanzicht	Knik-lengte (ℓ_k) in m	Doorsnede-hoogte verhouding $\frac{d}{\ell_k}$
Gewalst of gelast profiel		2-8	$\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$ één bouwlaag
		2-4	$\frac{1}{7} - \frac{1}{18}$ meer bouwlagen
Kokerprofiel		2-8	$\frac{1}{20} - \frac{1}{35}$ één bouwlaag
		2-4	$\frac{1}{7} - \frac{1}{28}$ meer bouwlagen

Fig. 6.2: Vuistregels kolommen (Bron: Jellema 3 Draagstructuur)

De vloer moet maximaal 9,6 meter kunnen overspannen dus wordt er gebruik gemaakt van kanaalplaatvloeren. (200mm volgens opgave leverancier)

De vloeren worden opgelegd op THQ liggers die een maximale overspanning hebben van 5 meter. THQ liggers zorgen ervoor dat de totale constructiehoogte kleiner uitgevoerd kunnen worden dan bij een oplegging, waardoor er meer ruimte overblijft en richtingsvrijheid voor installaties tussen de vloer en systeemplafond wordt gewaarborgd.

Vuistregel $5/20=0,25 \rightarrow$ THQ 265 (Fig. 6.3-4)

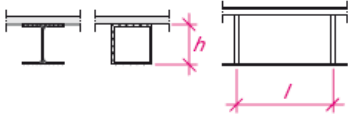
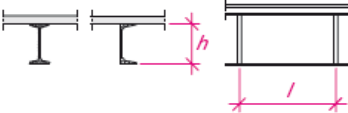
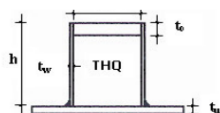
Constructie- element	Doorsnede en zijaanzicht	Afmeting van het element (h) in mm	Overspanning (ℓ) in m	Verhouding $\frac{h}{\ell}$
Breedflens- profielen of kokers		100–500	4–12	$\frac{1}{18} - \frac{1}{28}$
Profielstaal		200–500	6–30	$\frac{1}{15} - \frac{1}{20}$

Fig. 6.3: Vuistregels liggers (Bron: Jellema 3 Draagstructuur)



Voortman  **Profiel Service**

THQ-LIGGER TABEL

h	t_w	b_o	t_o	b_u	t_u	G	$M+$	$M-$	I_y	W_{el}	W_{pl}	$M_{y;u}$	$V_{z;u}$
[mm]						[kg/m]			[cm ⁴]	[cm ³]	[cm ³]	[kNm]	[kN]
265	6	190	20	400	12	94.2	2	3	16452	1104	1320	469	652

Fig. 6.4: THQ ligger afmeting (Bron: voortmanprofielSERVICE.nl)

Bij de oplegging van de kanaalplaatvloer op de THQ ligger is de afmeting van de THQ ligger in dit geval maatgevend. Dit houdt in dat de kanaalplaatvloer een afmeting zal hebben van 260mm. (Fig. 6.5)

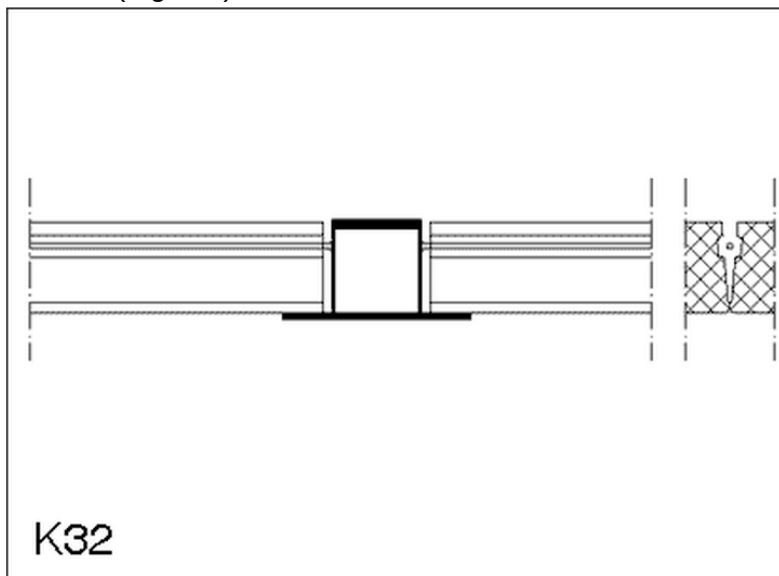


Fig. 6.5: Oplegging kanaalplaatvloer op THQ ligger (Bron: dycore.nl)

Buiten de draagconstructie van de vloeren moet er ook een oplossing bedacht worden voor de grote glasvlakken op de 1^e verdieping. Dit probleem is opgelost door het kozijn op te leggen op een houten stelkozijn (paars) dat ondersteund wordt door middel van HEA100-profielen met een hart op hart maat van 600mm (rood). Deze profielen worden gelast aan stalen kokerprofielen 120*120*3 (blauw) die gelast worden aan de bestaande constructie(grijs). (Fig. 6.6) Met deze oplossing is het mogelijk tussen de HEA100-profielen te isoleren waarmee koudebruggen worden voorkomen.

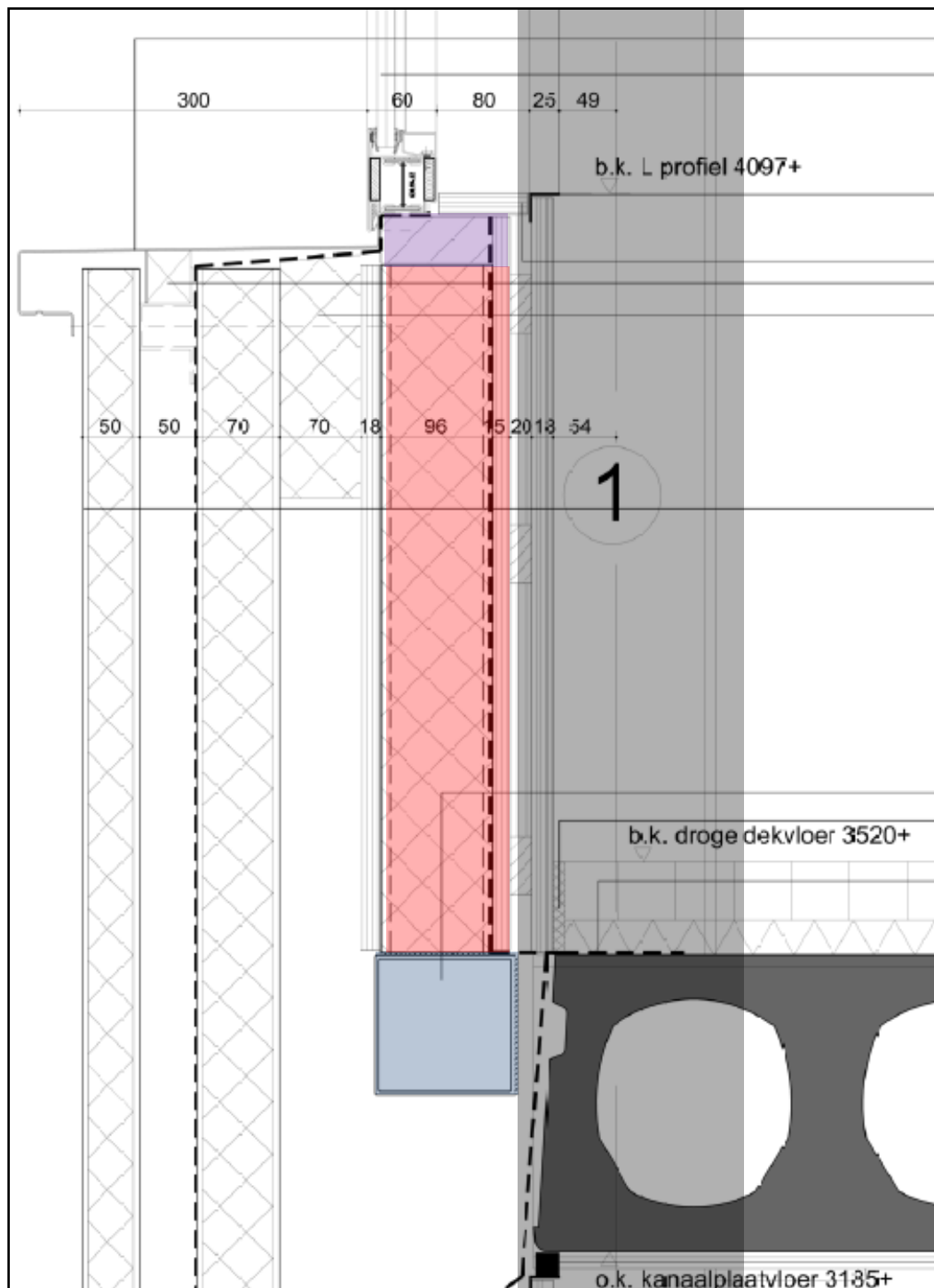


Fig. 6.6: Constructieve oplossing glazen pui

Het daklicht van ETFE folie heeft een lichtere constructie dan een glaskap. Om deze reden is enkel een constructie bij de randen vereist en geen extra kozijnen. De ETFE koepel wordt ingeklemd. Deze inklemming wordt bevestigd aan een stelkozijn. Dit stelkozijn is opgelegd op een kolom die gelast wordt aan de bestaande IPE ligger. (Fig.6.7)

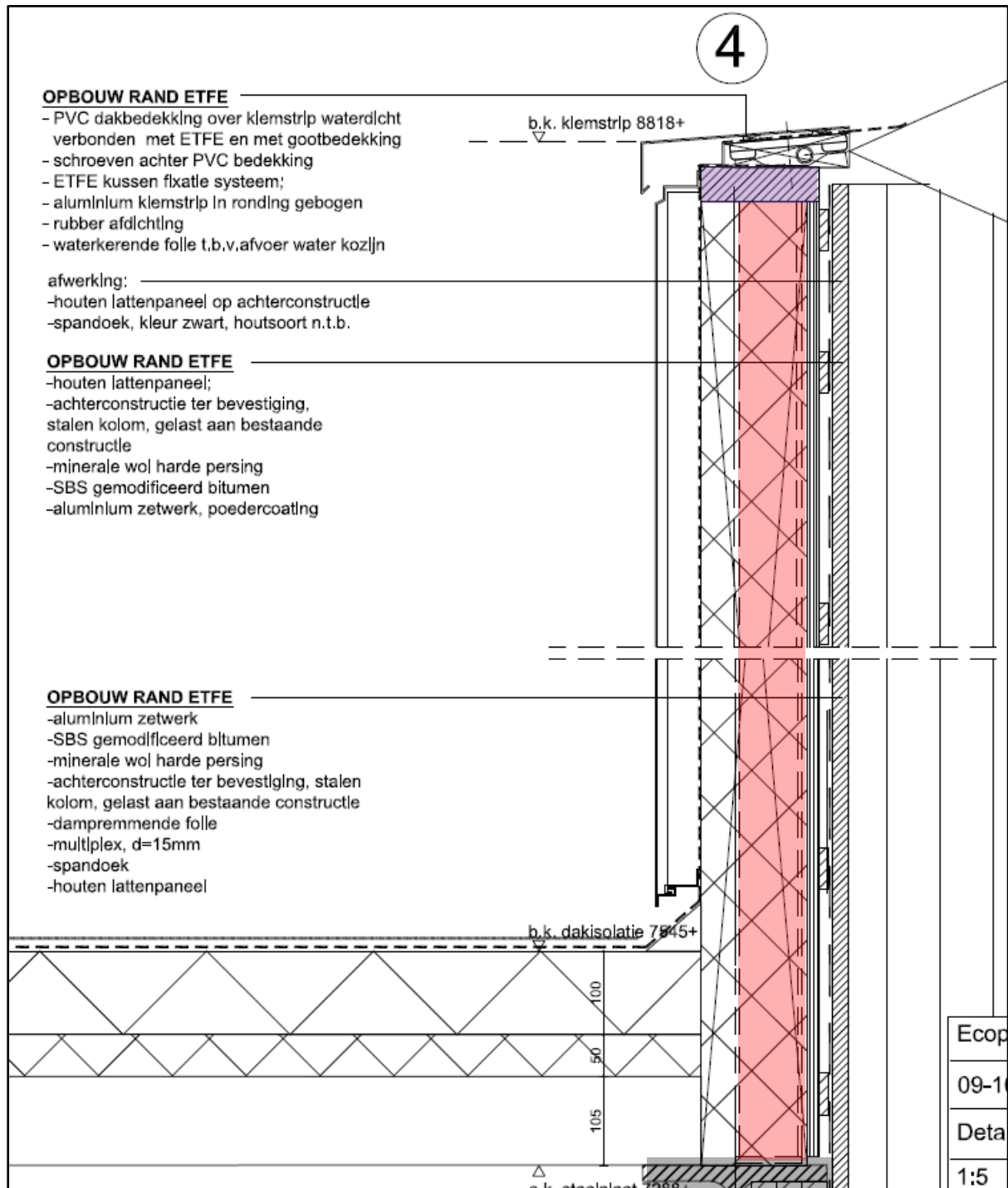


Fig. 6.7: Constructieve oplossing ETFE koepel

De constructie van de herbestemming en de daarop volgende knelpunten zijn globaal opgelost. In de volgende paragraaf wordt het ontwerp getoetst aan het Bouwbesluit.

6.2 Bouwbesluit

In deze paragraaf zal er aandacht besteed worden aan het Bouwbesluit 2012. De afdelingen die besproken worden zijn:

- Veiligheid
- Gezondheid
- Bruikbaarheid
- Energiezuinigheid
- Installaties

In bijlage 6.2 zijn de artikelteksten die van toepassing zijn op de kantoorfunctie. Ook al is er sprake van een herbestemming, dus verbouwing van de bestaande bouw, wordt er gestreefd het ontwerp minimaal te laten voldoen aan de nieuwbouw.

Per afdeling worden kort de belangrijkste punten opgesteld. Van de afdelingen veiligheid, gezondheid en bruikbaarheid wordt aan het eind van de desbetreffende paragraaf enkele aspecten van het ontwerp getoetst en aanbevelingen gedaan.

6.2.1 Afdeling Veiligheid

Binnen de afdeling veiligheid worden er eisen gesteld aan: de constructie, trap, hellingbaan, beweegbare constructieonderdelen, beperken van het ontstaan van brandgevaarlijke situaties, beperken van het ontwikkelen van brand en rook, beperking van uitbreiding van brand, verdere beperking van uitbreiding van brand en verspreiding van rook en hulpverlening bij brand.

6.2.1.1 Eisen Afdeling Veiligheid

Voor de eisen vanuit de afdeling Veiligheid zie Bijlage 6.2.1

6.2.1.2 Toetsing Afdeling Veiligheid

Er wordt er vanuit gegaan dat alle materialen waarbij een temperatuur kan optreden hoger dan 90°C voldoen aan brandklasse A1. Als het een vloer of een trap betreft dan geldt brandklassen A1_{fl}. Beweegbare constructieonderdelen en zijden die grenzen aan de buitenlucht worden minimaal uitgevoerd in brandklasse D.

De verdeling van het gebouw in brandcompartimenten is terug te vinden in paragraaf 6.3.

Het ontwerp voldoet aan de eisen die gesteld zijn vanuit de afdeling Veiligheid.



6.2.2 Afdeling Gezondheid

Binnen de afdeling gezondheid worden er eisen gesteld aan: de installaties, vocht, ventilatie, bescherming tegen ongedierte en daglicht.

6.2.2.1 Eisen Afdeling Gezondheid

Voor de eisen vanuit de afdeling Gezondheid zie Bijlage 6.2.2

6.2.2.2 Toetsing Afdeling Gezondheid

Vanuit de eisen om vocht te voorkomen is er gebruik gemaakt van het programma Trisco. Zie hiervoor paragraaf 5.3.

Het ontwerp voldoet aan de eisen die gesteld zijn vanuit de afdeling Gezondheid.



6.2.3 Afdeling Bruikbaarheid

Binnen de afdeling bruikbaarheid worden er eisen gesteld aan: de verblijfsgebieden en verblijfsruimten, toiletten, bereikbaarheid van de toegankelijkheidssector en opstelplaatsen.

6.2.3.1 Eisen Afdeling Bruikbaarheid

Voor de eisen vanuit de afdeling Bruikbaarheid zie Bijlage 6.2.3

6.2.3.2 Toetsing Afdeling Bruikbaarheid

In het ontwerp wordt er op dit moment geen rekening gehouden met een toegankelijkheidssector. Vanuit het Bouwbesluit 2012 is de eis, bij een kantoorfunctie met een gebruiksoppervlakte van meer dan 400m², een minimale oppervlakte van de toegankelijkheids sector van 40m² aanwezig moet zijn. Dit is goed mogelijk aan te geven in de plattegrond. Het tekort in het ontwerp zit in het gebrek aan een integraal toegankelijk toilet. De afmeting van dit toilet is minimaal 1659*2200mm.

Het ontwerp voldoet niet geheel aan de eisen gesteld vanuit de afdeling Bruikbaarheid.



6.2.4 Afdeling Energiezuinigheid

Binnen de afdeling energiezuinigheid worden er eisen gesteld aan: EPC, thermische isolatie en de luchtvolumestroom.

6.2.4.1 Eisen Afdeling Energiezuinigheid

Voor de eisen vanuit de afdeling Energiezuinigheid zie Bijlage 6.2.4

6.2.4.2 Toetsing Afdeling Energiezuinigheid

Het ontwerp voldoet niet geheel aan de eisen die gesteld zijn vanuit de afdeling Energiezuinigheid.



Er wordt vanuit gegaan dat de maximale luchtvolumestroom 0,2 m/s is. De EPC verkregen uit het programma GreenCalc+ is 1,34. Dit komt door het gebruik van een BioWKK. De EPC berekening is in dat opzichte achterhaalt. Om de daadwerkelijke waarde van het gebouw te verkrijgen moet er gebruik gemaakt worden van de EPA. De bevindingen vanuit GreenCalc+ zijn te lezen in paragraaf 5.6-7.

6.2.5 Afdeling Installaties

Binnen de afdeling installaties worden er eisen gesteld aan: verlichting, afname en gebruik energie, watervoorziening, afvoer huishoudelijk afvalwater en hemelwater, tijdig vaststellen van brand, vluchten bij brand, bestrijden van brand, bereikbaarheid voor hulpverleningsdiensten en bereikbaarheid gebouw voor minder validen.

Voor de eisen vanuit de afdeling Installaties zie Bijlage 6.2.5.

6.3 Brand

Vanuit het Bouwbesluit 2012 zijn er eisen gesteld vanuit de afdeling Veiligheid die betrekking hebben op brand. Het ontwerp is opgedeeld in drie brandcompartimenten die tevens subbrandcompartimenten zijn. Een brandcompartiment heeft een maximale oppervlakte van 1000m². (Fig. 6.8-9)

Brandcompartiment 1 (712m²) is het rode compartiment en is verdeeld over twee bouwlagen. Dit is zo gekozen omdat tussen deze twee bouwlagen een spiltrap geplaatst is in het ontwerp en maatregelen om deze twee ruimten te scheiden inbreuk zouden doen op het ontwerp. Vanuit Brandcompartiment 1 is het mogelijk te vluchten naar Brandcompartiment 2. Hier is sprake van minimaal één vluchtroute van minder dan 45 meter.

Brandcompartiment 2 (750m²) is het blauwe compartiment en is verdeeld over twee bouwlagen. Dit is zo gekozen om de doorgang vanuit de hoofdentree zover mogelijk tot in

het bestaand kantoorgedeelte te laten lopen. Het voordeel is verder dat de spiltrap in de doorgang geen aparte maatregelen nodig heeft die inbreuk zouden doen op het ontwerp. Vanuit Brandcompartiment 2 is rechtstreeks te vluchten naar de hoofdentree of de entree die door Brandcompartiment 3 voert. Hier is sprake van minimaal één vluchtroute van minder dan 45 meter.

Brandcompartiment 3 (733m²) is het grijze compartiment en is enkel verdeeld over één bouwlaag. Het is mogelijk om vanuit Brandcompartiment 3 te vluchten via Brandcompartiment 2 naar het aangrenzend terrein. Hier is sprake van minimaal één vluchtroute van minder dan 45 meter.

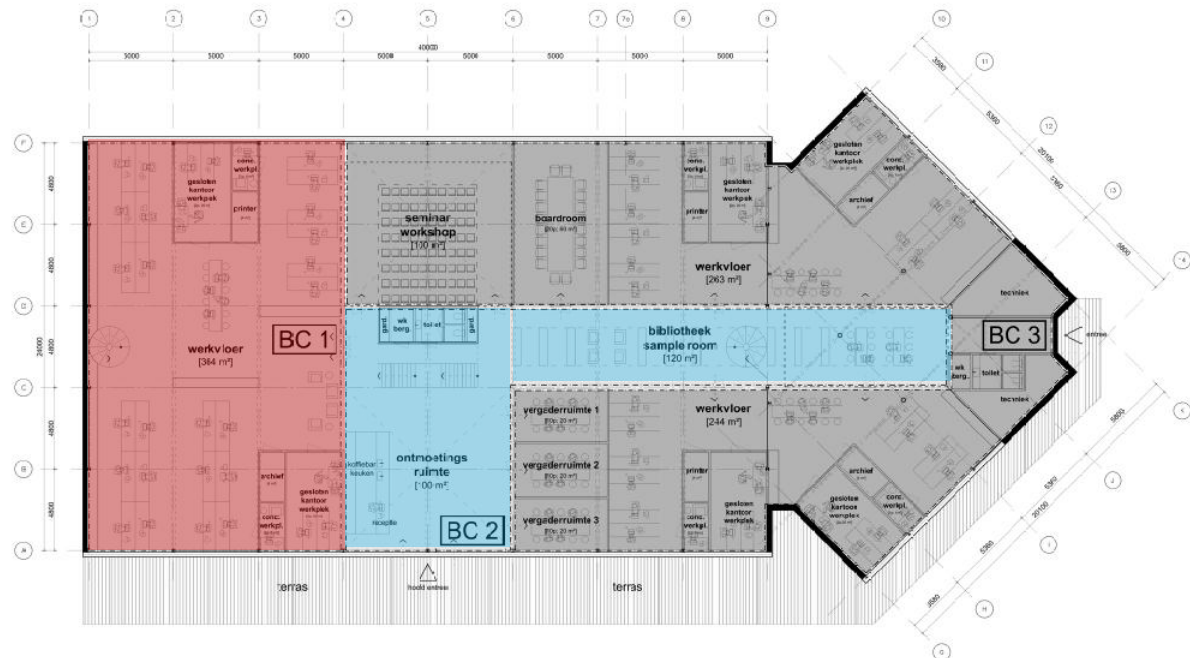


Fig. 6.8. Brandcompartimenten BG

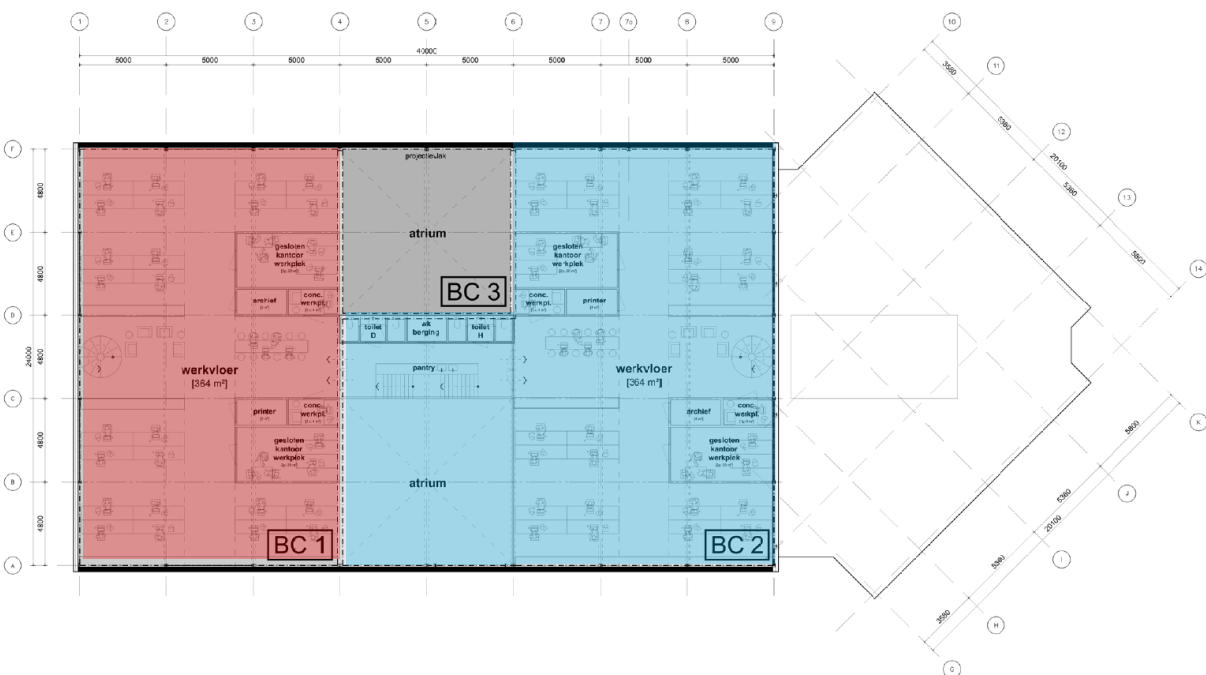


Fig. 6.9: Brandcompartimenten 1^e verdieping

7. Conclusies en aanbevelingen

Om bouwtechnische vraagstukken, betreffende het renoveren van een leegstaand industrieel pand naar een energieneutraal kantoorgebouw, op te lossen door middel van de toepassing van bouwfysische principes is het de bedoeling uit te gaan van een vorm van Trias Energetica. Om specifiek te zijn het Nieuwe Denken. Het Nieuwe denken houdt bij dit project in het beperken van de energievraag, het gebruik van reststromen, het efficiënte gebruik van oneindige bronnen.

Eerst dient de thermische schil aangepast te worden. Dit zorgt voor een vermindering van de verloren warmtestroom. De volgende stap is het gebruiken van reststromen en efficiënte toepassing van duurzaam opgewekte energie om ervoor te zorgen dat het gebruikers gebonden deel en het gebouw gebonden energiedeel gelijk zijn aan de opgewekte energie. In dit project is het gebruik van reststromen niet meegenomen in de analyse zodat de uitkomsten van het onderzoek ook toegepast kunnen worden bij kantoorpanden zonder industrie. (zie hoofdstuk 5.5)

Energie neutraal bouwen is het ervoor zorgen dat een gebouw op jaarbasis geen netto import van fossiele of nucleaire brandstof van buiten de systeemgrens nodig heeft. Alle energie is afkomstig van duurzame installaties onder, in op of naast het gebouw. De gebouw gebonden en gebruikers gebonden energie worden in dit project gerekend tot de energie dat gecompenseerd dient te worden met duurzame installaties. (zie hoofdstuk 3.1)

Om te bepalen welke methoden het meest efficiënt zijn om te achterhalen of de ambitie om energieneutraal te bouwen behaald is zijn er meerdere mogelijkheden. Vanuit de analyse is naar voren gekomen dat er gekozen kan worden tussen de BREEAM-NL, PHPP en de GreenCalc+. De GreenCalc+ methode is om haalbaarheids- en integrale toepasselijkheidsredenen gekozen (zie hoofdstuk 3.3)

In dit rapport zijn er meerdere installatieconcepten voorgesteld en doorberekend om te komen tot een uiteindelijke variant. Vanuit het onderzoek is naar voren gekomen dat de toepassing van een WKO (opslag koude en warmte), BioWKK (opwekking elektriciteit, warmte voor vloerverwarming en warmtapwater als bijproduct) en 960m² pv-folie (elektriciteit) de beste oplossing biedt. (zie hoofdstuk 5)

Het gekozen installatieconcept heeft als effect dat er vanuit bouwkundig aspect geen sprake hoeft te zijn van een Rc-waarde van >10m²K/W om een duurzaam pand te realiseren. Dit betekent een besparing op de materiaalkosten en een slankere wand- en dakopbouw.

Qua financiële aspecten is informatie over de levensduur en de terugverdientijd van het concept belangrijk. Hiervoor is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd waaruit geconcludeerd kan worden dat de meerprijs van circa €190.000, - in een periode van circa 10 jaar kan worden terugverdiend en een gemiddelde levensduur heeft van 20 jaar. (zie hoofdstuk 5.7.5)

In een vervolgonderzoek is het nagaan van de materiaal gebonden energie de volgende stap. Ook zal het interessant zijn om te onderzoeken of restwarmte van de eigen industrie op het Ecophon terrein gebruikt kan worden en bijdraagt aan lagere installatiekosten en hogere prestaties. Een ander aandachtspunt is de toepassing van de BioWKK installatie. Aan de hand van geluidsmetingen moet worden nagegaan of er teveel hinder zal worden ondervonden rondom de installatieruimte.

8. Literatuurlijst

Literatuur:

- Nederhoud, P (2011), Helder Rapporteren. Bohn Stafleu Van Loghum.
- Boonstra, Clocquet, Joosten (2009), Passiefhuizen in Nederland, Aeneas
- Laan van der. M (2011) Dictaat Klimaatinstallaties. Hogeschool Utrecht

Internetartikelen:

- Agentschap NL (2010). Infoblad – Energieneutraal Bouwen, hoe doe je dat? Verkregen op 18 mei, 2012 van http://energiesprong.nl/wp-content/uploads/2011/05/Infoblad_Energieneutraal_Bouwen.pdf
- Agentschap NL (2012). Maak kennis met de SDE+ 2012. Verkregen op 18 mei, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Maak%20kennis%20met%20de%20SDE%202012.pdf>
- Agentschap NL (2012). Uitgangspunten van de SDE+ 2012. Verkregen op 18 mei, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Uitgangspunten%20van%20de%20SDE%202012.pdf>
- Agentschap NL (2012). Eindrapport Kwantitatief dataonderzoek. Verkregen op 18 mei, 2012 van http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Eindrapport_kwantatief_dataonderzoek_jan2012v4.pdf
- Agentschap NL (2011). Op weg naar minimumenergiewoningen met EPC 0. Verkregen op 18 mei, 2012 van http://energiesprong.nl/wp-content/uploads/2012/05/Eindrapport_Op_weg_naar_minimumenergiewoningen_met_epc_0.pdf
- Agentschap NL (2012). MIA/Vamil 2012. Verkregen op 6 juni, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/BrochureMilieulijst2012.pdf>
- Agentschap NL (2012). Naar energieneutrale kantoren. Verkregen op 6 juni, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/UPK-NESK%20Initiatieffase%20naar%20energieneutrale%20kantoren.pdf>
- Agentschap NL (2012). Financiering 'zeer energiezuinig tot energieneutraal bouwen'. Verkregen op 6 mei, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Financiering%20zeer%20energiezuinig%20tot%20energieneutraal%20bouwen%20-%20jan'12.pdf>
- Agentschap NL (2011). TNT Greenoffice , Hoofddorp. Verkregen op 21 augustus, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/NESK%20project%20TNT%20Green%20Office%20eindrapport.pdf>
- Bouwmeester, H (2010). Rapport Schoon licht. Verkregen op 10 augustus, 2012 van www.energiechannel.nl/informatie.php?pid=47
- Buijs, M (2012). Monumentaal én energieneutraal. Verkregen op 18 mei, 2012 van <http://energiesprong.nl/wp-content/uploads/2012/04/Monumentaal-en-energieneutraal.pdf>
- Croonen Adviseurs (2012) Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, Gemeente Etten-Leur. Verkregen op 11 juli, 2012 van <http://www.etten-leur.nl/dsresource?objectid=70452&type=org>
- Cace, ter Horst (2007) Leidraad kleine windturbines in de gebouwde omgeving. Verkregen op 21 augustus 2012 van http://www.urbanwind.net/pdf/LEIDRAAD_KLEINE_WINDTURBINES_IN_DE_GEBOUWDE_OMGEVING_final.pdf

- Ecofys (2011). Opwekkingsrendementen bio-WKK, gas-WKK en collectieve HR-ketels. Verkregen op 20 augustus, 2012 van <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/REP%20-%20PSUPNL101868%20 Updated%20version%20of%20PBIONL084826 %20-%202011%2006%2028%20FINAL.pdf>
- Gemeente Etten-Leur (2012). Planregels bestemmingsplan "Bedrijventerrein Vosdonk". Verkregen op 11 juli, 2012 van <http://www.etten-leur.nl/dsresource?objectid=70447&type=org>
- Geveke Technical Solutions (2012). Warmtepompen: standaard en TOP-klasse. Verkregen op 6 augustus, 2012 van http://www.geveke-klimaattechniek.nl/pages/bulk_v2/s2/sole_water_warmtepompen_prod.aspx
- Meijers, K (2010). Het idee moet zichzelf verkopen. Verkregen op 18 mei 2012 van <http://www.beco.nl/downloadablefiles/tilburg-magazine-2010.3.pdf>
- Sijbrandij, J (2012). 10 bijzondere kantoren. Verkregen op 6 augustus, 2012 van [http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/10%20bijzondere%20kantoren\(1\).pdf](http://www.nibe.org/assets/images/content/user/files/10%20bijzondere%20kantoren(1).pdf)
- Willems, E (2010). Energieneutrale kantoren. Kijk eens om je heen. Verkregen op 18 mei, 2011 van <http://energiesprong.nl/wp-content/uploads/2012/04/Monumentaal-en-energieneutraal.pdf>

Websites:

- <http://www.rgd.nl/actueel/nieuws-en-persberichten/artikel/artikel/4461/>
Geraadpleegd op 18 mei 2012
- <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/energie-investeringsaftrek-eia>
Geraadpleegd op 6 juni 2012.
- www.kodi.nl/diensten/warmtepomp-systemen/terugverdiëntijd/
Geraadpleegd op 6 augustus 2012
- <http://www.businessissues.nl/bouwportal/index.asp?ContentID=BiBioWkk02>
Geraadpleegd op 6 augustus 2012
- <http://oudewebsite.eigenhuis.nl/VerenigingEigenHuis/Wonen/Energie/Hoebesparen/Warmtepomp/Warmtepomp voordelen nadelen.htm>
Geraadpleegd op 6 augustus 2012
- <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/duurzame-gebouwen>
Geraadpleegd op 6 augustus 2012
- <http://www.brabant.nl/dossiers/dossiers-op-thema/water/grondwater-onttrekken/bodemenergiesystemen.aspx>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://www.energiekeuzes.nl/warmtepomp/vloerverwarming/>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://www.agentschapnl.nl/onderwerp/wat-wko>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://www.warmtepomppofferte.nl/>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://www.duurzaammkb.nl/tips/tip/667>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/445>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/382>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/719>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/506>

- Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/647>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/439>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- http://www.jansenmeppelink.nl/duurzaam_warmtepomp_voordeel.html
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- <http://www.eigenhuis.nl/energie/energie-besparen/energiebesparende-installaties/>
Geraadpleegd op 21 augustus 2012
- http://www.breeam.nl/bestaande_bouw/breeam_bestaande_bouw
Geraadpleegd op 21 augustus 2012

9. Bijlagen

Bijlage 1 – Aanvullende informatie rapport

2.2 Materialisatie gevel

2.4 Constructie

2.5 Bestemmingsplan

5.1 Referentieprojecten

5.2 Energiesystemen

5.3 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de ontwerpfase (Trisco)

5.4 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de detaillering (Trisco)

5.6 Energieverbruik berekening

5.6.1 Invoer GreenCalc+: variant 1

5.6.2 Invoer GreenCalc+: variant 2

5.6.3 Invoer GreenCalc+: variant 3

5.6.4 Uiteindelijke variant

6.2.1 Afdeling Veiligheid

6.2.2 Afdeling Gezondheid

6.2.3 Afdeling Bruikbaarheid

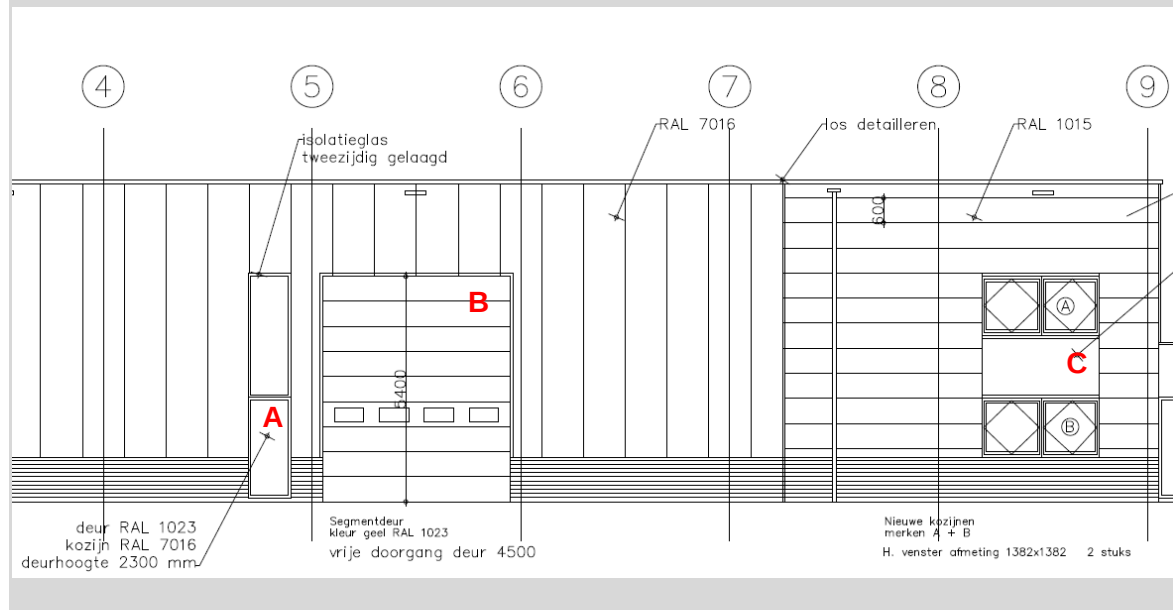
6.2.4 Afdeling Energiezuinigheid

Bijlage 2 – Details

Detailnummer	Beschrijving	Schaal
1	Fundering loods	1:5
2	Brandwerende pui	1:5
3	Fundering kantoor	1:5
4	Constructie t.b.v. pui	1:5
5	Aansluiting pui/vloer	1:5
6	Aansluiting loods/kantoor	1:5
7	ETFE kantoor	1:5
8	Pui bovenaansluiting	1:5
9	Brandwerende pui	1:5
10	Dakdetail loods	1:5
11	Constructie ETFE	1:5

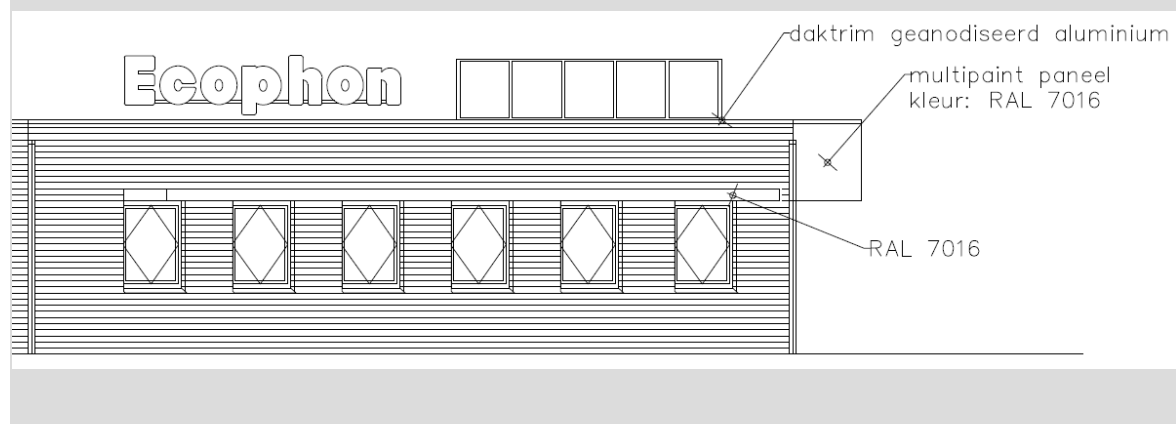
Ramen en deuren

- A. Deur=RAL 1023 & 7016, kozijn RAL 7016, vrije hoogte 2300mm (bovenlicht isolatieglas tweezijdig gelaagd).
- B. Segmentdeur, staal, kleur RAL1023, vrije hoogte 4500mm
- C. Ramen=Merk A/B 1382*1382, Zweeds grenen, kleur antraciet



Dak

Daktrim geanodiseerd aluminium, RAL 7016.



2.3 Constructie

Palen overzicht:

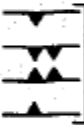
Soort: voorgespannen betonpalen
 Afm. $\varnothing$ 250 mm - lang: 4.50 m¹ - aantal 59 stuks.

Alleen de betonpartij verwerken welke is voorzien van een erkend Nederlands goedkeuringscertificaat of is goedgekeurd door de Gemeente

Max. Opredende paalbelasting $\varnothing$ 250 mm = 253 kN.

Peil = 0 = 5150 mm⁺ N.A.P.

Gemeente Eindhoven - Leu
Bureau Bouwzaken en Stedebouw
22 MAART 1993

Beton	Sterkteklasse: B25	Betondekking op betonstaal in mm			
	Milieu-klasse 2		Binnen	Buiten	Onzichtbaar
Betonstaalkwaliteit: Fe B 500		Balken	25	30	35
Bovenste/achterste laag	 driehoek wijst naar hart vloer/wand	Stroken	25	30	35
2e laag van boven/achter		Kolommen	30	35	40
2e laag van onder/voor		Wanden	15	25	30
Onderste/voorste laag		Vloeren	15	25	30

Werkvloer dik 50 mm onder alle met de grond in aanraking komende constructies

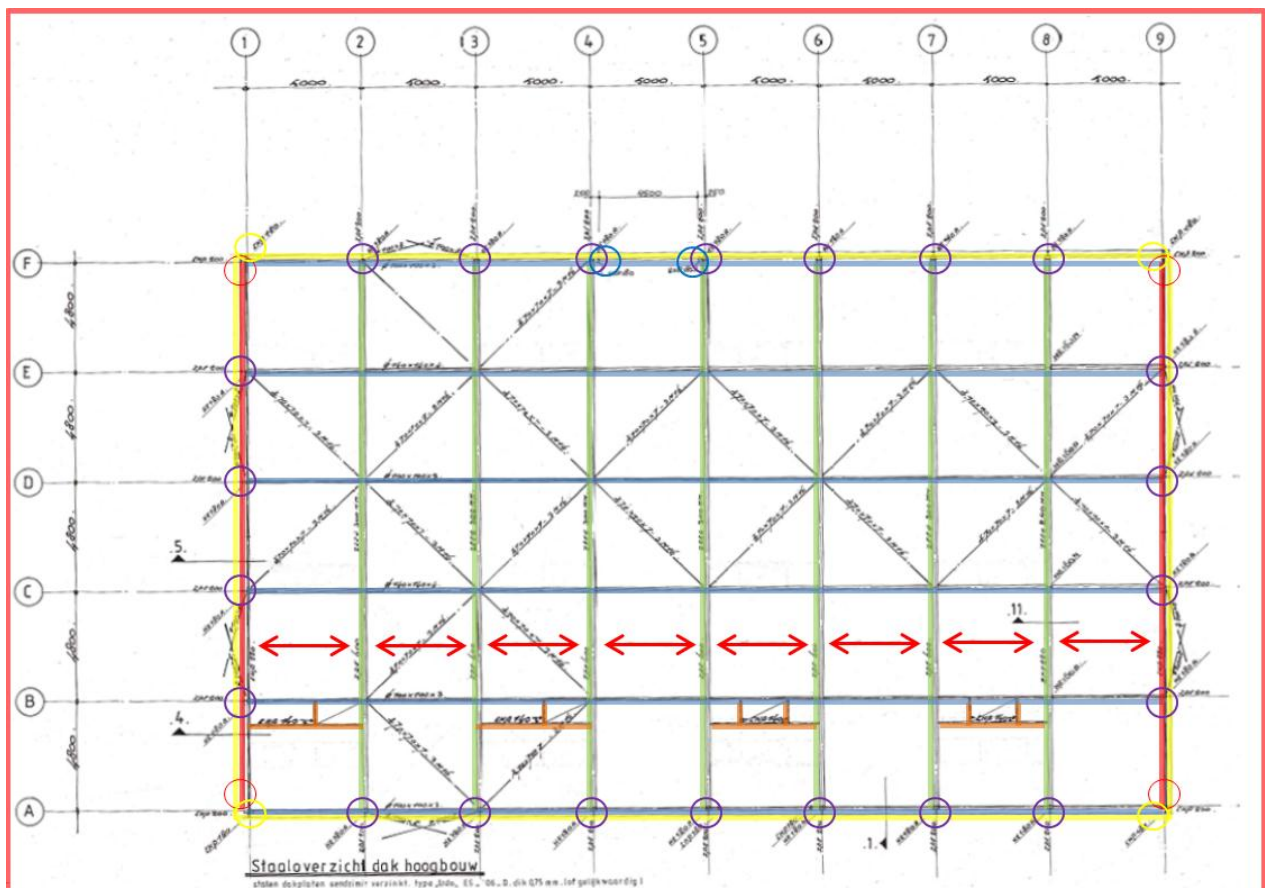
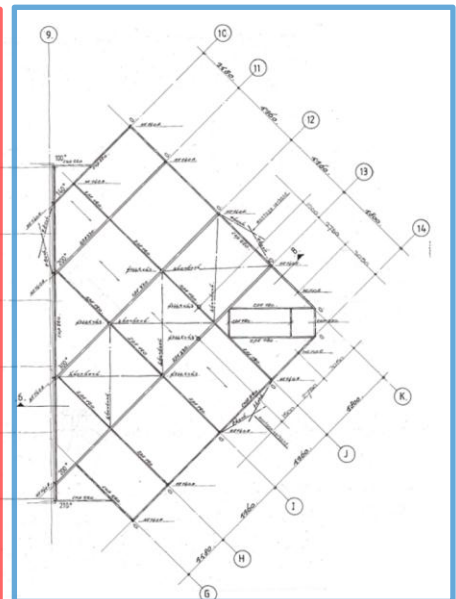
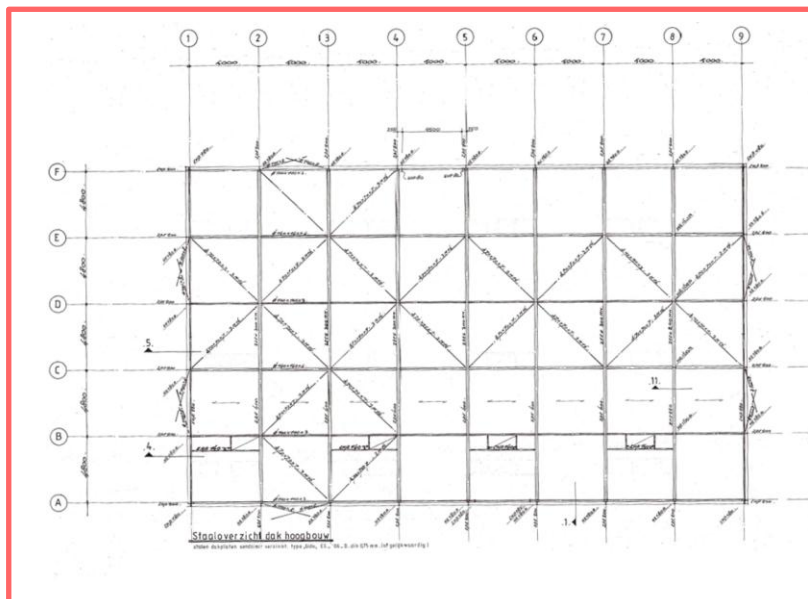
Minimaal vereiste gemiddelde kubusdruksterkte X3 bij ontlasten 25 N/mm²

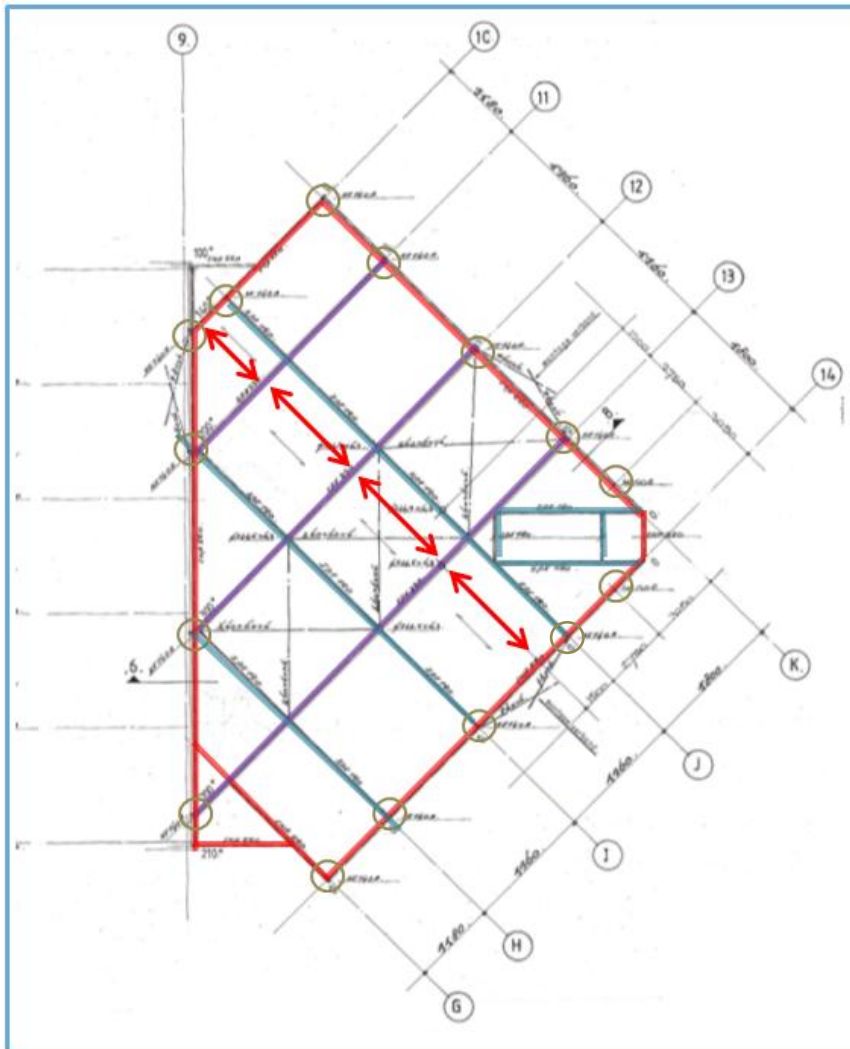
Doorgeknipte wapening t.p.v. sparringen naast de sparringen bijleggen. Sparringen in nader overleg

Bedrijfsruimte magazijn en kantoor ECOPHON b.v. te Eindhoven	Werk: 91-1121
	blad: 1
Palenplan + matenplan fundering	schaal : 1 : 100 / 20 getekend: J.G. datum : 2-2-1993 constr. : T.E. formaat : A0 gewijzigd: a. 5-7-1993 b. 12-3-93 c. d. e. f. g. h. i.
	Arch. buro Henk van Diest. 343/92

bouwkundig konstruktieburo h.c. bogaards

taanderstraat 19 2222 BG katwijk telefoon 01718-32323 telefax 01718-28758

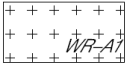
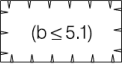




LEGENDA	
	IPE 120
	IPE 330
	IPE 600
	HEA 140
	HEA 180 / IPE 200 aan gevelzijde
	UNP 180
	CNP 140
	CNP 180
	CNP 200
	CNP 220
	Koker 100*100*3
	Overspanningsrichting

2.4 Bestemmingsplan

BT-1	Relevante eisen: • Gebouwen mogen uitsluitend binnen het bouwvlak worden gerealiseerd • De oppervlakte aan bouwwerken mag niet meer bedragen dan 80% van het bouwperceel • Ten aanzien van de maximale bouwhoogte geldt de ter plaatse van de aanduiding 'maximale bouwhoogte (m)' aangegeven bouwhoogte. • De afstand tot de zijdelingse perceelgrens mag niet minder bedragen dan 3,00m • Bouwwerken, geen gebouwen zijnde, mogen zowel binnen als buiten het bouwvlak worden opgericht • De bouwhoogte van erfafscheidingen bedraagt maximaal 2,00 m. • De bouwhoogte van lichtmasten, vlaggenmasten en reclamemasten bedraagt maximaal 10,00 m. • De bouwhoogte van bouwwerken, geen gebouw zijnde, zoals schoorstenen, ovens en koeltorens, bedraagt maximaal 40,00 m. • De bouwhoogte van overige bouwwerken geen gebouwen zijnde bedraagt maximaal 3,00 m. • Bij een maximale bouwhoogte van 20 m kan er een afwijkend omgevingsvergunning van 25 m verleend worden als deze hogere bouwhoogte noodzakelijk is voor een doelmatige bedrijfsvoering en dit stedenbouwkundig aanvaardbaar is. • Voor een bouwhoogte van maximaal 65,00 m voor bouwwerken, geen gebouwen zijnde, moet de hogere bouwhoogte noodzakelijk zijn voor een doelmatige bedrijfsvoering. De hogere bouwhoogte dient vanuit stedenbouwkundig oogpunt aanvaardbaar te zijn en de beperking vanuit de luchtvaartverkeerzone 2= maximaal 109,14 m boven NAP • De bedrijfsvloeroppervlakte van bij de bedrijfsactiviteit behorende, aan de bedrijfsactiviteit ondergeschikte kantoren mag niet meer bedragen dan 30% van de bedrijfsvloeroppervlakte van het totale bedrijf, waarbij bij het bedrijf behorende gebouwen op andere percelen mogen worden meegerekend bij het bepalen van de bedrijfsvloeroppervlakte • Bedrijven en andere voorzieningen moeten voorzien in voldoende laad- en losmogelijkheden op eigen terrein, waarbij de laad- en losplaatsen zo dienen te worden gesitueerd dat het ladende en lossend verkeer kan manoeuvreren en zich kan opstellen op het bouwperceel zelf, zodat het openbaar gebied daarmee niet wordt belast. • Bedrijven en andere voorzieningen moeten voorzien in voldoende parkeervoorzieningen op eigen terrein, waarbij minimaal moet worden voldaan aan de volgende parkeernormen: <table border="1" data-bbox="443 1637 1094 1827"> <thead> <tr> <th>Type bedrijf</th><th>Parkeernorm</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Arbeidsextensieve/bezoekersextensieve bedrijven (30 m² bvo of meer per arbeidsplaats)</td><td>0,8 pp per 100 m² bvo</td></tr> <tr> <td>Arbeidsintensieve/bezoekersextensieve bedrijven (minder dan 30 m² bvo per arbeidsplaats)</td><td>2,7 pp per 100 m² bvo</td></tr> <tr> <td>Showroom (auto's, keukens, caravans, etc.)</td><td>1,7 pp per 100 m² bvo</td></tr> <tr> <td>Kantoren zonder baliefunctie</td><td>1,7 pp per 100 m² bvo</td></tr> <tr> <td>Bedrijfsverzamelgebouw</td><td>1,3 pp per 100 m² bvo</td></tr> </tbody> </table> • Het gebruik van gronden en/of bouwwerken voor zelfstandige kantoren • Het gebruik van gronden en/of bouwwerken voor zelfstandige kantoren • Het gebruik van gronden en/of bouwwerken voor opslag ten behoeve van particulieren. • Het bevoegd gezag kan bij een omgevingsvergunning afwijken van een maximale ondergeschikte kantooroppervlakte van 30% tot een	Type bedrijf	Parkeernorm	Arbeidsextensieve/bezoekersextensieve bedrijven (30 m ² bvo of meer per arbeidsplaats)	0,8 pp per 100 m ² bvo	Arbeidsintensieve/bezoekersextensieve bedrijven (minder dan 30 m ² bvo per arbeidsplaats)	2,7 pp per 100 m ² bvo	Showroom (auto's, keukens, caravans, etc.)	1,7 pp per 100 m ² bvo	Kantoren zonder baliefunctie	1,7 pp per 100 m ² bvo	Bedrijfsverzamelgebouw	1,3 pp per 100 m ² bvo
Type bedrijf	Parkeernorm												
Arbeidsextensieve/bezoekersextensieve bedrijven (30 m ² bvo of meer per arbeidsplaats)	0,8 pp per 100 m ² bvo												
Arbeidsintensieve/bezoekersextensieve bedrijven (minder dan 30 m ² bvo per arbeidsplaats)	2,7 pp per 100 m ² bvo												
Showroom (auto's, keukens, caravans, etc.)	1,7 pp per 100 m ² bvo												
Kantoren zonder baliefunctie	1,7 pp per 100 m ² bvo												
Bedrijfsverzamelgebouw	1,3 pp per 100 m ² bvo												

	kantooroppervlakte van 50% van de bedrijfsvloeroppervlakte van het totale bedrijf, waarbij bij het bedrijf behorende gebouwen op andere percelen mogen worden meegerekend bij het bepalen van de bedrijfsvloeroppervlakte. De realisatie van een groter oppervlakte aan kantoren mogen geen onevenredige beperkingen mag opleveren voor gebruiks- en ontwikkelingsmogelijkheden van de naastgelegen percelen.
	Relevante eisen: • Voor het bouwen overeenkomstig de regels voor de andere op deze gronden voorkomende bestemmingen dient de aanvrager van een omgevingsvergunning voor het bouwen van bouwwerken met een oppervlakte groter dan 100m² en dieper dan 0,40 m, een rapport te overleggen waarin de archeologische waarden van de gronden die volgens de aanvraag zullen worden verstoord, naar oordeel van het bevoegd gezag in voldoende mate zijn vastgesteld. • Indien uit het archeologisch rapport blijkt dat de archeologische waarden van de gronden zullen of kunnen worden verstoord, kan het bevoegd gezag één of meerdere van de volgende voorwaarden verbinden aan de omgevingsvergunning: • De verplichting tot het treffen van technische maatregelen, waardoor archeologische waarden in de bodem kunnen worden behouden • De verplichting tot het doen van opgravingen • De verplichtingen de werken of werkzaamheden die leiden tot de bodemverstoring, te laten begeleiden door een deskundige op het terrein van archeologische monumentenzorg die voldoet aan door het bevoegd gezag bij de omgevingsvergunning te stellen
	Relevante eis: • Ecophon wordt ingedeeld in categorie 5.1(Bron: Ontwerpbestemmingsplan Bedrijventerrein Vosdonk, hdst 3.3, blz. 25)
	Relevante eisen: • De maximale bouwhoogte van gebouwen is in dit gebied 20,00 m
	Relevante eisen: • De maximale hoogte van een bouwwerk 109,14 m boven NAP

5.1 Referentieprojecten

5.1 Referentieprojecten

De Tempel is opgeleverd in 2010 en de kern van het energetisch concept is een pakket van 30mm isolatie aan de binnenzijde van de gevel met daarop leidingwerk voor laagtemperatuurverwarming (LTV) en hoogtemperatuurkoeling (HTK). Een deel van de beglazing is vervangen door museumglas, een ander deel door HR++ glas. De originele kozijnen zijn behouden. Warmteopwekking vindt plaats middels een warmtepomp en warmte-koudeopslag. Dit project heeft energielabel A en is zeer energiezuinig.



Fig. 5.1: De Tempel (Bron: duurzaamvastgoed.com)

Het 'Provinciehuis NH' is opgeleverd in 2012 waarbij door een goed geïsoleerde gevel, dak en drielaags glas ervoor zorgen dat de energievraag gereduceerd wordt. Verder zorgen een **zeer laag geïnstalleerd verlichtingsvermogen** en **energiezuinige ventilatie** voor verdere reductie van de energievraag. Warmte en koude-opwekking vinden plaats met een warmtepomp en warmte-koudeopslag. Energieverbruik wordt verder gecompenseerd door de plaatsing van circa 1000 m² **PV-panelen**. Dit project heeft energielabel A++ en is zeer energiezuinig.



Fig. 5.2: Provinciehuis Noord-Holland (Bron: kraaijvanger.nl)

Hieronder volgt een overzicht van de toegepaste standaard en innovatie technieken bij de twee verbouwingen tot een energieneutraal kantoorgebouw.

Project	Standaard technieken	Innovatieve technieken
De Tempel	- WKO met WP - Deels museumglas en deels HR++ glas in originele kozijnen	- Warmbouwen: Binnengevelisolatie van 3 cm met daarop LTV/HTK
Provinciekantoor NH	- WKO met WP - Energiezuinige	- Vervanging bestaande gevel voor

	verlichting - Ventilatie op basis van CO ₂ met warmteterugwinning (WTW) - Drielaagsglas - Rc gevel = 5 / Rc dak = 10 - Circa 1000 m ² PV-panelen	geheel nieuwe gevel met hoge isolatie, kierdichting en daglichttoetreding
--	--	---

CBW-Mitex

Het nieuwbouwproject 'CBW-Mitex' te Zeist is opgeleverd in 2011. Het lage energieverbruik wordt gerealiseerd door warmte-koudeopslag met een warmtepomp en beperking van de energievraag. Vraagbeperking vindt onder andere plaats door toepassing van innovatieve beglazing met een U-waarde van 0,25 W/m²K in gesloten toestand en door intelligente aansturing van de klimatisering en de warmte-koudeopslag. Verder wordt vraag gestuurde ventilatie toegepast, de warmte uit de serverruimte gebruikt voor klimatisering en wordt het gebruik van kunstlicht beperkt.

Bij oplevering is er nog geen eigen opwekking. Na één jaar wordt het energiegebruik voor klimatisering geanalyseerd en wordt gekeken hoeveel capaciteit aan vacuümbuizen noodzakelijk is om het energiegebruik te minimaliseren. Na twee jaar vindt deze analyse plaats voor PV-panelen. De duurzame energiesystemen worden pas gerealiseerd wanneer de terugverdientijd van de investering minder dan 10 jaar is geworden. Bij oplevering is dit pand zeer energieneutraal.



Fig. 5:3: CBW-Mitex (Bron: rau.eu)

TNT-Greenoffice

Het nieuwbouwproject 'TNT-Greenoffice' te Hoofddorp is opgeleverd in 2010. Het gebouw wordt geklimatiseerd met een warmtepomp en warmtekoudeopslag. De CO₂-uitstoot van 0kg wordt in dit gebouw vooral gerealiseerd doordat de totale elektriciteitsvraag lokaal wordt gerealiseerd met een BioWKK. De CO₂ uitstoot maakt deel van een korte biologische kringloop en wordt niet meegeteld.

Het gebouw heeft een façade van overwegend glas en heeft een groot atrium. Om de koellast te beperken is de zuidzijde van het gebouw voor 50% gesloten uitgevoerd en is zonwering in de vorm van vaste lamellen toegepast. Verder wordt de energievraag beperkt door de toepassing van vraag gestuurde ventilatie en het beperken van het gebruik van kunstlicht. Het gebouw is CO₂ neutraal en zeer energiezuinig.



Fig. 5.4: TNT- Green Office (Bron: kingspanpanels.nl)

Tweede Huis

Het Tweede Huis te Gorinchem is opgeleverd in 2012. Warmte- en koude opwekking voor het gebouw vindt plaats door een warmtepomp en warmte-koudeopslag. De totale elektriciteitsvraag wordt gerealiseerd met twee windmolens en meer dan 1100 m² PV-panelen. Strikte monitoring en controle van de energiestromen in de gebruiksfase moeten ervoor zorgen dat de berekende energieneutraliteit ook in de praktijk blijkt.



Fig. 5.5: Tweede Huis (Bron: deingenieur.nl)

Villa Flora

Het nieuwbouwproject 'Villa Flora' is een transparant gebouw met een kantoordeel en een groot atrium dat als expositieruimte dient. Het energieconcept richt zich op hoge rendementen van warmte- en koude opwekking door kleine temperatuurverschillen over de warmtepompen en warmtewisselaars.

Toevoer van ventilatielucht vindt plaats via het atrium. De kwaliteit van de toevoerlucht wordt geborgd door CO₂-metingen in de kantoren. Het energieverbruik wordt in het concept gecompenseerd door circa 1000 m² PV-panelen op de pergola langs de kas. Qua elektriciteit is deze opbrengst niet voldoende om energieneutraal te zijn. De energieneutraliteit van dit gebouw komt door het warmte technische overschot van de kas.



Fig. 5.6: Villa Flora (Bron: machinefreakz.nl)

Hieronder volgt een overzicht van de toegepaste standaard en innovatie technieken bij de vier (nog te realiseren en) gerealiseerde energie neutrale nieuwbouwkantoren.

Project	Standaard technieken	Innovatieve technieken
CBW-Mitex	- WKO met WP - Betonkernactivering - Energiezuinige verlichting - Ventilatie op basis van CO₂ met Warmte terugwinning - Rc gevel >5 / Rc dak > 5	- Intelligente aansturing van het klimaatsysteem - Uitgebreide monitoring en controle energiestromen - Glas met U-waarde van 0,25 in gesloten toestand - Regeneratiebron via hellingbaanverwarming - Vacuümbuizen voor warmtebalans
TNT Green Office	- WKO met WP - Stralingsplafond - Energiezuinige verlichting - Ventilatie op basis van CO₂ - Compact bouwen - Beperken koellast door beperkt beglazing op het zuiden	- Grootschalige BioWKK: Slachtafval
Tweede Huis	- WKO met WP - Betonkernactivering - Energiezuinige verlichting - Ventilatie op basis van CO₂ met WTW - Energiedak voor regeneratie van warmte - Circa 1100 m² Pv-panelen - Zonnecollector warm tapwater - 2 windmolens	- Uitgebreide monitoring en controle energiestromen - Monitoring gebruikservaringen en beleving
Villa Flora	- WKO met WP - Betonkernactivering - Energiezuinige verlichting - Ventilatie op basis van CO₂ met WTW - Energiedak voor regeneratie van warmte - Circa 110 m² PV-panelen - Kleine biovergistingcentrale	- Uitgebreide monitoring en controle energiestromen - Warmtewisselaars met hoog rendement - Toevoer ventilatielucht door verblijfsgebied - Smart-skin in vloer overstek voor balans in de bron - PCM in convector voor beperken koellast

In de komende paragrafen wordt er ingegaan op de verschillende elementen van de installatieconcepten. De voordelen, nadelen, toepassing, rendementen en financiële aspecten.

5.2 Energiesystemen

5.2.1 Warmte-koudeopslag (WKO)¹¹

In gebouwen waar gekoeld water wordt gebruikt met een grote koelinstallatie (minimaal 100 kW thermisch) kan opslag van warmte en/of koude in de bodem zeer aantrekkelijk zijn. Opslag van warmte en/of koude in de bodem wordt in Nederland op grote schaal toegepast. Bij warmte- en/of koudeopslag wordt in de koelbehoefte in de zomermaanden voorzien door grondwater vanuit de eerste bron van een aquifer te onttrekken. Het grondwater heeft dan een temperatuur van circa 8°C en is na het koelproces opgewarmd naar bijvoorbeeld 18°C. Dit opgewarmde koelwater wordt opgeslagen in de tweede bron van een aquifer en kan in de wintermaanden voor verwarming worden ingezet. Wordt het water niet gebruikt voor verwarming, moet dit water via de buitenlucht worden terug gekoeld. Na afkoeling wordt het grondwater weer in de eerste bron opgeslagen, zodat het grondwater weer geschikt is voor de volgende zomerperiode. Het uitwisselen van warmte vindt altijd plaats via een warmtewisselaar.

Een warmte-koudeopslag is mogelijk toe te passen bij gebouwen met een koelmachine die een thermisch vermogen heeft van minimaal 100 kW of meer. Dit komt overeen met een gebouw met een vloeroppervlakte van minimaal 1000m². Vooral in combinatie met zeer laag temperatuurverwarming (ZLTV) is dit een zeer energie-efficiënte maatregel.

De bodem moet wel geschikt zijn. Dit is na te gaan op kaarten die beschikbaar zijn bij de provincies waar de bodemgesteldheid op wordt weergegeven. Voordat het systeem kan worden toegepast, is altijd een uitgebreid haalbaarheidsonderzoek nodig. De haalbaarheid van warmte en/of koudeopslag in de bodem, moet ruimschoots bekend zijn alvorens een koelinstallatie vervangen moet worden. Er moet dus rekening gehouden worden met de levensduur van een koelmachine (tussen de 10 en 20 jaar). Ook moet er rekening gehouden worden met het verkrijgen van de vergunningen.

Qua energiebesparing bij verwarmen en/of koelen is 40 tot 80% op het energieverbruik ten opzichte van conventionele verwarming/koeling. De meerkosten voor toepassen van warmte- en/of koudeopslag in een aquifer bedragen €150,- per kW. Deze kosten zijn inclusief de regeling, warmtewisselaar, etc. De gemiddelde terugverdientijd bij kantoren is 3 tot 7 jaar. De investeringskosten zijn relatief hoog, maar als zowel warmte als koude nuttig gebruikt worden is de terugverdientijd vijf jaar of minder.

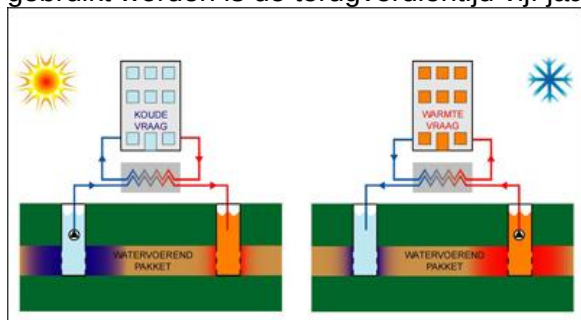


Fig. 5.7: Principe Warmte-koudeopslag (Bron: duurzameenergiethuis.nl)

¹¹ <http://duurzaammb.nl/tips/tip/382>

5.2.2 Warmtepomp¹²

Warmtepompen zijn systemen die op efficiënte wijze warmte uit de omgeving onttrekken en deze warmte afgeven op een bruikbaar hoger temperatuurniveau. Bronnen van bijvoorbeeld grondwater, ventilatielucht, buitenlucht, of oppervlaktewater zorgen ervoor dat water van 10°C naar 40°C. Omdat de temperatuur die vrijkomt bij een warmtepomp (circa 40°C) lager is dan bij een gewoon cv-systeem wordt deze meestal gecombineerd met LTV. Warm tapwater is ook mogelijk door de warmtepomp.

De werking van een warmtepomp is onder te verdelen in drie stappen:¹³

- Stap 1: Een vloeistof met een kookpunt lager dan de aardtemperatuur dient als transportmiddel van warmte. Onder invloed van de aardwarmte verdampt deze vloeistof. Door de vloeistof wordt er warmte aan de aarde onttrokken.
- Stap 2: De verdampte vloeistof wordt samengedrukt door een compressor. Hierdoor stijgt de druk en de temperatuur van de damp.
- Stap 3: De warmte van de damp wordt onttrokken door bijvoorbeeld een CV. Het CV water stijgt in temperatuur waardoor de damp daalt in temperatuur en dus condenseert. De vloeistof stroomt weer naar de verdamper waar het proces wordt herhaald.

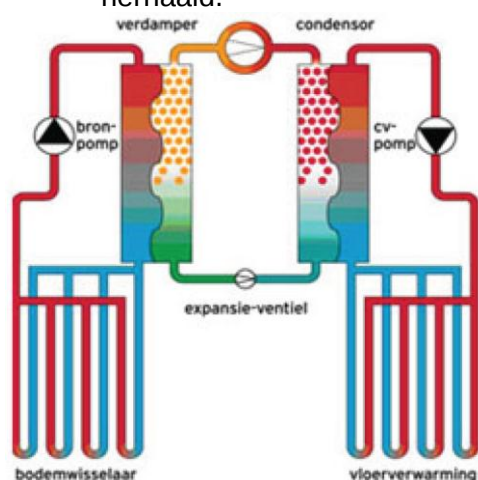


Fig. 5.8: Principe Warmtepomp (bron: Jansen & Meppelink B.V. Totaalinstallateur)

De voordelen van een warmtepomp zijn:¹⁴

- Een warmtepomp heeft een levensduur van 25 à 30 jaar
- Minder onderhoud nodig dan een cv-ketel
- Minder uitstoot van CO₂ dan een Hr-ketel bij een Coëfficiënt of Performance (COP) van 3 tot 5. Een COP van 1 bij een warmtepomp betekent dat de warmtepomp evenveel energie afgeeft als het gebruikt. Bij een COP van 4 produceert de warmtepomp vier keer zoveel energie dan het gebruikt. Het rendement is dan 400%.
- Geschikt om langere periode voor een constante temperatuur te zorgen
- Een directe verbinding tussen de vloerverwarming en de warmtebron (grond of water) maakt koelen in de zomer mogelijk. De warmtepomp hoeft dan niet ingeschakeld te zijn, waardoor het energieverbruik laag blijft.
- Mogelijk om subsidie aan te vragen wat de terugverdientijd drastisch korter maakt

¹² <http://duurzaammb.nl/tips/tip/445>

¹³ http://www.jansenmeppelink.nl/duurzaam_warmtepomp_voordeel.html

¹⁴ www.eigenhuis.nl/energie/energie-besparen/praktische-informatie-over-energie-besparen/energiebesparende-installaties/warmtepomp/voor-en-nadelen/

De nadelen van een warmtepomp zijn:

- Niet geschikt om de temperatuur snel te veranderen. Dit kan opgelost worden met een extra verwarmingsinstallatie op gas of elektriciteit.
- De compressor die moet zorgen voor het verhogen van de temperatuur verbruikt energie.
- Een omkeerbare warmtepomp gebruikt ongeveer evenveel energie bij het koelen

Een warmtepomp is onder mogelijk toe te passen bij vervanging van een bestaand warmtesysteem, nieuwbouw of grote renovatie. Wel moet er krachtstroom aanwezig zijn aangezien een warmtepomp daardoor aangedreven wordt.

Een warmtepomp is circa 50% energiezuiniger dan een Hr-ketel. De terugverdientijd van een warmtepomp in Nederland is lastig te bepalen. De investering en besparing zijn afhankelijk van onder andere de subsidieregelingen. Gemiddeld is de terugverdientijd tussen de 7 en 13 jaar.¹⁵ De kosten voor een warmtepomp liggen tussen €700,- en €12000 afhankelijk van het soort systeem en de capaciteit. De jaarlijkse energiekosten is circa de helft van een Hr-ketel.

5.2.3 Laagtemperatuurverwarming (LTV)¹⁶

LTV is het verwarmen met een aanvoertemperatuur niet hoger dan 55^o C en de retourwatertemperatuur maximaal 45^o C.

De voordelen van LTV zijn:

- Hoog rendement
- Gelijmatige binnentemperatuur, waardoor sprake is van een hoog comfort
- Lagere energierekening
- Mogelijkheid om een te koude ruimte op te warmen met warmte uit een warmere ruimte
- Goed te combineren met HTK. Koude uit grondwater is hiervoor goed bruikbaar
- Kleine ventilatiekanalen, deze transporteren alleen nog 'leeflucht' en geen warmte voor ruimteverwarming

Geen ruimteverlies door radiatoren (bij keuze voor vloer- plafond- en/of wandverwarming)

De nadelen van LTV zijn:

- LTV werkt traag, aangezien warmte wordt afgegeven door een materiaal dat veel massa heeft. Bij plotselinge grote hoeveelheden extra warmte (zoninstraling) zal het systeem warmte blijven afgeven, waardoor de ruimte snel te warm wordt. Goede zonwering is noodzakelijk om dit te voorkomen. Het nadeel van een trage werking kan worden opgelost door LTV uit te rusten met een radiator met boost functie. Deze meet temperatuur van de ruimte en van het water in de radiator en reageert snel op temperatuurschommelingen en warmt snel op.
- In de constructieve delen zitten watervoerende leidingen, waardoor met boorwerkzaamheden moet worden opgepast.
- Bij toepassing van plafondverwarming (of –koeling) mag het plafond – niet volledig door een systeemplafond worden afgedekt.
- LTV is onder meer mogelijk door toepassing van vloer-, plafond- en/of wandverwarming. Ook kan er gebruik gemaakt worden van radiatoren. De eerste stap van de Trias Energetica is bij het rendement van LTV uiterst belangrijk. Het is namelijk zaak om de warmte zo lang mogelijk vast te houden.

Het toepassen van LTV kan in combinatie met één van de volgende warmtebronnen:

- Hr-ketel: Door een lage warmtetemperatuur heeft de Hr-ketel een hoog rendement

¹⁵ www.warmtepompofferte.nl

¹⁶ www.duurzaamkb.nl/tips/tip/667

- Warmtepomp: Hiermee kan een rendement tot 250% behaald worden, waarbij het ook mogelijk is om te koelen
- Zonneboiler: Met een opslagtank voor de opslag van warmte (genoeg voor enkele dagen) kan een groot deel van de warmtebehoefte door de zon worden opgewekt. In combinatie met LTV heeft de zonneboiler een hoger rendement dan bij gebruik van de warmte voor tapwater

LTV bespaart minimaal 5% op het energieverbruik. Als LTV met boost functie wordt toegepast is de besparing 15 tot 25% hoger dan bij LTV zonder boost functie. Hierdoor zet men de thermostaat ongemerkt lager, wat een extra besparing oplevert.

Vloerverwarming heeft vrijwel geen meerkosten ten opzichte van een radiatoren systeem. Bij plafondverwarming bedragen de meerkosten circa €10,- per m² plafond. Voor de afdekking van plafondleidingen is extra betondekking noodzakelijk, waardoor de draagconstructie (en fundering) iets zwaarder moet worden uitgevoerd. Bij gebruik van gipsplaten met daarin voorgefreesde leidingen zijn er ook meerkosten. De gemiddelde terugverdiëntijd van LTV is ongeveer vijf jaar.

5.2.4 Hoogtemperatuurkoeling (HTK)¹⁷

Traditioneel wordt bij een koelsysteem het water/koudemiddel gekoeld tot 6°C. De koude wordt verspreid door het gebouw via koud water of via gekoelde lucht (nadeel: grote volumes nodig) HTK is het koelen met een aanvoertemperatuur van 10 à 16°. In de te koelen ruimte is er een groter oppervlakte nodig om de koude af te geven.

HTK is onder meer mogelijk door toepassing van:

- Klimaatplafonds (in de zomer geen koude vloer)
- Vloer- en/of wandkoeling
- Betonkernactivering
- Radiatoren met grote oppervlakten
- Vergrote warmtewisselaars in luchtbehandelingssystemen

De voordelen van HTK zijn:

- Hoog rendement
- Gelijkmatige binnentemperatuur, waardoor sprake is van een hoog comfort
- Lagere energierekening
- Goed te combineren met LTV.
- Geen ruimteverlies door radiatoren (bij keuze voor vloer- plafond- en/of wandkoeling)

Het nadeel van HTK zijn:

- Bij toepassing van plafondkoeling (of –verwarming) mag het plafond – niet volledig door een systeemplafond worden afgedekt.
- Deze maatregel is goed toepasbaar bij nieuwbouw. Met HTK zijn duurzame koelsystemen, zoals een warmtepomp of warmte-/koudeopslag, beter toepasbaar. HTK is goed te combineren met LTV, waarbij hetzelfde systeem gebruikt wordt voor koude in de zomer en warmte in de winter. Koudeopslag werkt alleen goed in combinatie met HTK.

Conventionele compressiekoelmachines draaien in combinatie met HTK op een hoger rendement en gebruiken minder energie. Door HTK te combineren met koude uit een koude/warmte bron zal niet actief gekoeld hoeven te worden. Het energieverbruik voor het constant aan staan van het systeem is iets hoger, maar netto wordt een besparing gerealiseerd.

¹⁷ www.duurzaamkb.nl/tips/tip/719

Door te kiezen voor een duurzaam koelsysteem, zoals koudeopslag in de bodem, kan ten opzichte van een koelmachine, 60 tot 85% energie bespaard worden. Hierbij wordt gratis winterkoude opgeslagen en 's zomers gebruikt voor koeling.

5.2.5 PV-systemen¹⁸

Bij Fotovoltaïsche systemen (PV) wordt zonnestraling omgezet in elektriciteit. De opgewekte elektriciteit wordt in eerste instantie gebruikt voor het gebouw waarop het systeem geplaatst is. Bij een overschot aan elektriciteit wordt er teruggeleverd aan het net.

Met het PV-systeem zijn er meerdere toepassingen mogelijk:

- PV-panelen
- PV-folie
- PV-glas
- Zonnebuizen
- PVT collectoren

Bij PV-panelen wordt het zonlicht gebruikt om met twee lagen silicium een batterij te maken waaruit stroom getapt kan worden. De panelen leveren 12 tot 24 Volt gelijkspanning die met een converter wordt omgezet in wisselspanning. PV-panelen worden op het dak gemonteerd. Dit kan op drie verschillende manieren, namelijk:

- Dakopbouw: Hierbij ligt het paneel direct op het dak. Als het dak op de zon gericht is en daardoor de hellingshoek van het dak de optimale hellingshoek voor de panelen is van tussen de 20 en 40°, dan stijgt het rendement van het systeem
- Dak geïntegreerd: Deze montage houdt in dat de panelen worden gemonteerd als onderdeel van het dak. Deze methode zorgt ervoor dat de vormgeving van het gebouw minder beïnvloed wordt. Het nadeel is echter dat het rendement afneemt, mede door de beperkte luchtcirculatie langs de panelen.
- Paneel op rek: Deze montagemethode is alleen mogelijk bij een plat dak. Het voordeel van dit systeem is dat het rendement hoger is dan de overige toepassingen van de Pv-panelen. De lucht kan langs alle kanten het paneel koelen. Een ander voordeel is dat het mogelijk is de panelen met de zon mee te laten draaien, wat verder ten goede komt aan de efficiëntie.



Fig. 5.9: PV-panelen op dak (rome-energy.nl)

¹⁸ <http://duurzaammkb.nl/tips/tip/506>



Fig. 5.10: PV-panelen geïntegreerd in dak (-)



Fig. 5.11: PV-panelen op rek (antonboonstra.nl)

Dunne film PV-systemen bestaan uit een dunne laag fotonvoltaïsch-materiaal geplaatst op een flexibele onderlaag. PV-folie biedt enkele voordelen ten opzicht van panelen. Het systeem is flexibel, schokbestendig, beloopbaar, lichter en biedt grote vrijheid qua vorm van de modules. Verder is de folie minder gevoelig voor opwarming, wat een positief effect heeft op het rendement. De hellingshoek is minder belangrijk, omdat de folie een hogere opbrengst heeft met diffuus licht. Het nadeel van folie ten opzichte van panelen is dat de opbrengst lager ligt.



Fig. 5.12 Pv- folie (Bron: feenstra-ff.nl)

PV-glas bestaat uit doorzichtig glas met daarin geïntegreerd kleine pads, losse zonnecellen, die zonne-energie omzetten in elektriciteit.



Fig. 5.13: Zuidgevel treinstation Liverpool (<http://www.oskomera.nl/news-02-2006.html>)

Zonnebuizen bestaan uit buizen met een dunne film van zonnecellen. Het rendement van dit systeem wordt verhoogd door het gebruik in combinatie met een wit dak, waardoor indirect zonlicht terug kaatst op de buizen. Met dit systeem is de zuidelijke oriëntatie niet noodzakelijk en koelen de zonnecellen beter door de buisstructuur. Dit heeft een positief effect op het rendement.



Fig. 5.14: Zonnebuizen (verdini.eu)

PVT collectoren zijn een combinatie van een zonneboiler en PV. Het rendement wordt hoger wanneer deze twee worden gecombineerd. De aanschafkosten zijn lager dan van een los PV-systeem en een los zonneboiler systeem.

De toepassingsmogelijkheden van de PV-systemen zijn per systeem verschillend. PV-panelen zijn goed toepasbaar op gebouwen met een plat of schuin dak. De oriëntatie van de panelen moet tussen zuidoost en zuidwest zijn. Belangrijk hierbij is dat de panelen zo min mogelijk beschaduwde zijn. Hierdoor moet gelet worden op schaduw van andere gebouwen, schoorstenen en airconditioningsystemen.

PV-folie kan gebruikt worden als bedekking van gebouwen met organische vormen.

PV-glas is toepasbaar bij nieuwbouw op bestaande bouw geïntegreerd in een glazen pui of glazen dak.

Bij het gebruik van PV-systemen is de CO₂ uitstoot lager omdat er minder fossiele brandstoffen gebruikt worden ten opzichte van conventionele elektriciteitsopwekking. De opbrengst van PV-panelen hangt af van de hoeveelheid zoninstraling. Een gemiddeld paneel heeft een efficiëntie van 12% en een rendement van 60 tot 160 Wp per m² paneel. De gemiddelde jaaropbrengst van de PV-panelen bedraagt 65 à 125 kWh per m² paneel.

PV-folie heeft een lager vermogen van gemiddeld 75 Wp/m². Dit is vooral door een lager rendement van 6 tot 10%. De gemiddelde jaaropbrengst van het dunne filmsysteem is circa 40 kWh/m² folie.

PV-glas heeft door het minder gebruik van PV-materiaal per m² een gemiddelde lager vermogen van 24 tot 64 Wp per m² glasoppervlakte. Hierdoor is de gemiddelde jaaropbrengst ook lager dan PV-panelen, namelijk 30-40kWh/m² per jaar.

Zonnebuizen hebben een theoretisch rendement dat per m² 20% hoger is dan conventionele zonnepanelen, wanneer de panelen op een wit dak geplaatst worden. Vanwege de nodige ontwikkeling met dit nieuw systeem zijn de werkelijke rendementen nog niet geheel duidelijk. Bij PV-panelen ligt de terugverdientijd tussen 8 jaar voor kleingebruikers en de 14 en 23 jaar bij grootverbruikers (lagere prijs elektriciteitsgebruik). Bij een stijgende energieprijz zal deze terugverdientijd teruglopen.

PV-folie heeft door de besparing aan silicium, dat een schaarse grondstof is, ten opzichte van PV-panelen lagere productiekosten. (HOEVEEL LAGER?) Het productieproces is overigens ook duurzamer door de lagere productietemperatuur.

PV-glas is ook goedkoper dan PV-panelen door lagere productiekosten.

Gemiddeld zijn de kosten van zonnebuizen te vergelijken met PV-panelen. Als het dak al wit is dan zijn de montagekosten wel lager. Bijkomend voordeel qua montage is dat de zonnebuizen niet windbestendig hoeven te zijn.

5.2.6 Bio Warmte Krachtkoppeling¹⁹

Bij een Bio Warmte Krachtkoppeling (BioWKK) kunnen bio-olie en biogas worden gebruikt voor opwekking van elektriciteit en verwarming.

De voordelen van een Bio Warmte Krachtkoppeling zijn:

- Energie en CO₂ reductie
- Geen warmtelozing in rivieren
- Kan fungeren als een noodstroomaggregaat

De nadelen van een Bio Warmte Krachtkoppeling zijn:

- Hogere investeringskosten
- Hoger geschoold personeel nodig voor bediening en onderhoud
- Meer ruimte nodig
- De warmte die een WKK oplevert is hoge/midden temperatuur en is daardoor niet optimaal als basisvoorziening

De warmte uit een bio-WKK kan worden gebruikt in bedrijfsprocessen, voor de verwarming van bedrijventerreinen, kassen of voor de opwekking van groene koeling in de zomer met behulp van een absorptiekoelmachine. De CO₂ –emissie vermindert bij het verstoken van biomassa omdat het geen fossiele brandstof is. In de productieketen wordt wel CO₂ uitgestoten door transport en fabricage. Met het certificaat ‘duurzaam geproduceerde biomassa’ is de herkomst van de biomassa te traceren, zodat productieomstandigheden en –traject controleerbaar worden.

De investeringskosten voor een bio ketel zijn afhankelijk van de grootte van de ketel. De terugverdientijden verschillen afhankelijk van de grootte van de ruimte en regelmaat waarmee verwarmd wordt. Gemiddeld wordt per jaar op de helft van de stookkosten bespaard. De terugverdientijd wordt korter naarmate meer biomassa verbruikt wordt.



Fig. 5.15: BioWKK (Bron: aehpower.nl)

¹⁹ <http://duurzaammb.nl/tips/tip/647>

5.2.7 Windmolens²⁰

Kleine windturbines zijn windmolens die toegepast kunnen worden op of naast gebouwen. Het vermogen van een windturbine ligt tussen de 0,5 en 20kW.

Kleine windturbines hebben de volgende voordelen:

- Leveren schone energie
- Zichtbaar in het ontwerp als duurzame innovatie oplossing

De nadelen zijn:

- Hoge investeringskosten die niet terugverdiend worden binnen de technische levensduur van 20 jaar
- Geen onafhankelijke informatie. Alle data afkomstig van leveranciers
- Opbrengstprognoses en geluidsproductie opgegeven door fabrikant blijken te optimistisch
- Bepalen optimale locatie complex. Verschuiven van de turbine met enkele meters kan leiden tot een verdubbeling of een halvering van de energieopbrengst

Er zijn windmolens met een horizontale as (Fig. 5.16) en met een verticale as (Fig. 5.17). Windmolens met een horizontale as turbine kunnen het best toegepast worden aan de kust of op het platteland. In een bebouwde omgeving komen vaker windvlagen voor. Hierdoor zijn verticale-asturbines een geschiktere keus. Deze staan door het bouwprincipe altijd in de juiste positie ten opzichte van de wind.



Fig.5.16: Horizontale-as windturbine (Bron: urbanwind.net)



Fig. 5.17: Verticale-as windturbine (urbanwind.net)

De juiste locatie van de windturbine is van groot belang voor de energieopbrengst. Hiervoor zijn enkele vuistregels:

- Dak ongeveer 50% hoger dan de omliggende bebouwing, bomen en/of andere objecten.
- Het onderste punt van de rotor circa 30% van de gebouwhoogte boven het dak laten uitsteken.
- Indien mogelijk, meerdere turbines per gebouw plaatsen.

²⁰

http://www.urbanwind.net/pdf/LEIDRAAD_KLEINE_WINDTURBINES_IN_DE_GEBOUWDE_OMGEVING_final.pdf

De gebouwen die het meest geschikt zijn:

- Grote gebouwen met een hoogte van > 20m zoals kantoorgebouwen, ziekenhuizen, sporthallen, appartementsgebouwen, etc.
- Gebouwen op industrieterreinen.
- Vrijstaande woningen in landelijke gebieden

De te verwachten elektriciteitsopbrengst is afhankelijk van de gemiddelde windsterkte ter plekke. Voor kleine windmolens is een gemiddelde windsterkte nodig van meer dan 5,5m/s. Met de windkaart zijn de gemiddelde windsnelheden op 10 meter hoogte te zien in Nederland.

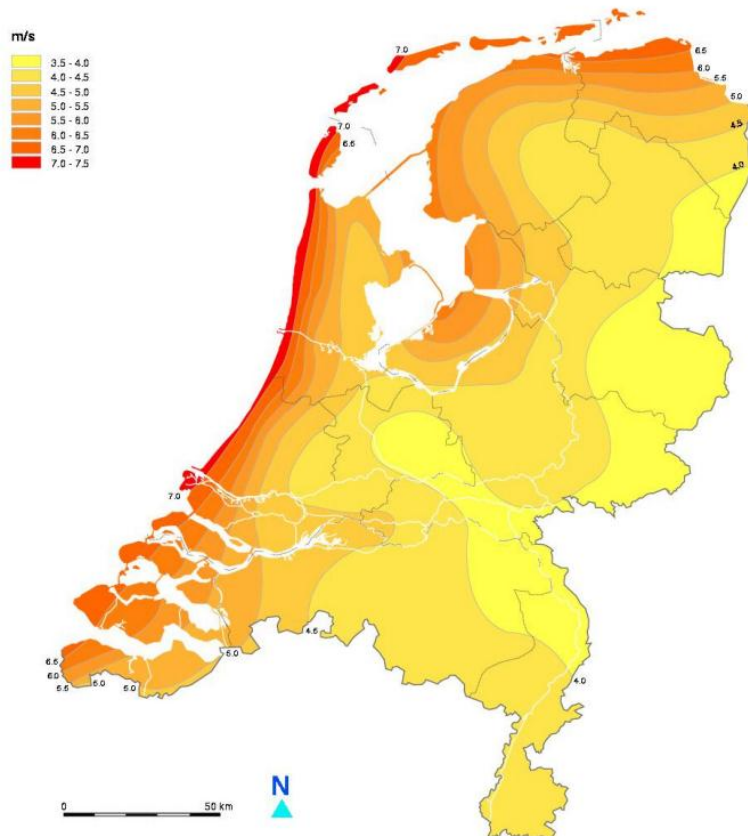


Fig.5.18: Windkaart 10 meter (Bron: SBR, ND)

Qua terugverdientijd is een windmolen niet interessant. Deze verdient zich namelijk niet terug binnen de 20 jaar technische levensduur. Voor ondernemers zijn er subsidies zoals de Energie-investeringsaftrekregeling.

De kosten voor een windmolen met een rotordiameter van <2m en een vermogen van 2 kW bedraagt circa €20.000,- en heeft een jaaropbrengst van 3400 kWh.

Tot de investeringskosten behoren:

- Complete installatie inclusief engineering
- Beveiliging en monitoring
- Ondersteunende constructies
- Transport
- Hijskraan en montage
- Proefbedrijf en de oplevering van de installatie

Om een beeld te krijgen van de investeringskosten is de volgende tabel bijgevoegd.

Investeringskosten	Fortis Montana	WES ⁵ Tulipo	Turby	Energy Ball	Ropatec WRE030
	bedrag (€)	bedrag (€)	bedrag (€)	Bedrag (€)	Bedrag (€)
turbine	7.115	14.950	11.466	2.479	10.750
mast	2.660	inclusief	2.000	840	2.490
omvormer	3.850	inclusief	inclusief	450	inclusief
overige	375	inclusief	600	71	345
transportkosten	maatwerk	maatwerk	maatwerk	maatwerk	maatwerk
installatie en aansluiting	2.495	2.000	2.700	1.860	2.380
kWh-meter t.b.v. teruglevering	maatwerk	maatwerk	132	maatwerk	inclusief
engineering	maatwerk	maatwerk	240	maatwerk	inclusief
bliksembeveiliging	geen	geen	optioneel	geen	optioneel
aarding	inclusief	inclusief	700	Inclusief	optioneel
Investering totaal	16.495	16.950	17.838	5.700	15.965
Operationele kosten per jaar					
operationele kosten	geen	geen	geen	geen	geen
Gemiddelde onderhoudskosten/jaar	geen	175	geen	geen	geen
kosten hulpenergie	geen	geen	geen	geen	geen
verzekering per jaar	geen	optioneel	geen	geen	optioneel
Vervangingskosten na 10 jaar					
Lagers (bedrag per jaar)	geen	geen	geen	geen	geen
omvormer (eenmalig bedrag)	1.300	geen	1.300	300	inclusief
Revisie na 10 jaar		1.300			
Garantie	5 jaar	1 jaar	2 jaar	2 jaar	3 jaar
Handleiding	Inclusief	Inclusief	Inclusief	inclusief	inclusief
Restwaarde na 10 jaar	3.299	3.390	3.568	1.140	5.875
Kosten €/kW	4.887	5.424	7.511	9.120	3.363

Fig. 5.19: Tabel investeringskosten (Bron: www.urbanwind.net)

5.2.8. Overige maatregelen²¹

In deze paragraaf zal er kort ingegaan worden op de, bij de energiezuinige kantoren, overige toegepaste maatregelen gericht op het verlagen van de energievraag. De nadruk ligt op de toegepaste verlichting, warmteterugwinning uit ventilatie en de toepassing qua glasoppervlakte.

Verlichting

In kantoren is er sprake van 22% aandeel op het totale energiegebruik.(bron: Energiebesparing monitor gebouwde omgeving 2006, SenterNovem, 2006) Als er bespaard kan worden op de energievraag door energiebesparende maatregelen te nemen is dit zeker niet overbodig. Vooral in utiliteitsgebouwen zijn besparingsmaatregelen qua licht een rendabele investering qua terugverdientijd. Buiten de energiebesparing is er ook de beperking van de warmteproductie, de comfortverhoging en de langere levensduur van de lampen. Een oud systeem dat een relatief laag rendement heeft is de TL-verlichting. Door deze te vervangen met hoogfrequente systemen met regelsysteem is het mogelijk om tot wel 50% te besparen. Door energiebesparing is een HF-systeem met 3500 branduren per jaar binnen twee jaar terugverdiend.

Ventilatie

Bij warmteterugwinning wordt de verse, in te blazen lucht opgewarmd met de warmte van de afgezogen lucht.

Deze warmteterugwinning systemen zijn bij nieuwbouw en renovatie te gebruiken, maar enkel met een mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht (gebalanceerde ventilatie). De hoeveelheid ventilatie moet groter zijn dan 6000 m3 per uur.

Er zijn verschillende toepassingen waarvan rendementen variëren tussen 50-60% bij een kruisstroom warmtewisselaar tot een rendement van 80-90% zoals bij een recuperatieve warmtewisselaar.

²¹ <http://duurzaammb.nl/tips/tip/439>

De terugverdientijd bij kantoorgebouwen is 6 tot 8 jaar. De investering voor een warmteterugwinning is evenredig met de capaciteit van de ventilatie. De investering bedraagt circa €0,50 per m³ ventilatielucht per uur.

Verder kan er bij een kantoor ook gebruik gemaakt worden van tijdschakelaar, CO₂ regeling of een koppeling met verlichting. Deze zijn toe te passen bij ruimten waar ventilatoren altijd aanstaan zoals een toilet. Ook kan er energie bespaard worden bij ruimten met wisselende behoeften aan ventilatie, zoals vergaderruimten. De besparing die hierbij te behalen is 10 à 25% van het elektriciteitsverbruik van de betreffende ventilatoren. De besparing op de totale hoeveelheid gas valt lager uit, als de aangevoerde lucht met een WTW unit wordt voorverwarmd. De terugverdientijd is tussen 1 en 5 jaar, afhankelijk van het vermogen van de ventilator, de lengte van de periodes waarin het uitgezet kan worden en de discipline van de gebouwgebruikers. De kosten variëren tussen een tijdschakelaar van 10 tot €100 tot een CO₂-opnemer en regelaar van 500 tot €1500.

5.3 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de ontwerpfase (Trisco)

Bestaande situatie

In fig. 5.23 is het temperatuurverloop te zien van de bestaande situatie. De grijze kleur van het metselwerk geeft aan dat bij een buitentemperatuur van 0°C en een binnentemperatuur van 18°C de binnen oppervlaktetemperatuur van de gevel onder de 9°C is. Het is duidelijk dat de gevel niet geschikt is voor een kantoor.

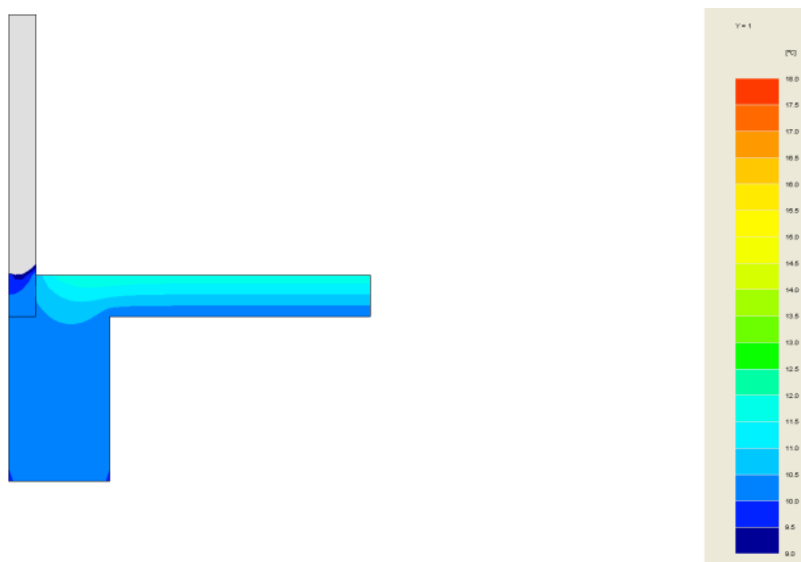


Fig. 5.23: Temperatuurverloop bestaande situatie

Als wordt gekeken naar de berekeningen is de 'Flow out [W]' of de warmtestroom van de buitengevel in dit geval 4,93W en van de vloer 3,11W. (Fig. 5.24) Dit is te verklaren door de binnentemperatuur van 18°C en de binnen oppervlaktetemperatuur van minimaal 5,95°C.

TRISCO - Calculation Results										
TRISCO data file: ecophon bestaand loads_c.trc										
Number of nodes = 792										
Heat flow divergence for total object = 3.34535e-007										
Heat flow divergence for worst node = 0.401901										
Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
8	MATERIAL	beton	10.00	6	0	1	12.00	9	0	18
17	MATERIAL	metselwerk	1.93	23	1	24	10.54	19	1	16
26	BC_SIMPL	buiten	1.93	23	1	24	9.91	23	1	18
44	BC_SIMPL	bodem	9.91	23	0	18	10.01	23	1	17
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)								
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)	5.95	19	0	24	12.00	9	0	18
Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]		Flow out [W]				
26	BC_SIMPL	buiten		0.00		4.93				
44	BC_SIMPL	bodem		0.62		3.11				
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.00		0.00				
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)		7.43		0.00				

Fig. 5.24: Uitkomsten Trisco bestaande situatie

Voorstel architect: Tweede gevel + zwevende dekvloer

Deze optie is door de architect bedacht bij het ontwerpen. De bestaande metselwerkplint wordt geïsoleerd met een isolatielaag die tot het bestaande sandwichpaneel door wordt getrokken. Het geheel wordt afgewerkt door een tweede sandwichpaneel dat de gevel een uniforme uitstraling geeft en de Rc-waarde verhoogd. De bestaande vloer wordt nageïsoleerd met een zwevende dekvloer ten behoeve van de LTV. Het naïsoleren heeft een duidelijk effect op de oppervlaktetemperatuur van de vloer. (Fig. 5.25)

Invoer in Trisco geeft aan dat de gevel voldoet aan de eisen die gesteld worden aan de binnenoppervlaktetemperatuur. Deze is namelijk minimaal 13,94°C. Als wordt gekeken naar de berekeningen is de warmtestroom van de buitengevel in dit geval 0,55W en van de vloer 0,75W. (Fig. 5.26) Dit is logischerwijs gunstiger dan de bestaande situatie.

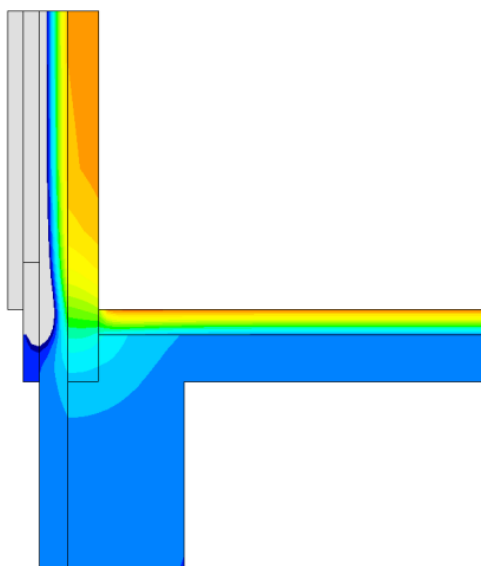


Fig. 5.25: Temperatuurverloop voorstel

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: ecophon principedetail loads_c.trc

Number of nodes = 1304

Heat flow divergence for total object = 2.19761e-006

Heat flow divergence for worst node = 0.0287478

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
4	MATERIAL	minerale wol	-0.02	31	0	22	16.57	23	0	28
8	MATERIAL	beton	10.00	6	1	1	11.75	19	1	18
17	MATERIAL	metselwerk	10.76	19	1	12	16.93	19	1	28
26	BC_SIMPL	buiten	-0.02	31	0	22	9.96	29	0	18
44	BC_SIMPL	bodem	9.96	29	1	18	10.01	29	1	17
53	MATERIAL	multiplex	0.57	29	0	21	10.01	29	1	17
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)								
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)	13.94	19	1	22	17.20	14	1	22
103	MATERIAL	luchtsponw 50mm	4.71	29	0	25	6.48	27	1	28
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	10.26	0	0	18	17.20	14	1	22

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.00	0.55
44	BC_SIMPL	bodem		0.25	0.75
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.00	0.00
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)		1.05	0.00

Fig. 5.26: Uitkomsten Trisco bestaande situatie

Optie 1: Naïsoleren BG vloer

Met deze optie worden de gevolgen van het na-isoleren van de vloer besproken. Deze oplossing heeft geen grote gevolgen voor het temperatuurverloop in de gevel. Deze wordt namelijk minimaal 14,30°C.(Fig. 5.27)

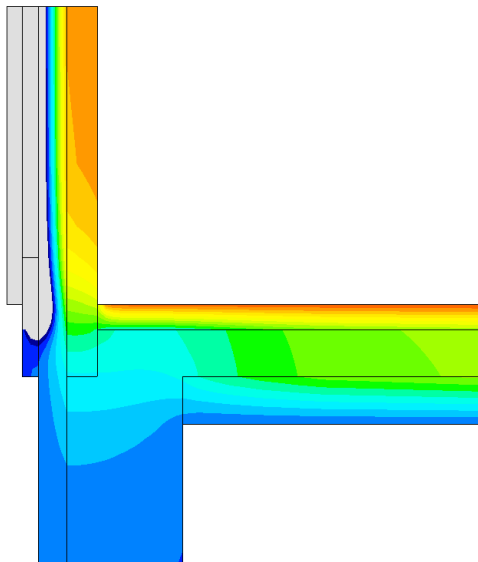


Fig. 5.27: Temperatuurverloop optie 1

Als wordt gekeken naar de uitkomsten valt op dat de warmtestroom van de gevel en de vloer lager is dan de optie van de architect. Dit verschil is echter marginaal. (Fig. 5.28)

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: ecophon principedetail loads_c extra naisolatie.trc

Number of nodes = 1376

Heat flow divergence for total object = 2.66287e-005

Heat flow divergence for worst node = 4.36315

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
4	MATERIAL	minerale wol	-0.02	31	0	22	16.57	23	1	28
8	MATERIAL	beton	10.00	6	0	1	13.71	0	1	18
17	MATERIAL	mettselwerk	11.41	23	1	12	16.93	19	1	28
26	BC_SIMPL	buiten	-0.02	31	0	22	9.96	29	1	18
44	BC_SIMPL	bodem	9.96	29	0	18	10.01	29	0	17
53	MATERIAL	multiplex	0.57	29	1	21	10.03	27	1	13
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)								
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)	14.30	19	1	22	17.54	0	1	22
103	MATERIAL	luchtsponw 50mm	4.76	29	1	25	6.48	27	1	28
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	11.87	12	0	18	17.54	0	1	22

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.00	0.55
44	BC_SIMPL	bodem		0.27	0.61
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.00	0.00
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)		0.89	0.00

Fig. 5.28: Uitkomsten Trisco optie 1

Optie 2: Binnengevelisolatie

Met deze optie worden de gevolgen van het toepassen van binnen gevelisolatie besproken. Deze oplossing heeft geen grote gevolgen voor het temperatuurverloop in de vloer. Wel zijn er gevolgen voor het temperatuurverloop in de gevel. De minimale binnen oppervlaktetemperatuur is 16,44°C. (Fig. 5.29)

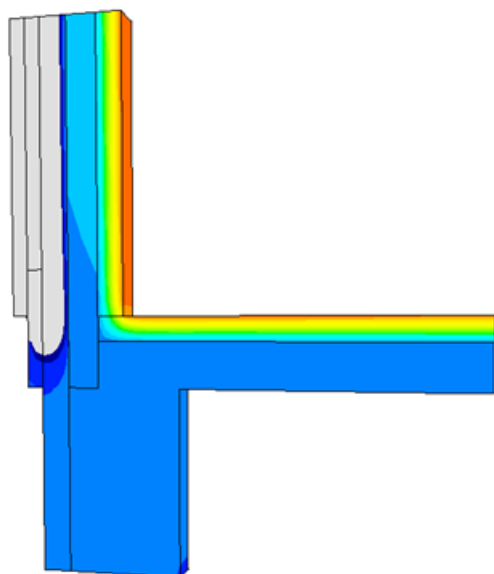


Fig.5.29: Temperatuurverloop optie 2

Als wordt gekeken naar de uitkomsten valt op dat de warmtestroom lager is dan de optie van de architect. Dit verschil is groter dan bij optie 1 (Fig. 5.30)

TRISCO - Calculation Results										
TRISCO data file: ecophon principedetail loads_c.trc										
Number of nodes = 1352										
Heat flow divergence for total object = 2.8867e-005										
Heat flow divergence for worst node = 8.0761										
Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
4	MATERIAL	minerale wol	-0.01	30	1	22	17.29	15	1	28
8	MATERIAL	beton	10.00	6	0	1	10.30	10	1	18
17	MATERIAL	metselwerk	10.11	23	1	12	10.90	19	1	28
26	BC_SIMPL	buiten	-0.01	30	1	22	9.96	29	1	18
44	BC_SIMPL	bodem	9.96	29	0	18	10.01	29	0	17
53	MATERIAL	multiplex	0.49	29	0	21	10.01	29	0	17
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)								
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)	16.44	15	0	22	17.29	15	1	28
103	MATERIAL	luchtsouw 50mm	3.23	29	1	25	4.17	27	1	28
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	10.20	19	0	18	17.14	6	1	22
Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]		Flow out [W]				
26	BC_SIMPL	buiten		0.00		0.41				
44	BC_SIMPL	bodem		0.25		0.53				
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.00		0.00				
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)		0.68		0.00				

Fig. 5.30: Uitkomsten Trisco optie 2

Combinatie optie 1 en 2: Binnengevelisolatie + na-isolatie BG vloer

Bij de combinatie van optie 1 en 2 is de warmtestroom in de gevel en de vloer het laagst. De uitkomst is echter zo marginaal dat de voordelen qua beperken van het warmteverlies niet opwegen tegen de bouwkosten. (Fig. 5.31)

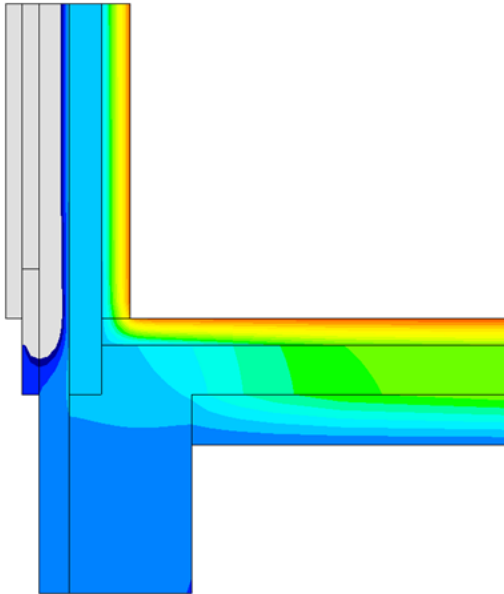


Fig. 5.31: Temperatuurverloop combinatie optie 1 en 2

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: ecophon principedetail loads_c extra
binnengevelisolatie+naisolatiebg.trc

Number of nodes = 1424

Heat flow divergence for total object = 0.00021317

Heat flow divergence for worst node = 5.19948

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
4	MATERIAL	minerale wol	-0.01	30	0	22	17.30	15	0	28
8	MATERIAL	beton	10.00	6	1	1	13.47	0	1	18
17	MATERIAL	metselwerk	10.53	23	1	22	10.99	19	0	28
26	BC_SIMPL	buiten	-0.01	30	0	22	9.96	29	1	18
44	BC_SIMPL	bodem	9.96	29	0	18	10.01	29	0	17
53	MATERIAL	multiplex	0.50	29	1	21	10.01	29	0	17
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)								
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)	16.55	15	1	22	17.51	0	1	22
103	MATERIAL	luchtsponw 50mm	3.31	29	1	25	4.21	27	1	28
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	10.72	19	1	20	17.51	0	1	22

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.00	0.41
44	BC_SIMPL	bodem		0.27	0.41
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.00	0.00
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)		0.56	0.00

Fig. 5.32: Uitkomsten Trisco combinatie optie 1 en 2

Optie 3: Binnen gevelisolatie, geen tweede buitengevel

Bij de voorgaande opties wordt er vanuit gegaan dat een tweede gevel de beste oplossing is voor de verlaging van de warmtestroom. Om dit te bevestigen volgt nu een berekening met de bestaande situatie met 90mm buitengevelisolatie en 85mm binnen gevelisolatie. De binnengeveltemperatuur is in dit geval 16,36°C. De warmtestroom van de gevel is een fractie lager dan optie 2. (Fig. 5.34)

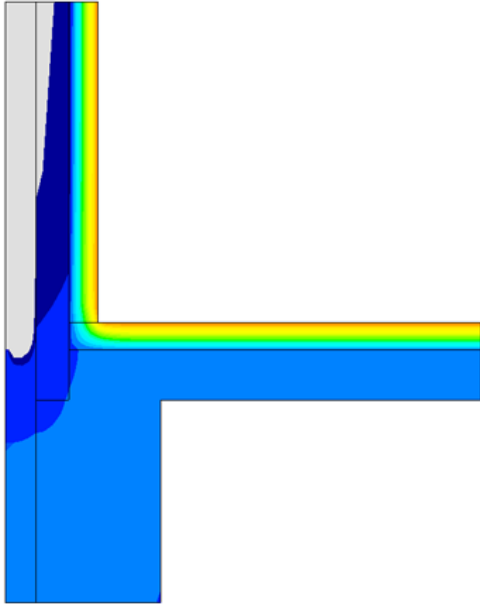


Fig. 5.33: Temperatuurverloop optie 3

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: ecophon principedetail loads_c extra
binnengevelisolatie+naisolatiebg zonder buitengevel kloppend.trc

Number of nodes = 1256

Heat flow divergence for total object = 4.22812e-007

Heat flow divergence for worst node = 6.86566

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
4	MATERIAL	minerale wol	-0.56	27	0	19	17.15	15	1	23
8	MATERIAL	beton	9.92	19	1	18	10.26	4	0	18
17	MATERIAL	metselwerk	8.83	23	1	28	10.00	19	1	12
26	BC_SIMPL	buiten	-0.56	27	0	19	9.98	27	0	18
44	BC_SIMPL	bodem	9.98	27	1	18	10.00	27	1	17
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)								
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)	16.36	15	1	22	17.15	15	1	23
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	9.71	19	0	22	17.14	3	1	22

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.03	0.38
44	BC_SIMPL	bodem		0.08	0.46
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.00	0.00
65	BC_SIMPL	binnen (R=0,25)		0.74	0.00

Fig. 5.34: Uitkomsten Trisco optie 3

5.4 Bouwfysica van de gebouwschil ten behoeve van de detaillering (Trisco)

1. Funderingsdetail

Het funderingsdetail heeft een bestaande gevelplint van metselwerk waarmee rekening gehouden moet worden. Vanuit de Trias Energetica voldoet de gevel niet in huidige staat, omdat deze één grote koudebrug zal zijn. Om dit op te lossen is er in de eerste detailleringfase gekozen voor een XPS isolatie dat in dezelfde lijn ligt als het bestaand sandwichpaneel.

Vanuit architectonische overwegingen is er door de architect gekozen voor een tweede sandwichpaneel gevel dat bevestigd zal worden met U-profielen die bevestigd wordt tegen de achter constructie. (U profiel/ raamwerk of HEA profiel t.b.v. glazen pui)

Om het sandwichpaneel vrij te houden van het maaiveld maar toch een eenduidige strakke uitstraling te creëren kan er gekozen worden voor een kantplank of een betonband, beide bevestigd aan de funderingsstrook.

Als er gekozen wordt voor een kantplank is er een geïsoleerde optie van Vebo. Dit is een kantplank met een 4mm dikke vezelcementplaat en 60mm XPS isolatie.

Met deze opties is er doormiddel van Trisco een berekening gemaakt waaruit aanbevelingen worden gedaan.

Optie - Geïsoleerde kantplank

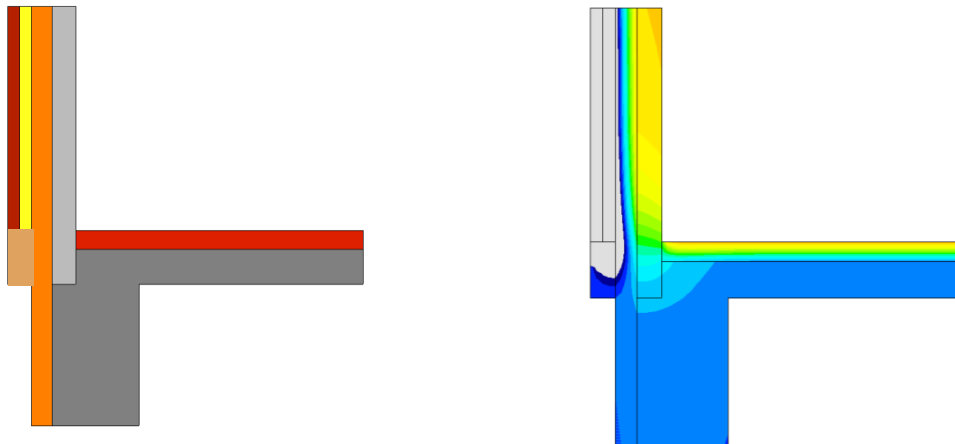


Fig. 5.35: Invoer en temperatuurverloop geïsoleerde kantplank

De geïsoleerde kantplank heeft een temperatuurverloop dat voldoet aan de temperatuurfactor van 0,5 van het Bouwbesluit 2012. Bij een buitentemperatuur van 0°C en een binnentemperatuur van 18°C zal de binnen oppervlakte temperatuur minimaal 13.1°C en maximaal 16.5°C zijn. (Fig. 5.36)

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: detail fundering.trc

Number of nodes = 1344

Heat flow divergence for total object = 1.04396e-006

Heat flow divergence for worst node = 0.0466706

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
8	MATERIAL	beton	10.00	6	1	1	11.42	19	0	18
17	MATERIAL	mettselwerk	10.63	19	1	12	16.19	19	1	28
26	BC_SIMPL	buiten	0.11	31	0	23	1.37	31	0	18
28	MATERIAL	ps geëxpandeerd	0.12	31	0	19	15.89	23	0	28
44	BC_SIMPL	bodem	10.00	31	1	17	10.00	6	1	12
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	13.10	19	0	22	16.53	13	0	22
84	MATERIAL	SWP	0.11	31	0	23	7.56	29	0	28
103	MATERIAL	luchtspouw 50mm	6.17	29	0	22	8.14	27	1	28
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	10.23	0	0	18	16.53	13	0	22

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.00	0.37
44	BC_SIMPL	bodem		0.04	0.54
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.87	0.00

Fig. 5.36: Uitkomsten Trisco geïsoleerde kantplank

Optie - Betonband

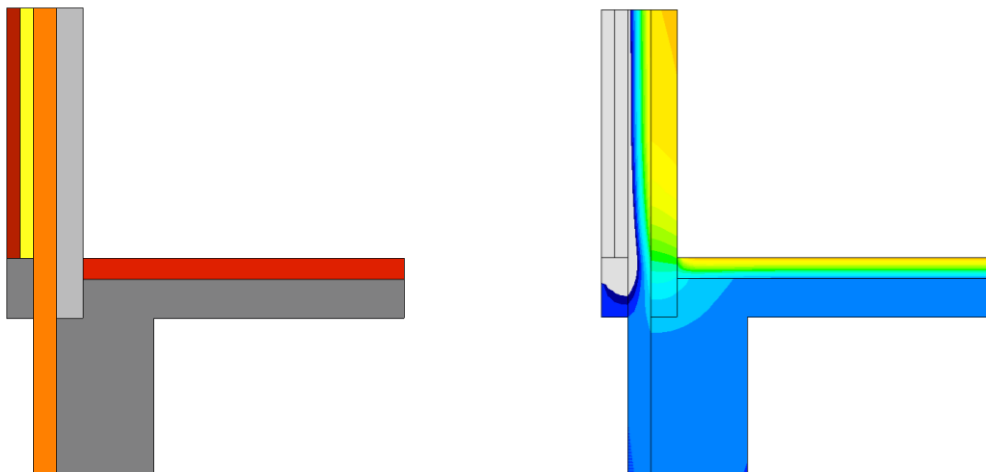


Fig. 5.37: Invoer en temperatuurverloop betonband

De betonband heeft een bijna identiek temperatuurverloop als de geïsoleerde kantplank. Van de betonbandoptie kan gezegd worden dat deze voldoet aan de temperatuurfactor van 0,5 van het Bouwbesluit 2012. Bij een buitentemperatuur van 0°C en een binnentemperatuur van 18°C zal de binnen oppervlakte temperatuur minimaal 13.1°C en maximaal 16.5°C zijn. Wat wel duidelijk anders is, is de warmtestroom naar buiten toe van 1,38W in vergelijking met de warmtestroom van 0,37W. (Fig. 5.38)

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: detail fundering.trc

Number of nodes = 1344

Heat flow divergence for total object = 0.000138044

Heat flow divergence for worst node = 0.639982

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
8	MATERIAL	beton	3.02	31	1	22	11.39	19	0	18
17	MATERIAL	mettselwerk	10.61	19	0	12	16.19	19	1	28
26	BC_SIMPL	buiten	-0.34	31	0	23	6.83	31	0	18
28	MATERIAL	ps geëxpandeerd	6.28	27	1	22	15.88	23	1	28
44	BC_SIMPL	bodem	9.94	31	0	17	10.00	31	0	16
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	13.05	19	1	22	16.52	13	0	22
84	MATERIAL	SWP	-0.34	31	0	23	7.55	29	1	28
103	MATERIAL	luchtspouw 50mm	5.62	29	1	22	8.13	27	1	28
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	10.23	0	0	18	16.52	13	0	22

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.04	1.38
44	BC_SIMPL	bodem		1.07	0.61
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		0.87	0.00

Fig. 5.38: Uitkomsten Trisco betonband

Conclusie

Volgens de Trisco uitkomsten is het gunstiger om voor een geïsoleerde kantplank te kiezen dan een betonband. Hoewel het temperatuurverloop nagenoeg identiek is er qua warmtestroom een groot verschil op te merken.

2. Vloergebonden detail verdieping glaspui

Het vloergebonden detail ter plaatse van de glaspui heeft vanwege het gewicht van de pui een constructie nodig waaraan of –op deze bevestigd kan worden. In samenspraak met de architect is er een optie onderzocht waarbij doormiddel van een aan de bestaande constructie gelaste koker en daaraan gelaste HEA profielen de benodigde constructie voor de glaspui wordt gerealiseerd.

Door het toepassen van staal zal er berekend moeten worden wat dit voor invloed heeft op de warmtestroom en het temperatuurverloop van het detail. Het kan namelijk zo zijn dat door het isolerend inpakken van de HEA profielen of zelfs tussen de HEA profielen de warmtestroom en het temperatuurverloop drastisch beter zal zijn.

Optie ongeïsoleerde constructie

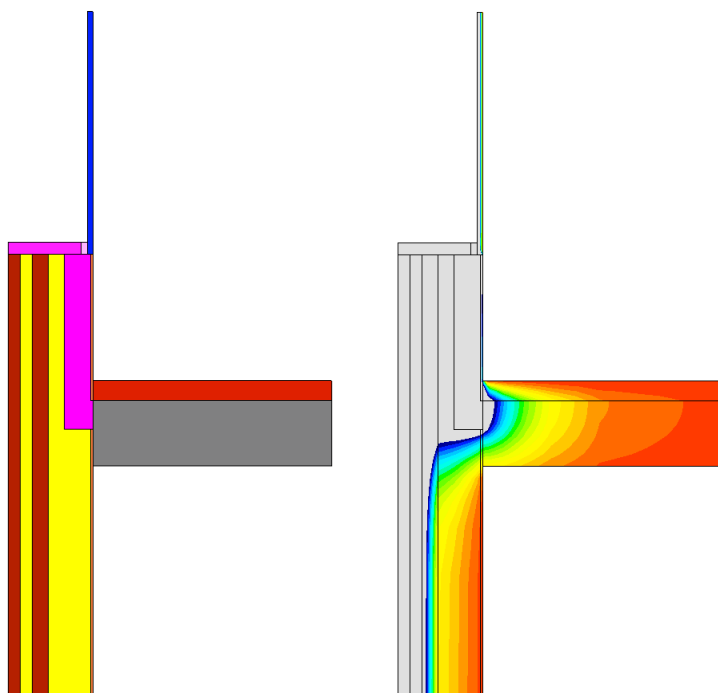


Fig.5.39: Invoer en temperatuurverloop ongeïsoleerde constructie

Bij de ongeïsoleerde staalconstructie valt in één oogopslag op dat het temperatuurverloop in vergelijking met het funderingsdetail ongunstig is. De binnen oppervlaktetemperatuur van minimaal 10,76°C en maximaal 18°C is wel conform de eis van het Bouwbesluit 2012. Als er wordt gekeken naar de warmtestroom is er sprake van een warmtestroom van 111W. (Fig. 5.40)

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: detail vloergebonden_2.trc

Number of nodes = 1890

Heat flow divergence for total object = 0.000346089

Heat flow divergence for worst node = 0.0214085

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
6	MATERIAL	staal	1.40	14	0	8	7.25	8	1	40
7	MATERIAL	spouw 40mm	0.49	22	1	8	17.68	9	1	52
8	MATERIAL	beton	6.85	8	1	35	17.96	0	1	46
22	MATERIAL	aluminium	1.53	11	0	6	1.77	10	1	8
26	BC_SIMPL	buiten	-0.17	10	1	5	1.54	10	1	6
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	10.76	8	1	10	18.04	7	1	31
66	MATERIAL	HR ++ glas (20m	-0.17	10	1	5	17.46	8	0	7
70	MATERIAL	zink	0.40	24	1	6	1.73	11	1	8
84	MATERIAL	SWP	-0.04	24	0	9	15.46	17	1	52
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	6.85	8	1	35	18.04	7	1	31
255	MATERIAL	Multiplex	1.98	9	0	8	17.85	8	1	52
Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]					
26	BC_SIMPL	buiten		2.22	110.99					
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		108.78	0.02					

Fig. 5.40: Uitkomsten Trisco ongeïsoleerde constructie

Optie geïsoleerde constructie (inpakken HEA profielen)

Bij het inpakken van de HEA profielen heeft dit ter plaatse van de profielen een gunstig effect ten opzichte van de ongeïsoleerde variant. De minimumtemperatuur van de binnen oppervlakte is nu 16,63°C en de warmtestroom 27,05W. (Fig. 5.41)

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: detail vloergebonden_2.trc

Number of nodes = 1890

Heat flow divergence for total object = 0.000244931

Heat flow divergence for worst node = 0.0161918

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
4	MATERIAL	minerale wol	0.05	14	1	8	17.83	9	1	29
6	MATERIAL	staal	17.18	14	1	35	17.22	8	0	40
7	MATERIAL	spouw 40mm	0.02	22	1	8	17.68	9	1	48
8	MATERIAL	beton	17.21	8	1	35	18.00	0	0	46
22	MATERIAL	aluminium	0.06	11	1	6	0.07	10	0	8
26	BC_SIMPL	buiten	-0.00	24	0	9	0.08	10	1	5
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	16.63	8	1	9	18.00	0	0	31
66	MATERIAL	HR ++ glas (20m	0.07	10	1	6	17.07	8	1	7
70	MATERIAL	zink	0.02	24	0	6	0.07	11	0	8
84	MATERIAL	SWP	-0.00	24	0	9	16.06	17	0	39
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	17.21	8	1	35	18.00	0	0	31
255	MATERIAL	Multiplex	13.58	9	1	8	17.92	8	1	29

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.01	27.05
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		27.04	0.00

Fig. 5.41: Uitkomsten Trisco geïsoleerde constructie

Tussen de profielen is er nu een ruimte dat aangemerkt kan worden als spouw of geïsoleerd kan worden met minerale wol. Als dit wordt aangemerkt als spouw dan is de minimum binnen oppervlaktetemperatuur 14,35°C in plaats van 16,63°C. De warmtestroom is op dat moment 32,41W in plaats van 27,05W. (Fig. 5.42)

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: detail vloergebonden_2.trc

Number of nodes = 1890

Heat flow divergence for total object = 0.000164393

Heat flow divergence for worst node = 0.0462004

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
6	MATERIAL	staal	17.32	14	1	35	17.35	8	1	40
7	MATERIAL	spouw 40mm	0.05	22	1	8	17.69	9	1	47
8	MATERIAL	beton	17.34	8	0	35	18.00	0	1	46
22	MATERIAL	aluminium	0.15	11	1	6	0.18	10	1	8
26	BC_SIMPL	buiten	-0.00	24	1	9	0.16	10	0	6
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	14.35	8	0	9	18.00	0	0	31
66	MATERIAL	HR ++ glas (20m	0.07	10	0	5	17.19	8	1	7
70	MATERIAL	zink	0.04	24	1	6	0.17	11	0	8
84	MATERIAL	SWP	-0.00	24	1	9	16.30	17	0	38
132	MATERIAL	zwevende dekvlo	17.34	8	0	35	18.00	0	0	31
255	MATERIAL	Multiplex	9.21	9	0	8	17.86	8	0	47

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.02	32.41

Fig. 5.42: Uitkomsten geïsoleerde constructie

Conclusie

Volgens de Trisco uitkomsten is het gunstiger om voor een geïsoleerde constructie te kiezen. De warmtestroom is in dat geval ruim drie keer minder dan de ongeïsoleerde variant. Aangezien er sprake is van twee grote glaspuien moet er een keus gemaakt worden of de hogere bouwkosten van de extra isolatie (minerale wol) opwegen tegen het warmteverlies dat 18% meer zal dan bij het enkel inpakken van de constructie.

3. Detail Dak

Het dakdetail heeft door de bestaande stalen constructie een aandachtspunt in de aansluiting van het dak met de gevel. De aanname is dat dit opgelost zal kunnen worden door de stalen kolomprofielen te isoleren.

Optie ongeïsoleerde constructie

Bij de ongeïsoleerde staalconstructie valt in één oogopslag op dat het temperatuurverloop niet gunstig is. Het verloop illustreert een warmteverlies ter plaatse van de kolommen. Verder is er geen conflict met de eisen van het Bouwbesluit 2012. De temperatuur is over de gehele binnen oppervlakte minimaal 15,19°C. De warmtestroom is 64,34W. (Fig.5.43)

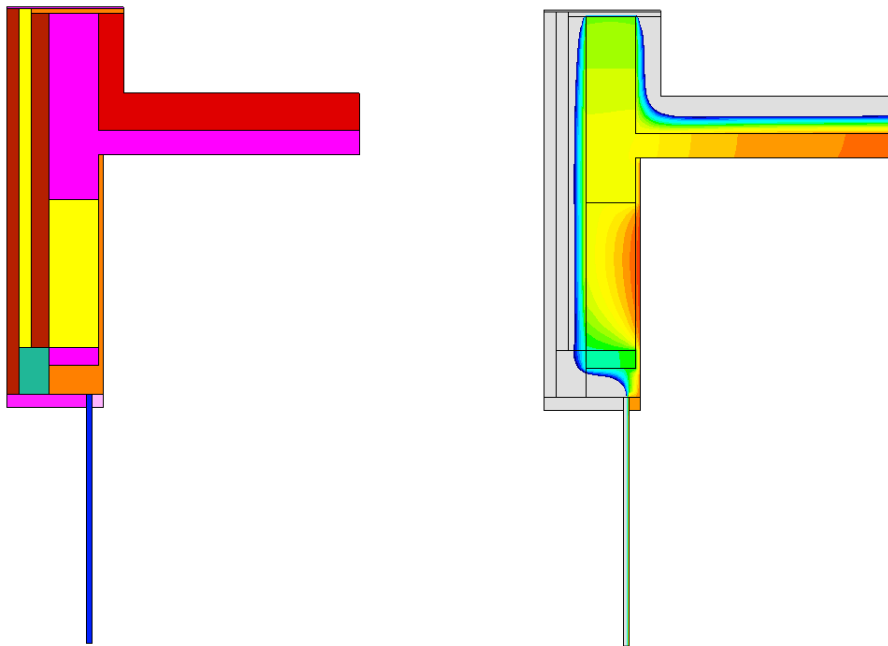


Fig. 5.43: Optie ongeïsoleerde constructie

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: dakdetail.trc

Number of nodes = 2710

Heat flow divergence for total object = 4.66892e-005

Heat flow divergence for worst node = 0.00052624

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
6	MATERIAL	staal	12.33	19	0	67	17.17	0	0	31
7	MATERIAL	spouw 40mm	0.04	24	0	7	17.36	11	0	49
22	MATERIAL	aluminium	16.59	12	0	72	16.60	10	0	74
26	BC_SIMPL	buiten	-0.01	26	0	71	0.41	15	0	6
36	MATERIAL	steenwol	-0.00	6	1	8	17.15	0	1	27
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	15.19	10	1	31	17.81	10	0	49
66	MATERIAL	HR ++ glas (20m	0.07	13	0	75	17.04	12	1	75
70	MATERIAL	zink	0.02	26	0	6	0.41	15	1	7
84	MATERIAL	SWP	-0.01	26	0	71	14.91	19	1	39
181	MATERIAL	kunststof gevel	0.07	24	0	72	12.37	19	1	64
255	MATERIAL	Multiplex	-0.00	6	1	8	17.81	10	0	49

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.06	64.34
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		64.28	0.00

Fig. 5.44: Uitkomsten Trisco ongeïsoleerde constructie

Optie geïsoleerde constructie (Inpakken koperprofielen)

Bij het inpakken van de constructie heeft dit een gunstig effect op de warmtestroom en binnenoppervlaktetemperatuur. (Fig. 5.45a) De minimumtemperatuur van de binnenoppervlakte is nu 16,38°C en de warmtestroom is 35,32W. (Fig. 5.45b)

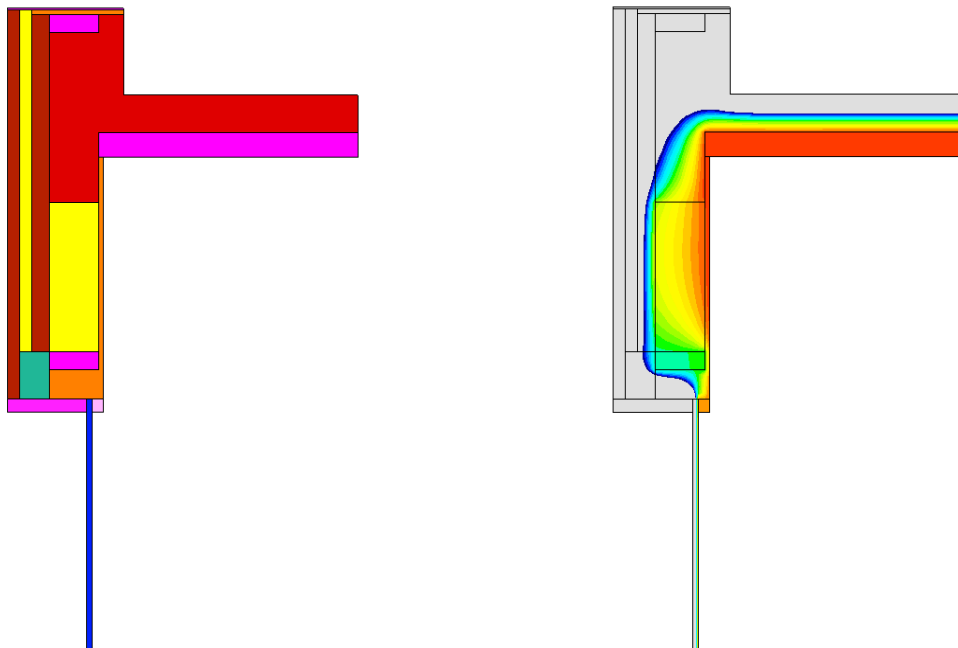


Fig. 5.45a: Optie geïsoleerde constructie

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: dakdetail.trc

Number of nodes = 2710

Heat flow divergence for total object = 0.00175918

Heat flow divergence for worst node = 8.43666

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
6	MATERIAL	staal	0.06	11	1	8	17.78	0	0	31
7	MATERIAL	spouw 40mm	0.00	24	1	7	17.51	11	1	40
22	MATERIAL	aluminium	16.59	12	1	72	16.60	10	1	74
26	BC_SIMPL	buiten	-0.01	26	0	71	0.14	13	0	74
36	MATERIAL	steenwol	0.00	6	1	8	17.79	11	1	37
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	16.38	10	0	66	17.94	10	1	37
66	MATERIAL	HR ++ glas (20m	0.07	13	1	75	17.04	12	0	75
70	MATERIAL	zink	0.00	6	0	6	0.18	13	0	72
84	MATERIAL	SWP	-0.01	26	0	71	14.58	19	0	48
181	MATERIAL	kunststof gevel	0.07	24	0	72	12.37	19	1	64
255	MATERIAL	Spanplatten: St	0.00	6	1	8	17.94	10	1	37

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.04	35.32
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		35.27	0.00

Fig. 5.45b: Uitkomsten Trisco ongeïsoleerde constructie

Conclusie

Volgens de Trisco uitkomsten zijn de resultaten gunstiger bij het inpakken van de IPE-profielen. De warmtestroom is in dat geval bijna twee keer minder dan de ongeïsoleerde variant.

3. Detail ETFE koepel

Het detail bij de koepel is vanuit logisch redeneren geen koudebrug omdat de isolatielijn aaneengesloten over het dak voert. Berekeningen en uitkomsten vanuit Trisco geven aan dat de minimale binnen oppervlakte temperatuur voldoet met 13.17°C. De invoer van de drielaagse ETFE koepel is vanuit de U-waarde teruggerekend naar de lambda waarde van de ingevoerde hoogte. Op deze wijze is te zien dat de binnenzijde van de ETFE koepel 16,51°C zal zijn. De warmtestroom van dit detail zal 47,46W zijn. (Fig. 5.47) Dit komt vooral door het kozijn dat ingevoerd is als een blok kunststof en bij het toepassen van kozijnen met koudebrugonderbreking dit volgens verwachting de warmtestroom zal verminderen.

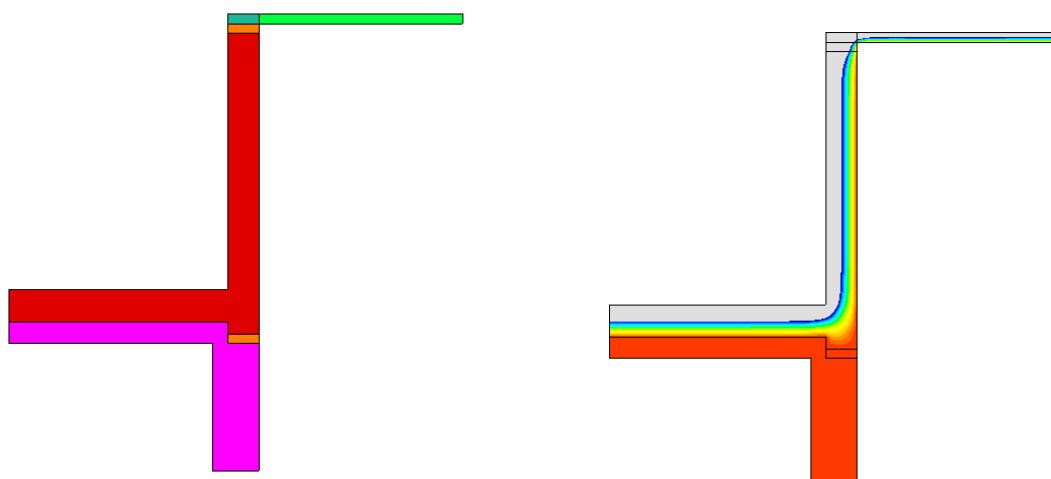


Fig. 5.46: ETFE koepel

TRISCO - Calculation Results

TRISCO data file: etfe koepel.trc

Number of nodes = 1768

Heat flow divergence for total object = 0.000221814

Heat flow divergence for worst node = 0.27978

Col.	Type	Name	tmin [°C]	X	Y	Z	tmax [°C]	X	Y	Z
6	MATERIAL	staal	17.81	21	0	42	17.96	6	1	6
26	BC_SIMPL	buiten	-0.01	12	1	100	0.21	7	0	100
36	MATERIAL	steenwol	0.01	12	1	95	17.99	6	1	40
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)	13.17	6	0	98	17.99	6	1	40
181	EQUIMAT	kunststof gevel	-0.01	12	1	100	13.17	6	1	98
254	MATERIAL	ETFE	0.14	5	1	100	16.51	5	0	98
255	MATERIAL	hout	0.02	12	0	96	17.98	6	0	39

Col.	Type	Name	ta [°C]	Flow in [W]	Flow out [W]
26	BC_SIMPL	buiten		0.03	47.46
54	BC_SIMPL	binnen (R=0,50)		47.42	0.00

Fig. 5.47: Uitkomsten Trisco ETFE koepel

Conclusie

Omdat dit detail geen koudebruggen bevat op het moment dat er geïsoleerde kozijnen worden toegepast is er vanuit bouwfysisch oogpunt geen verdere aanpassing aan het detail nodig.

5.6 Energieverbruik berekening

Referentiegebouw

Het referentiegebouw is een kantoorgebouw uit het jaar 1990. Het is een fictief gebouw dat voor hetzelfde aantal mensen wordt ontworpen maar dat is gebouwd volgens een aantal standaardprincipes uit het jaar 1990. Qua ontwerp is het referentiekantoor traditioneel gebouwd, met een betonnen draagstructuur en met traditionele gemetselde gevels. Functioneel is het gebouw ingedeeld in 'kantoorcellen'. De installaties en de isolatiewaarde zijn niet zo goed als tegenwoordig is vereist.

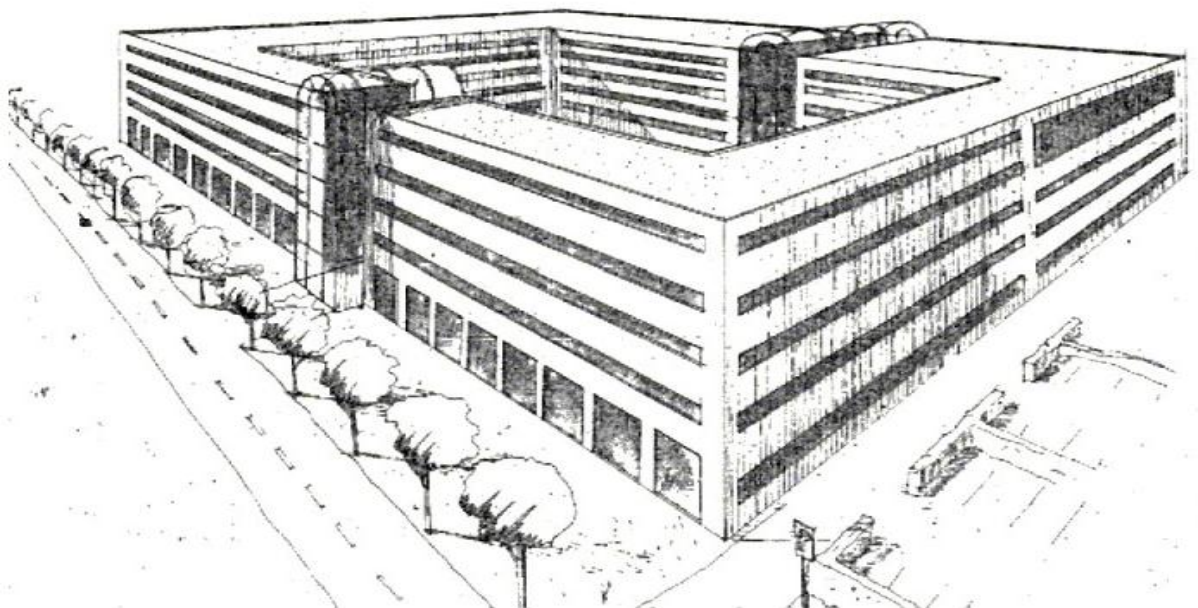
Voor het automatisch bepalen van de milieukosten van het referentiegebouw wordt gebruik gemaakt van de zogenoemde getrapte 'glijdende' referentie (gebaseerd op het model van Ir. A. van den Dobbelsteen, TU Delft).

Bij een automatisch gegenereerde referentiekantoor wordt het aantal fulltime-equivalent (FTE) van het te beoordelen gebouw als basis genomen voor de referentie. Afgestemd op dit aantal FTE wordt vervolgens een fictief gebouw gebouwd. Het ontwerp van het te beoordelen gebouw wordt, indien dit afwijkt van de vorm van het referentiegebouw, niet overgenomen. Hieruit volgt dat het referentiegebouw een andere geometrie, gevelinvulling en inrichting heeft, maar hetzelfde aantal fte als het te beoordelen gebouw.

De referentie voor de kantoren is een langwerpig rechthoekig gebouw. De formules zijn dusdanig gekozen dat de constructie 'groeit' naarmate het te beoordelen gebouw meer verdiepingen krijgt. Veel van deze formules zijn gebaseerd op benaderde gegevens uit het kostenmodel PARAP, dat i.o.v. de Rijksgebouwendienst is ontwikkeld.

Het gebouw heeft een standaard breedte van 13,2 m en wordt in de lengte in tweeën gedeeld door een gang. De kopgevels zijn blind. Per 40 m lengte is er een liftschacht en op de kopse kanten zijn altijd trappenhuisen.

Bron: GreenCalc+



Invoer GreenCalc+: Afmeting gebouw

Omschrijving	Ecophon 20082012
Bruto vloeroppervlak [m2 BVO]	2342.6
Gebruiksoppervlak [m2 Ag]	1874.1
Levensduur gebouw [jaar]	50
Aantal bouwlagen	2
Aantal gebouwgebruikers *	142
Gebruiksfunctie	kantoor ▼

Omschrijving	Lengte	Breedte	Hoogte	Bouwlage	Orientatie
Gebouwdeel 1	40.60	24.70	7.70	2	O-W
Gebouwdeel 2	20.40	20.40	3.80	1	NW-ZO

Perimeter totale gebouw	212.2
Aantal bouwlagen totale gebouw	2

Gebouwdelen
Gebouwdeel 1
Gebouwdeel 2

Omschrijving	Oppervlakte
BVO	2005.64
Dak	1002.82
Vloer	1002.82
Gevel Noord	345.00
Gevel Noord-West	0.00
Gevel West	119.90
Gevel Zuid-West	0.00
Gevel Zuid	345.00
Gevel Zuid-Oost	0.00
Gevel Oost	113.40
Gevel Noord-Oost	0.00

Fig. 5.49: Afmeting gebouw

Perimeter totale gebouw	212.2
Aantal bouwlagen totale gebouw	2

Gebouwdelen	
Gebouwdeel 1	
Gebouwdeel 2	

Omschrijving	Oppervlakte
BVO	337.00
Dak	341.00
Vloer	341.00
Gevel Noord	0.00
Gevel Noord-West	21.20
Gevel West	0.00
Gevel Zuid-West	21.20
Gevel Zuid	0.00
Gevel Zuid-Oost	73.30
Gevel Oost	7.60
Gevel Noord-Oost	73.30

Omschrijving	Glas [%]	Koppeling Voorbeeldgebouw
Gebouwdeel 1	50%	Kantoor materiaalindex 160-200
Gebouwdeel 2	30%	Kantoor materiaalindex 160-200

Fig. 5.50: Afmeting gebouw

Gebouwgebruik	
Bedrijfstijd gebouw van	8:00 AM
	tot 6:00 PM
Aantal dagen per week dat gebouw gebruikt wordt	5 dagen
Oppervlakte gebruiksoppervlakte per	5 - 12 m² (B3)

Fig. 5.51: Gebouwgebruik

Perimeter begane grondvloer [m1]	212.2
Zonwering Noord	geen
Zonwering Noord-Oost	geen
Zonwering Oost	automatisch
Zonwering Zuid-Oost	automatisch
Zonwering Zuid	automatisch
Zonwering Zuid-West	geen
Zonwering West	automatisch
Zonwering Noord- West	geen

Fig. 5.52: Zonwering gebouw

Invoer GreenCalc+: Basis klimaatgegevens

Koeling	koude-opslag	η	4.68
Transportmedium koude	water+lucht		

Fig.5.53: Koelvoorziening (WKO)

Klimaatstelsysteem			
Ventilatievoorziening	mechanische toe- en afvoer		
Terugregeling ventilatiedebiet	>60% terugregeling		
Warmteterugwinning	langzaam roterende warmtewisselaar	η	0.70
Toevoercapaciteit luchtbehandelingskast [dm ³ /s]	5622.30		...

Fig.5.54: Ventilatievoorziening WTW

Toiletten		
Traditioneel 9 liter reservoir	0.00	%
Standaard 6 liter reservoir	0.00	%
Toilet met spoelonderbreking	0.00	%
Urinoir	0.00	%
Waterbesparend 4 liter reservoir	100.00	%
Composttoilet	0.00	%
Let op! De milieu-index wordt pas herberekend nadat het onderdeel 'Toiletten' is verlaten.		
Douches en keukens		
Type kranen toiletruimten	kranen met volumestroombegrenzers	
Type kranen kookvoorzieningen	kranen met volumestroombegrenzers	
Type kranen sportvoorzieningen	kranen met volumestroombegrenzers	
Type douches	waterbesparende douchekop	

Regenwater	
Gebruik van regenwater	☒
Gebruik van regenwater voor toiletspoeling	☒
Gebruik van regenwater voor besproeiing tuin	☒
Regenwaterfilter aanwezig	☒
Regenwater opvangoppervlak (horizontale projectie):	0.00
Bitumen/grind [m ²]	1000.00
Vegetatiedak [m ²]	0.00

Fig.5.55: Waterbesparende voorzieningen

Verlichting

Geïnstalleerd vermogen (gebouw) W/m2

Type regeling

Armatuurafzuiging ☒

Aanwezigheidsdetectie ☒

Oppervlakte daglichtsector % van Ag = m2

Aantal branduren per jaar in de dagperiode *

Aantal branduren per jaar in de avond / nachtperiode *

Fig.5.56: Energiezuinige verlichting

5.6.1 Invoer GreenCalc+: variant 1

Warmteopwekking η

Aanvoer temperatuur

Transportmedium warmte

☒ Gebouwgebonden warmtelevering op

Systeemrendement N(distr;verw+circ;ext;verw) ...

Oppervlakte zonnecollectoren verwarming [m2]

Fig. 5.57: Warmteopwekking

Warmtapwater

Tapwatertoestel η

Distributiesysteem

Fig. 5.58: Warmtapwater

PV-Systeem

Typecel

Oppervlakte [m2]

Orientatie

Hellingshoek [°]

Fig. 5.59: PV-cellen

5.6.2 Invoer GreenCalc+: variant 2

Warmteopwekking	warmtekracht (500kW < gasmotor < 1000kW)	η	0.55
Aanvoer temperatuur	> 55°		
Transportmedium warmte	water+lucht		

Fig. 5.60: Warmteopwekking (tevens elektriciteit)

Tapwatertoestel	warmtekracht	η	0.468
Distributiesysteem	circulatieleiding		

Fig. 5.61: Warmtapwater

5.6.3 Invoer GreenCalc+: variant 3

Warmteopwekking	elektrische warmtepomp bron retourlucht	η	2.38
Aanvoer temperatuur	<= 35°		
Transportmedium warmte	water		
☒ Gebouwgebonden warmtelevering op			
Systeemrendement	N(distr;verw+circ;ext;verw)	0.75	...
Oppervlakte zonnecollectoren verwarming [m2]		0.00	

Fig. 5.62: Warmteopwekking

Warmtapwater			
Tapwatertoestel	warmtepomp	η	0.546
Distributiesysteem	circulatieleiding		

Fig. 5.63: Warmtapwater

Windmolens	
Elektriciteitsopwekking [kWh/jaar]	25040.0

Fig. 5.64: Windmolens

Berekening opbrengst windmolen

Vul de velden met een gele achtergrond in. De velden met een witte achtergrond worden automatisch uitgerekend, maar pas als u de button "Bereken opbrengst" hebt aangeklikt. U kunt altijd nieuwe gegevens in de gele velden invoeren. Als u vervolgens "Bereken opbrengst" aanklikt verschijnen de nieuwe resultaten.

Stap 1: bepaal het vermogen van de windmolen

Diameter windmolen	3	meter
Vermogen windmolen bij 7.5 m/s volgens Betz	1080	Watt
Opbrengst windmolen bij optimale plaatsing	9579	kWh per jaar (7.5 m/s, 10 m ashoogte, grasland)

Stap 2: lees de gemiddelde windsnelheid op uw lokatie af op de windkaart van Nederland

Gemiddelde windsnelheid (zie windkaart Nederland)	6 m/s	
Opbrengst windmolen met correctie voor lokatie	4904	kWh per jaar

Stap 3: bepaal de gemiddelde windsnelheid bij een gegeven ashoogte en terreingesteldheid

Ashoogte van de windmolen	30	meter	Standaard ashoogte
Terreingesteldheid rond de windmolen(ruwheidshoogte)	Dorpskern, sterk begroeid gebied		
Windsnelheid gecorrigeerd voor ashoogte en ruwheid	8.2	m/s	

Bereken opbrengst	12520	kWh per jaar
--	------------------------------------	--------------

De opbrengst wordt berekend voor de gegeven diameter, lokatie, ashoogte en terreingesteldheid.

Ter referentie: het electriciteitsverbruik in een gemiddeld gezin is ongeveer 3.500 kWh per jaar.

Fig. 5.65: Berekening opbrengst windmolens (<http://www.duurzameenergiethuis.nl/berekening-opbrengst-windmolens>)

5.6.4 Uiteindelijke variant

Verbetering variant 2 optie 1

Ecophon 20082012						
	Milieukosten per jaar MIG		Milieu Index Gebouw	Milieukosten per jaar MIB		Milieu Index Bedrijfsv.
	Ontwerp	Referentie		Ontwerp	Referentie	
Materiaal	€ 2,725,-	€ 3,408,-	125	€ 2,725,-	€ 4,491,-	165
Energie	€ 932,-	€ 21,538,-	2310	€ 878,-	€ 28,616,-	3260
Water	€ 68,-	€ 194,-	284	€ 116,-	€ 222,-	192
Totaal	€ 3,726,-	€ 25,140,-	675	€ 3,718,-	€ 33,329,-	896

Fig. 5.66: Milieu-index tabel

Ecophon 20082012								
MIG	Milieukosten per jaar		Elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]		Gasgebruik per jaar [m³]		Warmtegebruik per jaar GJ	
Energiegebruik per jaar	Ontwerp	Referentie	Ontwerp	Referentie	Ontwerp	Referentie	Ontwerp	Referentie
Verwarming	€ 783,-	€ 8,840,-	0	0	31,985	50,885	0	0
Pompen	€ 257,-	€ 291,-	4,165	4,181	0	0	0	0
Ventilatoren	€ 2,731,-	€ 2,273,-	44,326	32,636	0	0	0	0
Tapwater	€ 20,-	€ 243,-	0	3,484	809	0	0	0
Koeling	€ 257,-	€ 1,724,-	4,167	24,752	0	0	0	0
Bevochtiging	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Verlichting	€ 1,277,-	€ 3,737,-	20,730	53,664	0	0	0	0
Apparatuur	€ 3,903,-	€ 4,429,-	63,345	63,598	0	0	0	0
Opbrengst PV-cellen	€ -4,253,-	€ 0,-	-69,028	0	0	0	0	0
Opbrengst WKK	€ -4,042,-	€ 0,-	-65,601	0	0	0	0	0
Opbrengst Wind	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Correctiepost elektrisch	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Correctiepost gas	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Correctiepost warmte	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Totaal			2,104	182,316	32,794	50,885	0	0
Totaal	€ 932,-	€ 21,538,-						
Milieu-index	2310	100						

Fig. 5.67: Milieu-index en elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]

	Primair energiegebruik in MJ	
	Ontwerp	Referentie
Qprim;verw	1,151,885	1,814,380
Qprim;pomp	38,443	38,597
Qprim;vent	409,165	301,255
Qprim;tap	28,395	32,164
Qprim;koel	33,519	208,944
Qprim;bev	0	0
Qprim;vl	191,354	495,360
Qprim;pv	637,179	0
Qprim;wkk	620,890	0
Qpres;tot	594,692	2,890,700
Qpres;toel	962,182	965,408
EPC	0.67	3.29

Fig. 5.68: EPC

Verbetering variant 2 optie 2

Ecophon 20082012						
	Milieukosten per jaar MIG		Milieu Index Gebouw	Milieukosten per jaar MIB		Milieu Index Bedrijfsv.
	Ontwerp	Referentie		Ontwerp	Referentie	
Materiaal	€ 2,725,-	€ 3,408,-	125	€ 2,725,-	€ 4,491,-	165
Energie	€ 763,-	€ 21,538,-	2822	€ 812,-	€ 28,616,-	3525
Water	€ 68,-	€ 194,-	284	€ 116,-	€ 222,-	192
Totaal	€ 3,557,-	€ 25,140,-	707	€ 3,653,-	€ 33,329,-	912

Fig. 5.69: Milieu-index tabel

Ecophon 20082012								
MIG	Milieukosten per jaar		Elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]		Gasgebruik per jaar [m³]		Warmtegebruik per jaar GJ	
Energiegebruik per jaar	Ontwerp	Referentie	Ontwerp	Referentie	Ontwerp	Referentie	Ontwerp	Referentie
Verwarming	€ 783,-	€ 8,840,-	0	0	31,985	50,885	0	0
Pompen	€ 257,-	€ 291,-	4,165	4,181	0	0	0	0
Ventilatoren	€ 2,731,-	€ 2,273,-	44,326	32,636	0	0	0	0
Tapwater	€ 20,-	€ 243,-	0	3,484	809	0	0	0
Koeling	€ 257,-	€ 1,724,-	4,167	24,752	0	0	0	0
Bevochtiging	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Verlichting	€ 1,277,-	€ 3,737,-	20,730	53,664	0	0	0	0
Apparatuur	€ 3,903,-	€ 4,429,-	63,345	63,598	0	0	0	0
Opbrengst PV-cellen	€ -3,189,-	€ 0,-	-51,771	0	0	0	0	0
Opbrengst WKK	€ -4,042,-	€ 0,-	-65,601	0	0	0	0	0
Opbrengst Wind	€ -1,232,-	€ 0,-	-20,000	0	0	0	0	0
Correctiepost elektrisch	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Correctiepost gas	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Correctiepost warmte	€ 0,-	€ 0,-	0	0	0	0	0	0
Totaal			-639	182,316	32,794	50,885	0	0
Totaal	€ 763,-	€ 21,538,-						
Milieu-index	2822	100						

Fig. 5.70: Milieu-index en elektriciteitsgebruik per jaar [kWh]

	Primair energiegebruik in MJ	
	Ontwerp	Referentie
Qprim;verw	1,151,885	1,814,380
Qprim;pomp	38,443	38,597
Qprim;vent	409,165	301,255
Qprim;tap	28,395	32,164
Qprim;koel	33,519	208,944
Qprim;bev	0	0
Qprim;vl	191,354	495,360
Qprim;pv	477,885	0
Qprim;wkk	620,890	0
Qpres;tot	753,987	2,890,700
Qpres;toel	962,182	965,408
EPC	0.86	3.29

Fig. 5.71: EPC

6.2.1 Afdeling Veiligheid

Eisen constructie (Voldoet)

Bij een brand in een subbrandcompartiment mag een vloer, trap of hellingbaan niet binnen 30 minuten bezwijken.

De bouwconstructie bezwijkt niet binnen 90 minuten bij een brand binnen in of aangrenzend aan het brandcompartiment

Eisen trap (Voldoet)

De afmeting van een trap voldoet aan:

- Minimumbreedte trap: 800mm
- Minimum vrije hoogte: 2100mm
- Minimum aantrede: 185mm
- Maximum optrede: 210mm
- Minimum breedte tredevlak: 50mm
- Minimum breedte tredevlak ter plaatse van de klimlijn: 230mm
- Minimum afstand van de klimlijn tot de zijanten van de trap: 300mm
- Bij het overbruggen van een hoogteverschil van meer dan 1 meter is een leuning nodig van tenminste 0,8 meter hoogte en ten hoogste 1 meter.

Eisen hellingbaan (N.V.T.)

Minimale breedte 1100mm

Maximale hoogte 1000mm

Helling 1:12 bij een hoogteverschil kleiner dan 250mm

Helling 1:16 bij een hoogteverschil groter dan 250mm, kleiner dan 500mm

Helling 1:20 bij een hoogteverschil groter dan 500mm

De hellingbaan sluit aan met de breedte van de hellingbaan op een vloeroppervlakte van ten minste 1400mm*1400mm

Aan de zijkant een aaneengesloten geleide rand met een hoogte van ten minste 40mm.

Eisen Beweegbare constructieonderdelen (Voldoet)

Een raam, deur of dergelijke dat in geopende stand boven een trottoir of fietspad is moet meer dan 2200mm, loodrecht gemeten vanaf de weg, bevinden.

Een vluchtroute, waarbij deuren en ramen de richting van de route opdraaien, moet bij een beweegbaar constructieonderdeel in geopende stand een vrije doorgang hebben van tenminste 600mm breedte en 2200mm hoogte.

Bij een vloeroppervlakte van minder dan 0,5m² gelden deze bovenstaande eisen niet.

Eisen Beperken van ontstaan van brandgevaarlijke situaties (Aanname)

Als op het materiaal een intensiteit aan warmtestraling kan optreden groter dan 2kW/m² of in het materiaal een temperatuur kan optreden hoger dan 90°C dan voldoet deze aan brandklasse A1. Betreft dit materiaal een vloer, een trap of een hellingbaan dan geldt brandklasse A1fl.

Een schacht, koker of kanaal met een inwendige doorsnede groter dan 0,015m², heeft aan de binnenzijde een materiaal met brandklasse A2 met minimale dikte van 10mm. Dit geldt niet voor een schacht uitsluitend bestemd voor bijvoorbeeld een standleiding van toiletruimten.

Eisen Beperken van het ontwikkelen van brand en rook (Aanname)

Een zijde die grenst aan de buitenlucht voldoet aan minimaal brandklasse D. Bij een extra beschermde vluchtroute volstaat minimaal brandklasse C. Dit geldt niet voor de bovenzijde van een dak. Een beweegbaar constructieonderdeel volstaat met brandklasse D. Aan de binnenzijde van een constructieonderdeel voldoet minimaal rookklasse s2 en brandklasse D. Bij een extra beschermde vluchtroute volstaat minimaal brandklasse B. Voor de bovenzijde van een voor personen bestemde vloer, trap, en hellingbaan die grenst aan de binnenlucht geldt rookklasse s1fl.

Het is toegestaan om de eisen qua rookklasse en brandklasse bij ten hoogste 5% van de totale oppervlakte van constructieonderdelen van elke afzonderlijke ruimte toe te passen.

Eisen Beperken van uitbreiding van brand (Voldoet)

Een besloten ruimte ligt in een brandcompartiment. Deze eis geldt niet voor een toiletruimte of badruimte.

De omvang van een gebruiksoppervlakte van een brandcompartiment is niet groter dan 1000m².

De branddoorslag en brandoverslag (WBDBO) van een brandcompartiment naar een ander brandcompartiment is ten minste 30 minuten als er geen vloer van een gebruiksgebied hoger ligt dan 5 meter. Een WBDBO van minimaal 60 minuten geldt in dit geval alleen voor een ruimte waardoor een veiligheidsvluchtroute voert.

Eisen Verdere beperking van uitbreiding van brand en verspreiding van rook (Voldoet)

Een brandcompartiment is opgedeeld in subbrandcompartimenten, waarbij een beschermde vluchtroute niet in een subbrandcompartiment ligt. Een verblijfsgebied voor bewaking mag buiten een subbrandcompartiment liggen als de constructieonderdelen die grenzen aan de binnenlucht voldoen aan brandklasse D.

Eisen Vluchtroute (Voldoet)

Vluchtroute: De loopafstand tussen een punt in een gebruiksgebied en een uitgang van het subbrandcompartiment is niet groter dan 30 meter. Bij een gebouw met minder dan 1 persoon per 12m² volstaat een afstand van 45 meter.

Het maximale hoogteverschil in een subbrandcompartiment is 4 meter. Een subbrandcompartiment voor > 150 personen heeft tenminste twee uitgangen waardoor een vluchtroute loopt. De onderlinge afstand tussen deze twee uitgangen is minimaal 5 meter.

Beschermde vluchtroute: Een beschermde vluchtroute is een vluchtroute vanuit de uitgang van het subbrandcompartiment waar minder dan 37 mensen op zijn aangewezen. Als de uitgang van het subbrandcompartiment direct grenst aan het aansluitend terrein is er geen sprake van een beschermde vluchtroute.

De maximale loopafstand van de uitgang van het subbrandcompartiment is maximaal 30 meter.

WBDBO >20 min

Extra beschermde vluchtroute: Een vluchtroute voor meer dan 37 en maximaal 150 personen vanuit de uitgang van het subbrandcompartiment. Als de uitgang direct grenst aan het aansluitend terrein is er geen sprake van een beschermde vluchtroute.

De maximale loopafstand van de uitgang van een besloten ruimte waardoor een extra beschermde vluchtroute voert is de loopafstand van de uitgang van het subbrandcompartiment tot het punt waar een tweede vluchtroute of een veiligheidsvluchtroute begint of aansluitend terrein niet groter is dan 30 meter.

Een vluchtroute in een trappenhuis is een extra beschermde vluchtroute. Dit geldt ook wanneer er via dit trappenhuis een hoogteverschil van meer dan 8 meter wordt overbrugd.

WBDBO >20 min

Veiligheidsvluchtroute: Dit is een route waarop meer dan 150 personen zijn aangewezen vanuit de uitgang van het subbrandcompartiment. Als de uitgang direct grenst aan het aansluitend terrein is er geen sprake van een veiligheidsvluchtroute.

WBDBO >20 min

Als er sprake is van een tweede vluchtroute vanuit het subbrandcompartiment is er geen sprake van een (extra) beschermde- of veiligheidsvluchtroute.

Twee vluchtroutes komen niet samen door eenzelfde brandcompartiment. Als de ruimte:

- Grenst aan een subbrandcompartiment of de vluchtroutes in die ruimte beschermde vluchtroutes zijn en buiten een brandcompartiment extra beschermde vluchtroutes zijn,
- De loopafstand in de ruimte gemeten over beide vluchtrouten maximaal 30 meter is en de vluchtrouten in verschillende richtingen voeren.

Dan mogen de twee vluchtrouten samenkomen.

Vanuit de besloten ruimte (subbrandcompartiment) naar de beschermde en extra beschermde vluchtroute is de WBDBO >20 minuten. Wanneer er een tweede vluchtroute uit één vluchtroute voert is de WBDBO 30 min.

Een vluchtroute heeft een vrije doorgang van 850mm en een vrije hoogte van 2300mm.

Een niet besloten ruimte waardoor een vluchtroute voert heeft een zodanige capaciteit voor de afvoer van warmte en rook, en de toevoer van verse lucht dat die ruimte tijdens brand gedurende langere tijd kan worden gebruikt om te vluchten en voor het uitvoeren van reddings- en bluswerkzaamheden.

De doorstroomcapaciteit van een vluchtroute is ten minste het aantal personen dat is toegewezen. Om dit te berekenen wordt er uitgegaan van 45 personen per meter breedte van een trap voor het overbruggen van een hoogteverschil van meer dan 1 meter en 90 personen per meter vrije breedte bij een hoogteverschil van minder dan 1 meter.

Bij een doorgang met een dubbele deur wordt er uitgegaan van 90 personen per meter vrije breedte.

Bij een doorgang met een enkele deur wordt er uitgegaan van 110 personen per meter vrije breedte.

Bij een doorgang met een andere doorgang wordt er uitgegaan van 135 personen.

Eisen Hulpverlening bij brand (N.V.T.)

Bij een gebouw met een hoogte van een vloer van een verblijfsgebied lager dan 20 meter is er geen behoefte aan een brandweerlift. De loopafstand tussen een punt in het gebruiksgebied en de toegang van een trappenhuis is niet groter dan 75m.

6.2.2 Afdeling Gezondheid

Eisen installatie (N.V.T.)

Bij een kantoor met aangrenzend een woningfunctie geldt er installatie-geluidsniveau eis van maximaal 30 dB.

Eisen vocht (Voldoet)

Uitwendige scheidingsconstructies van verblijfsgebieden dienen zoals een toiletruimte en een badruimte waterdicht te zijn.

Een constructie tussen een verblijfsgebied, toiletruimte, badruimte en kruipruimte is waterdicht.

Een inwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, toiletruimte, badruimte is waterdicht.

De f-waarde (factor van de temperatuur) van de binnenzijde van een scheidingsconstructie van een kantoorfunctie is 0,5. Dit betekent dat bij een buitentemperatuur van 0°C en een binnentemperatuur van 18°C de binnen oppervlaktetemperatuur minimaal 9°C moet zijn.

Deze f-waarde geldt niet voor ramen, deuren, kozijnen en overige constructieonderdelen.

Eisen wateropname (Voldoet)

In een toiletruimte of een badruimte moet er qua scheidingsconstructie tot 1,2 meter hoogte boven de vloer tegels of andere maatregelen ten behoeve van de waterdichtheid zijn geplaatst.

Ter plaatse van een bad of douche dient er tenminste over een lengte van 3 meter en een hoogte van 2,1 meter tegels zijn geplaatst ten behoeve van de waterdichtheid.

Eisen ventilatie (Aanname)

Een verblijfsgebied en een verblijfsruimte hebben een voorziening voor luchtverversing van ten minste 6,5 dm³/s per persoon.

Bij een opstelplaats voor een kooktoestel dient de luchtvoorziening ten minste 21 dm³/s te zijn.

Een voorziening voor luchtverversing van een toiletruimte heeft een capaciteit van tenminste 7 dm³/s en van een badruimte van ten minste 14 dm³/s.

De toevoer van verse lucht dient geen grotere lichtsnelheid te veroorzaken dan 0,2 m/s.

Het is de bedoeling dat in een verblijfsgebied of verblijfsruimte van een kantoorfunctie de luchtverversing regelbaar is. De laagste stand is maximaal 10% van de capaciteit. Tussen deze en de 100% stand zijn er minimaal twee standen tussen de laagste stand en de 30% capaciteit. Deze twee standen verschillen onderling minimaal 10%.

Een ruimte met een opstelplaats voor een gasmeter heeft een niet afsluitbare voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 1 dm³/s per m² vloeroppervlakte, met een minimum van 2dm³/s.

Een schacht van een lift heeft eveneens een niet afsluitbare voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 3,2 dm³/s per m² vloeroppervlakte van de liftschacht. De toevoer van verse lucht vindt rechtstreeks van buiten plaats. De toevoer van verse lucht naar een schacht voor een lift vindt rechtstreeks van buiten plaats, of via de liftmachineruimte van buiten. De afvoer van de binnenlucht geschiedt ook rechtstreeks naar buiten of via de liftmachineruimte naar buiten.

De opslagruimte voor huishoudelijk afval >1,5m² heeft een niet afsluitbare voorziening voor luchtverversing van >10dm³/s m² vloeroppervlakte van die ruimte. De toevoer van verse lucht vindt rechtstreeks van buiten plaats en de afvoer van binnenlucht rechtstreeks naar buiten.

De uitmonding van de luchtverversing ligt op een afstand van >2 meter van de perceelgrens, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van de gebruiksfunctie.

Ten minste 21 dm³/s van de capaciteit van de afvoer van binnenlucht uit een verblijfsgebied of een verblijfsruimte met een opstelplaats voor een kooktoestel wordt rechtstreeks naar buiten afgevoerd.

Ook de afvoer van een toilet- of badruimte vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

De instroomopening van een toevoervoorziening voor verbrandingslucht en een uitmonding van een afvoervoorziening van rookgas liggen op minimaal 2 meter afstand van de perceelgrens. Voor een instroming of uitmonding op het dak geldt deze eis niet.

Eisen bescherming tegen ongedierte (Voldoet)

Buiten een afsluitbare opening en uitmonding van een afvoervoorziening voor luchtverversing, rook en ont- en beluchting van een afvoervoorziening voor huishoudelijk afval is in een uitwendige scheidingsconstructie geen opening breder dan 10 mm.

Een grotere opening is toegestaan voor een nest of vaste rust- of verblijfplaats van beschermde diersoorten.

Ter plaatse van de uitwendige scheidingsconstructie dient er een scherm met een diepte van tenminste 600mm met openingen niet breder dan 10mm geplaatst te worden.

Eisen daglicht (Aanname)

Minimale equivalente daglichtoppervlakte is 2,5% van vloeroppervlakte verblijfsgebied.

Minimale equivalente daglichtoppervlakte is 0,5m² bij een verblijfsruimte.

6.2.3 Afdeling Bruikbaarheid

Eisen verblijfsgebied (VG) en verblijfsruimte (VR) (Voldoet)

55% van de gebruiksfunctie is VG.

Een verblijfsgebied heeft een minimale oppervlakte van 5m², met een minimale breedte van 1800mm en een vrije hoogte van 2600mm.

Eisen toilet (Voldoet niet)

Een kantoorfunctie heeft tenminste twee toiletten, waarvan er niet meer dan 30 personen op één toilet zijn aangewezen.

De minimale afmeting van een toilet is 900*1200mm

De minimale afmeting van een integraal toegankelijk toilet is minimaal 1650*2200mm.

De minimale vrije hoogte is 2300mm

Eisen bereikbaarheid toegankelijkheidssector (Voldoet niet)

Voor een VR, VG, toiletruimte, badruimte, bergruimte, buitenruimte, de ruimte voor het bereiken van een lift, verkeersroute en alle aansluitende routen op deze ruimten hebben een minimale vrije breedte doorgang is 850mm en de minimale vrije hoogte 2300mm.

Een verkeersroute door een toegankelijkheidssector heeft een minimale vrije breedte van 1200mm.

Bij een kantoorfunctie met een gebruiksoppervlakte van meer dan 400m² is er een toegankelijkheidssector van ten minste 40m². Dit gebied heeft ten minste één integraal toilet en in totaal de hoeveelheid reguliere toiletten delen door 10, afgerond naar boven.

Een ruimte in de toegankelijkheidssector is bereikbaar met een verkeersroute die enkel door een toegankelijkheidssector voert.

Een hoogteoverbrugging van meer dan 20mm wordt overbrugd door een hellingbaan of een lift.

De minimale afmeting van een liftkooi is 1050*1350mm.

6.2.4 Afdeling Energiezuinigheid

Eisen EPC (Voldoet niet)

De maximale EPC-waarde van een kantoorfunctie is 1,1.

Eisen Thermische isolatie (Voldoet)

De uitwendige scheidingsconstructie van een VG, toiletruimte of badruimte heeft een minimale warmteweerstand van 3,5.

Ramen, deuren en kozijnen hebben een maximale warmtedoorgangscoefficiënt van 2,2 W/m².K.

Eisen Luchtvolumestroom (Aanname)

De maximale luchtvolumestroom is 0,2 m/s.

Verlichting

Verlichting in een VG heeft een minimale verlichtingssterkte gemeten vanaf de vloer van 1lux.

In een besloten ruimte met een beschermde vluchtroute heeft een minimale verlichtingssterkte gemeten vanaf de vloer en het tredevlak van minimaal 1 lux.

Bij verblijfsruimten voor meer dan 75 mensen en een besloten ruimte waardoor een vluchtroute voert is er sprake van noodverlichting.

Na het uitvallen van de elektriciteit is het de bedoeling dat de noodverlichting binnen 15 seconden en gedurende 60 minuten 1 lux op een vloer en tredevlak verlicht.

Voorzieningen afnemen en gebruik energie

Als de aansluitafstand voor de voorziening van elektriciteit niet groter is dan 100 meter, of de kosten niet hoger zijn dan bij een aansluiting tot 100 meter dan is deze aangesloten op het distributienet.

Bij gas en warmte gelden de afstand en aansluitkosten tot 40 meter.

Watervoorziening

Als de aansluitafstand voor de voorziening van waternet groter is dan 40 meter, of de kosten niet hoger zijn dan bij een aansluiting tot 40 meter dan is deze aangesloten op het openbaar distributienet voor water.

Afvoer van huishoudelijk afvalwater en hemelwater

Een dak heeft een voorziening voor de opvang en afvoer van het hemelwater en afvalwater. Deze afvoer is lucht en waterdicht.

De ondergrondse doorvoer van deze voorziening staat zoveel mogelijk haaks op de constructie,

Bij zetting moet de dichtheid van de aansluitingen en de afvoer gehandhaafd blijven. Deze aansluitingen hebben geen vernauwingen in de stroomrichting, heeft een vloeiend beloop, is waterdicht, heeft een voldoende inwendige middellijn en bevat geen beer- of rottingsput.

Tijdig vaststellen van brand

Bij een kantoorgebouw met een gebruiksoppervlakte van >1500m² is er geen sprake van automatische bewaking en melding via de regionale alarmcentrale van de brandweer.

Als er sprake is van een verblijfsruimte met een uitgang met maar één vluchtroute of ruimten met een verhoogd brandrisico zijn de vluchtrouten en ruimten bewaakt met een brandmeldinstallatie en ruimtebewaking.

Dit geldt wanneer de loopafstand tussen de uitgang van een verblijfsruimte en het punt van waaruit in meer dan één richting kan worden gevlucht meer dan 10 meter is, de totale vloeroppervlakte van de vluchtroute meer dan 200m² is of het aantal aan de enkele vluchtroute gelegen verblijfsruimten meer dan twee is.

Vluchten bij brand

Als er sprake is van een gebruiksfunctie met een brandmeldinstallatie dient er een ontruimingsplan te zijn.

Een verkeersruimte en een ruimte voor meer dan 50 personen hebben een vluchtrouteaanduiding die voldoet aan de zichtbaarheidseisen NEN 1838 en NEN 60688.

De vluchtrouteaanduiding dient op een duidelijk waarneembare plaats en dient binnen 15 seconden na het uitvallen van de voorziening voor elektriciteit en gedurende ten minste 60 minuten aan de zichtbaarheidseisen te voldoen.

Een deur open een vluchtroute draait bij het openen niet tegen de vluchtrichting in bij een kantoorgebouw met meer dan 37 personen.

Een nooddeur kan geen schuifdeur zijn.

Bij meer dan 100 personen kan een deur waardoor gevlucht wordt geopend worden met een lichte druk tegen de deur of een lichte druk tegen een op circa één meter hoogte boven de vloer over de volle breedte van de deur aangebrachte panieksluiting.

Automatisch werkende deuren die dienen als toegangs- of uitgangscntrole dienen het vluchten in een vluchtroute niet te belemmeren.

Bij een trappenhuis met overdruk is er een aanduiding dat aangeeft dat hard duwen noodzakelijk kan zijn.

Aan de buitenzijde van de nooddeur dient een opschrift te worden geplaatst 'nooddeur vrijhouden' of 'nooduitgang' conform NEN 3011.

Een beweegbaar constructieonderdeel in een inwendige scheidingsconstructie waarvoor een eis aan de weerstand tegen branddoorslag of weerstand tegen rookdoorgang geldt is zelfsluitend.

Bestrijden van brand

Een kantoorgebouw met een gebruiksoppervlakte boven de 500m² heeft een brandslaghaspel met een maximale lengte van 30 meter, aangesloten is op de drinkwatervoorziening en een minimale statische druk heeft van 100kPa met een capaciteit van 1,3 m³/h bij gelijktijdig gebruik van twee haspels.

Een brandslaghaspel ligt niet in een ruimte met een trap waarover een beschermde vluchtroute voert.

De afstand tussen een bluswatervoorziening en een brandweeringang is maximaal 40 meter.

De bluswatervoorziening is onbeperkt toegankelijk.

Als er niet voldoende haspels aanwezig zijn heeft een kantoorgebouw voldoende draagbare of verrijdbare blustoestellen om een beginnende brand door in het gebouw aanwezige personeel te laten bestrijden.

Een voorziening voor het bestrijden van brand moet duidelijk zichtbaar opgehangen of gemarkeerd worden met een pictogram.

Bereikbaarheid voor hulpverleningsdiensten

Een kantoorgebouw heeft een brandweeringang. Dit geldt niet wanneer er meerdere ingangen in het gebouw zijn en de brandweer één of meer van de toegangen als brandweeringang aanwijst.

Tussen de openbare weg en de toegang van het kantoorgebouw ligt een verbindingsweg geschikt voor voertuigen van de brandweer en andere hulpdiensten. Als de ingang van het kantoorgebouw binnen 10 meter van de openbare weg ligt dan is er geen verbindingsweg nodig.

De verbindingsweg heeft een minimale breedte van 4500mm, een verharding over een breedte van 3250mm geschikt voor motorvoertuigen van tenminste 14.600kg, een vrije hoogte van 4200mm en een doeltreffende afwatering.

Hekwerken die de verbindingsweg afsluiten, kunnen door de hulpdiensten snel en gemakkelijk worden geopend met een systeem dat in overleg met deze diensten is bepaald.

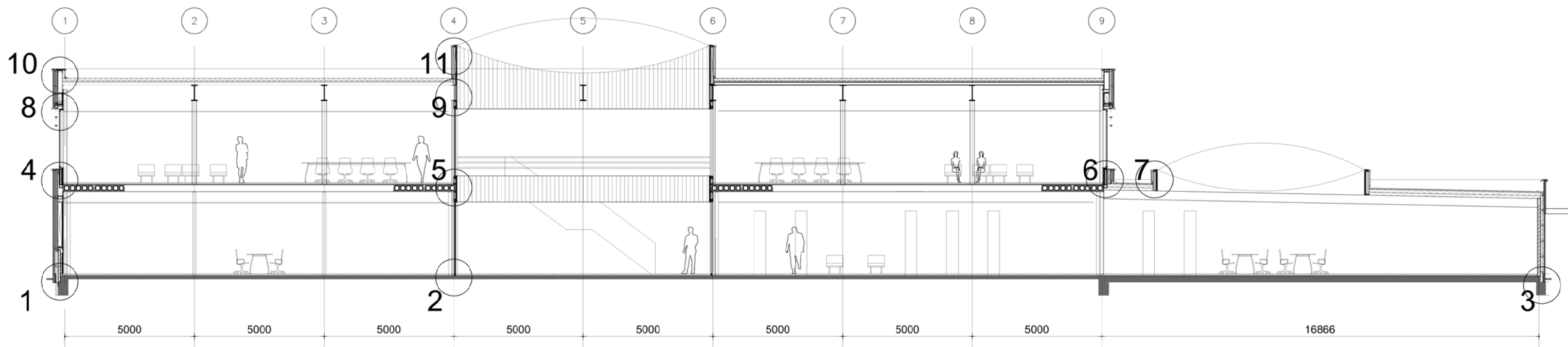
Buiten de verbindingswegen is er ook behoefte aan opstelplaatsen voor brandweervoertuigen. De afstand tussen een opstelplaats en een brandweeringang is maximaal 40 meter. De opstelplaats heeft een minimale vrije hoogte van 4200mm. Eventuele afsluitingen door middel van hekwerken moeten door de brandweer te openen zijn.

Bereikbaarheid gebouw voor gehandicapten

Tussen de openbare weg en de toegang van een toegankelijkheidssector van een kantoorgebouw loopt een route met een minimale breedte van 1100mm en bij een hoogteverschil van 20mm of meer een hellingbaan. Een doorgang op deze route is minimaal 850mm breed en heeft een vrije hoogte van tenminste 2 meter.

Bijlage 2 – Details

Detailnummer	Beschrijving	Schaal
1	Fundering loods	1:5
2	Brandwerende pui	1:5
3	Fundering kantoor	1:5
4	Constructie t.b.v. pui	1:5
5	Aansluiting pui/vloer	1:5
6	Aansluiting loods/kantoor	1:5
7	ETFE kantoor	1:5
8	Pui bovenaansluiting	1:5
9	Brandwerende pui	1:5
10	Dakdetail loods	1:5
11	Constructue ETFE	1:5



Ecophon	
09-10-2012	
Overzicht details	
-	A3

b.k. timmerwerk 800+

1

gevelopbouw:

- Kingspan KS1000 kerndikte 45mm,
- achterconstructie, U-profiel, h=50mm
- XPS isolatie, d=90mm
- bestaand metselwerk
- timmerwerk t.b.v. achterconstructie afwerking, stijlen 38*184mm
- gespoten multiplex afwerking

omegaprofiel t.b.v. bevestiging sandwichpaneel, bevestigd aan metselwerk plint d.m.v. stalen ophangprofiel

vulstrook, d=10mm

gevelopbouw t.p.v. plint:

VEBO geïsoleerde kantplank, gelijmd aan XPS
XPS isolatie, d=36mm
XPS isolatie, d=90mm
bestaand metselwerk

hoekprofiel t.b.v. stellen kantplank

opbouw bg vloer:

droge dekvloer, d=80 mm

constructie:

bestaande in SITU
gestort betonnen vloer, d=120 mm

b.k. kantplank 5-p

mv=180-p

o.k. kantplank 320-p

peil=0

80-p

80

120

Ecophon

07-01-2013

D1: fundering loods

1:5

A3

PUI atrium:
Staalprofiel Janisol, B-30 beglazing

4

peil=0

80-p

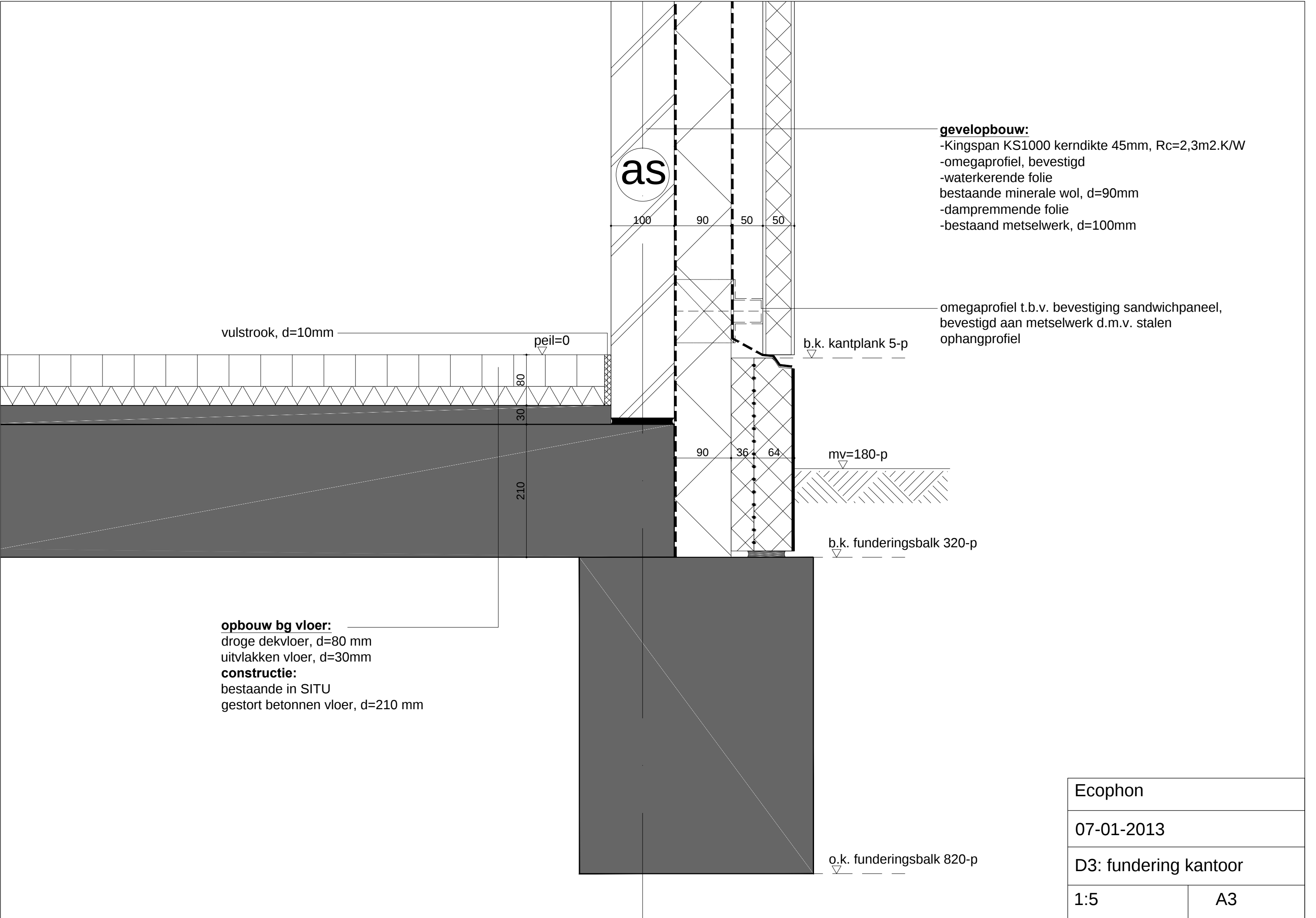
80

120

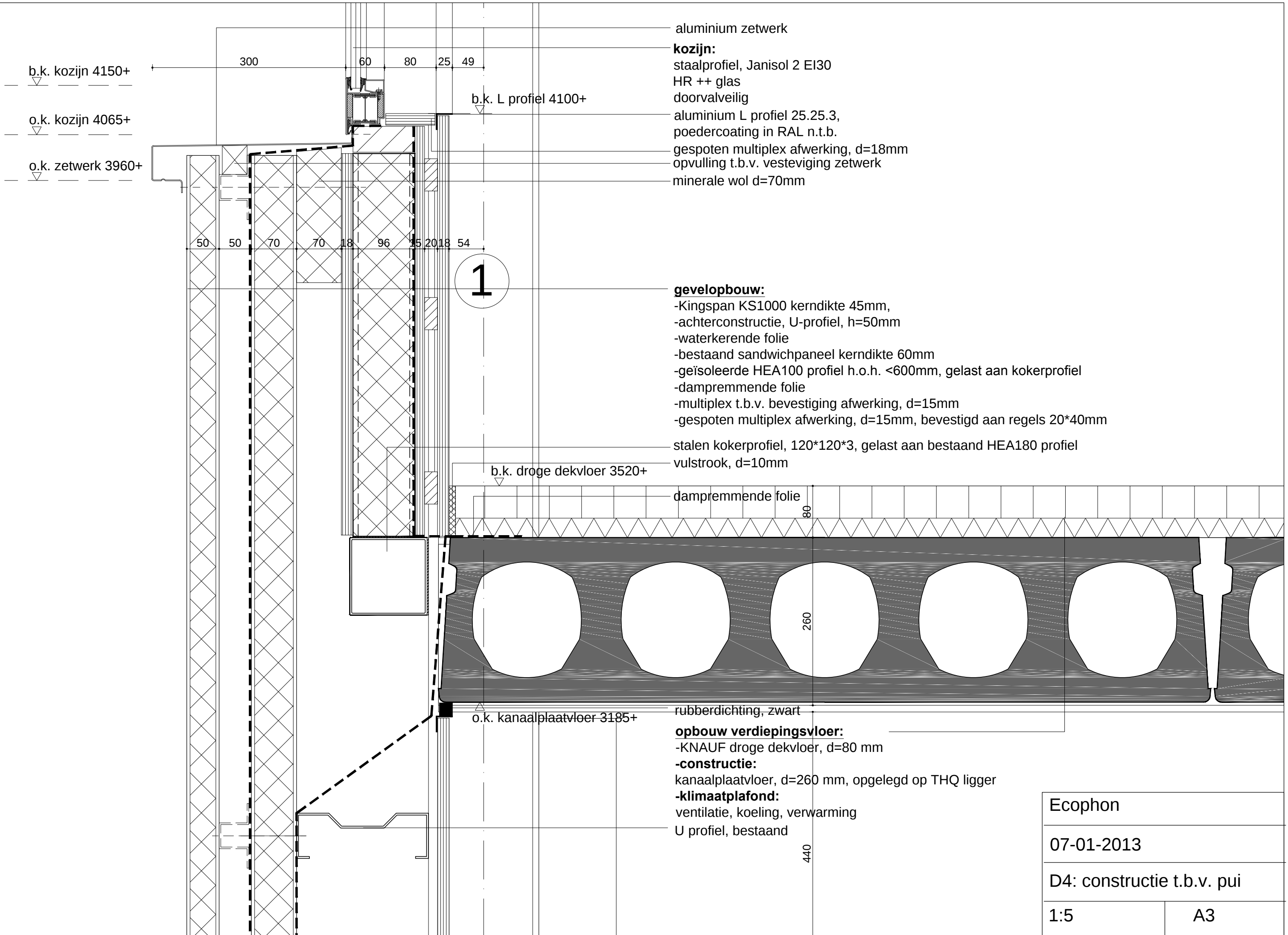
17 8
23 21 31 5 60

OPBOUW BG vloer
droge dekvloer, d=80 mm
constructie:
bestaande in SITU
gestort betonnen vloer, d=120 mm

Ecophon	
07-01-2013	
D2: brandwerende pui	
1:5	A3



Ecophon	
07-01-2013	
D3: fundering kantoor	
1:5	A3



aluminium zetwerk

kozijn:

staalprofiel, Janisol 2 EI30

HR ++ glas

doorvalveilig

aluminium L profiel 25.25.3,

poedercoating in RAL n.t.b.

gespoten multiplex afwerking, d=18mm

opvulling t.b.v. vesteviging zetwerk

minerale wol d=70mm

gevelopbouw:

-Kingspan KS1000 kerndikte 45mm,

-achterconstructie, U-profiel, h=50mm

-waterkerende folie

-bestaand sandwichpaneel kerndikte 60mm

-geïsoleerde HEA100 profiel h.o.h. <600mm, gelast aan kokerprofiel

-dampremmende folie

-multiplex t.b.v. bevestiging afwerking, d=15mm

-gespoten multiplex afwerking, d=15mm, bevestigd aan regels 20*40mm

stalen kokerprofiel, 120*120*3, gelast aan bestaand HEA180 profiel

vulstrook, d=10mm

dampremmende folie

rubberdichting, zwart

opbouw verdiepingsvloer:

-KNAUF droge dekvloer, d=80 mm

-constructie:

kanaalplaatvloer, d=260 mm, opgelegd op THQ ligger

-klimaatplafond:

ventilatie, koeling, verwarming

U profiel, bestaand

Ecophon

07-01-2013

D4: constructie t.b.v. pui

1:5

A3

PUI atrium:
staalprofiel Janisol, B-30, doorvalveilig

aluminium L profiel 25.25.3,
poedercoating in RAL n.t.b.

vulstrook, d=10mm

b.k. L profiel 3765+

b.k. droge dekvloer 3520+

o.k. kanaalplaatvloer 3185+

o.k. klimaatplafond 2730+

OPBOUW VERDIEPINGSVLOER
droge dekvloer, d=80 mm
constructie:
kanaalplaatvloer, d=260 mm
klimaatplafond:
ventilatie, koeling, verwarming

aluminium T profiel 50.50.3,
poedercoating in RAL n.t.b.

b.k. T profiel 3785+

timmerwerk t.b.v. glaspui,
stijlen 38*184mm,
verankering aan kanaalplaatvloer,
ondersabelen

minerale wol

afwerking vloerrand:
houten lattenpaneel op
achterconstructie;
spandoek, kleur zwart,
houtsoort n.t.b.

aluminium T profiel 50.50.3,
poedercoating in RAL n.t.b.

o.k. T profiel 2730+

Ecophon

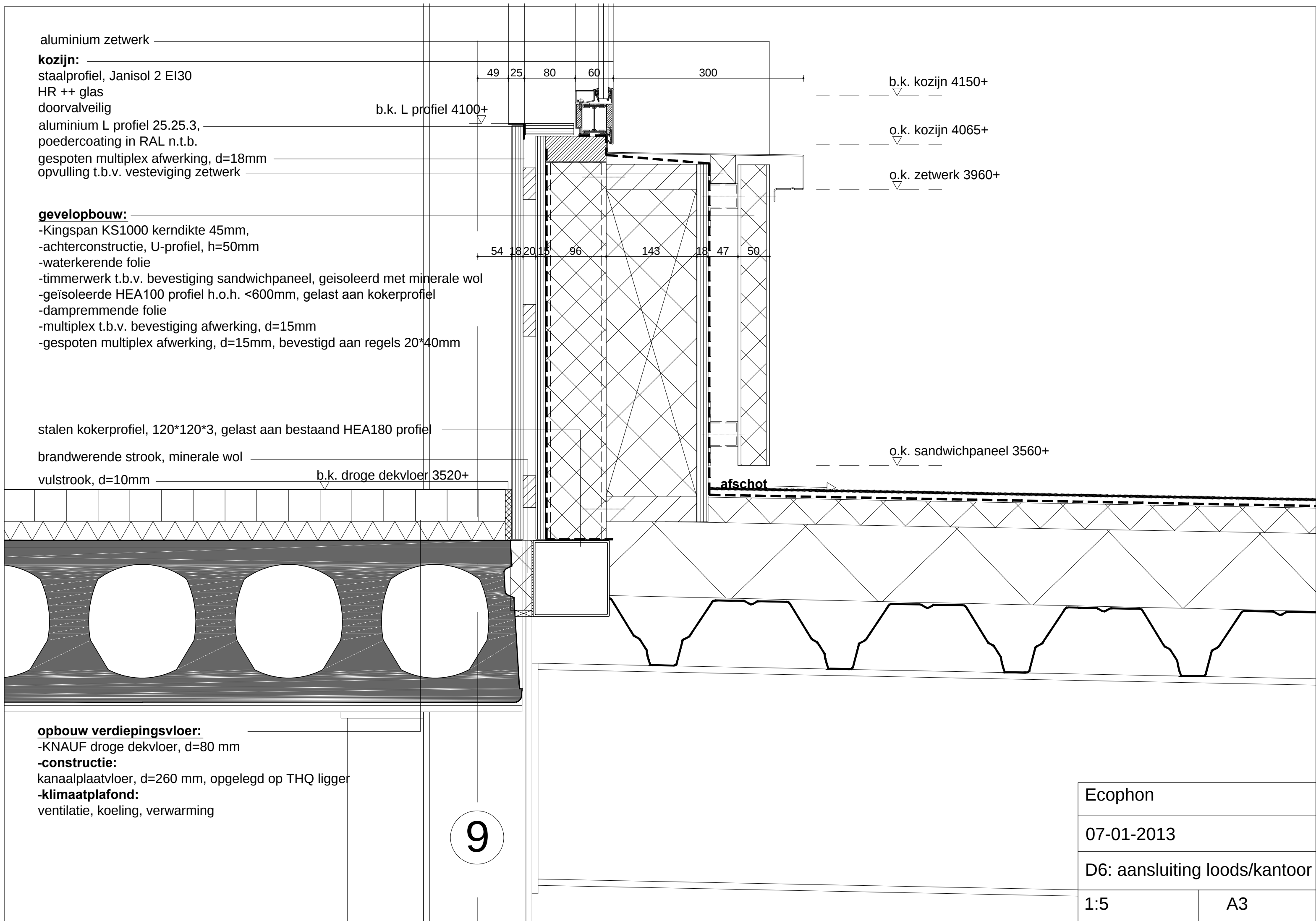
07-01-2013

D5: aansluiting pui/vloer

1:5

A3

A3



OPBOUW RAND ETFE

- PVC dakbedekking over klemstrip waterdicht verbonden met ETFE en met gootbedekking
- schroeven achter PVC bedekking
- ETFE kussen fixatie systeem;
- aluminium klemstrip in ronding gebogen
- rubber afdichting
- waterkerende folie t.b.v.afvoer water kozijn

OPBOUW RAND ETFE

- houten lattenpaneel;
- achterconstructie ter bevestiging, stalen kolom, gelast aan bestaande constructie
- minerale wol harde persing
- SBS gemodificeerd bitumen
- aluminium zetwerk, poedercoating

DAKOPBOUW

- Derbisolair PVL-144
- SBS gemodificeerd bitumen
- 50mm isolatie harde persing
- bestaand bitumen dakbedekking
- 120mm bestaande isolatie

constructie:

staalplaat sendzimir verzinkt, d=260 mm

klimaatplafond:

ventilatie, koeling, verwarming

b.k. klemstrip 4015+

ETFE KOEPEL

- diameter: 7965mm
- 3 laags

afwerking:
houten lattenpaneel op achterconstructie;
spandoek, kleur zwart, houtsoort n.t.b.

aluminium L profiel 40.40.3,
poedercoating in RAL n.t.b.

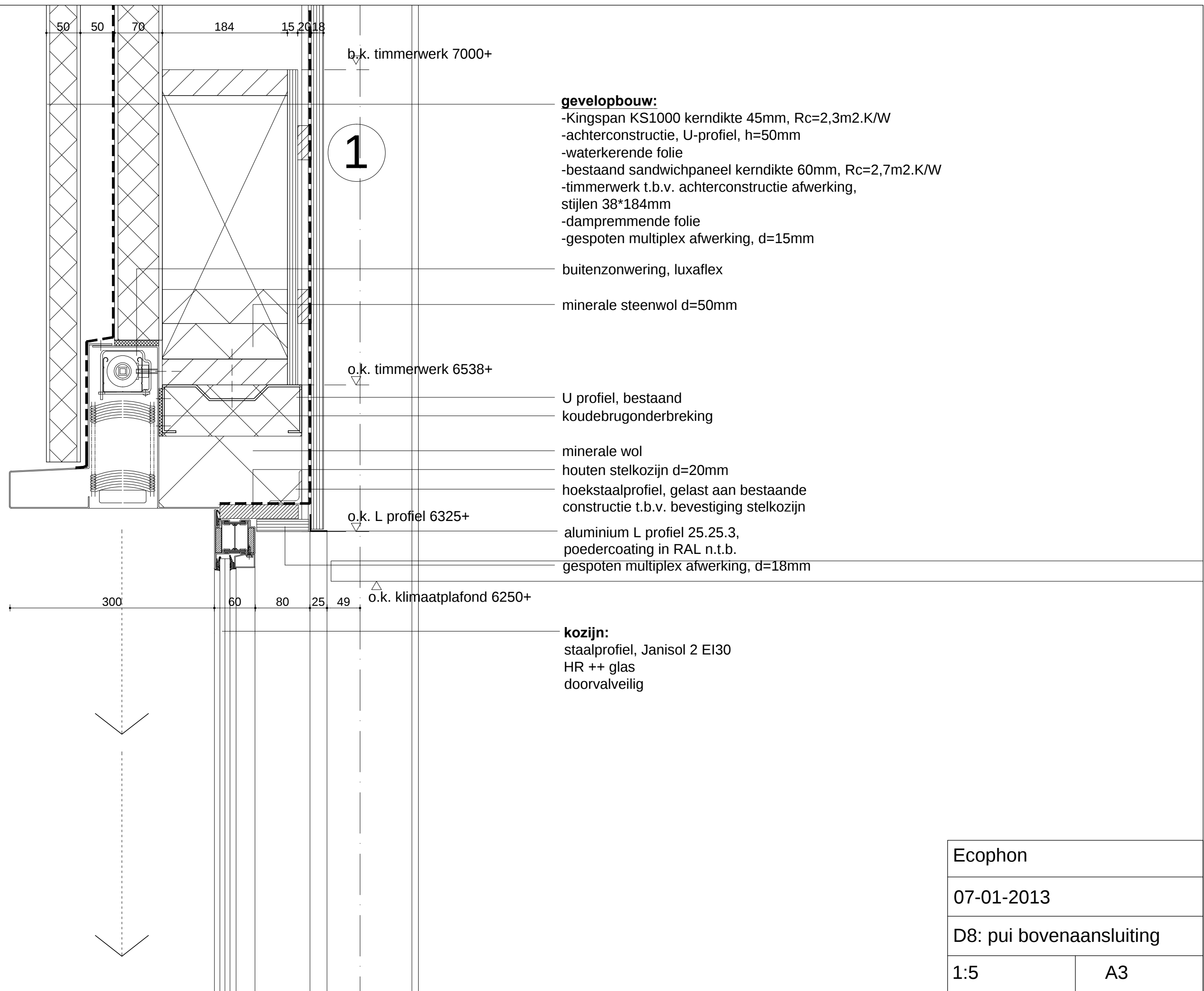
Ecophon

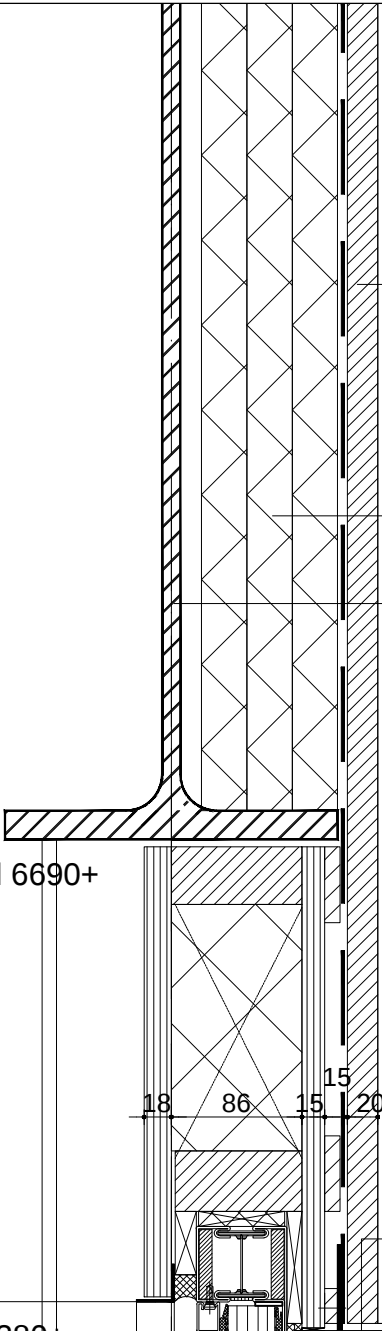
07-01-2013

D7: ETFE kantoor

1:5

A3





afwerking:
houten lattenpaneel op
achterconstructie;
spandoek, kleur zwart,
houtsoort n.t.b.

minerale wol

bestaande constructie, IPE 600,
brandwerend coaten

o.k. IPE profiel 6690+

18 86 15 15 20

aluminium L profiel 25.25.3,
poedercoating in RAL n.t.b.

o.k. L profiel 6380+

aluminium T profiel 50.50.3,
poedercoating in RAL n.t.b.

o.k. T profiel 6360+

23 17 21 31 8 5 60

o.k. klimaatplafond 6250+

4

PUI atrium:
staalprofiel Janisol, B-30, doorvalveilig

Ecophon

07-01-2013

D9: brandwerende pui

1:5

A3

aluminium afdekprofiel

b.k. afdekprofiel 7910+

o.k. zetwerk 7855+

1

dakopbouw:

PV folie Derbisolar PVL-144
SBS gemodificeerd bitumen
100mm isolatie harde persing
bestaand bitumen dakbedekking
50mm bestaande isolatie

constructie:

staalplaat sendzimir verzinkt, d=105 mm

klimaatplafond:

ventilatie, koeling, verwarming

b.k. dakisolatie 7545+

100

50

105

o.k. staalplaat 7290+

bestaand IPE 200

bestaand UNP 180

o.k. bestaande U profiel 7110+

50

50

70

184

15

20

18

b.k. timmerwerk 7000+

gevelopbouw:

-Kingspan KS1000 kerndikte 45mm, Rc=2,3m2.K/W
-achterconstructie, U-profiel, h=50mm
-waterkerende folie
-bestaand sandwichpaneel kerndikte 60mm, Rc=2,7m2.K/W
-timmerwerk t.b.v. achterconstructie afwerking,
stijlen 38*184mm
-dampremmende folie
-gespoten multiplex afwerking, d=15mm

Ecophon

07-01-2013

D10: dakdetail loods

1:5

A3

4

OPBOUW RAND ETFE

- PVC dakbedekking over klemstrip waterdicht verbonden met ETFE en met gootbedekking
- schroeven achter PVC bedekking
- ETFE kussen fixatie systeem;
- aluminium klemstrip in ronding gebogen
- rubber afdichting
- waterkerende folie t.b.v.afvoer water kozijn

afwerking:

- houten lattenpaneel op achterconstructie
- spandoek, kleur zwart, houtsoort n.t.b.

OPBOUW RAND ETFE

- houten lattenpaneel;
- achterconstructie ter bevestiging, stalen kolom, gelast aan bestaande constructie
- minerale wol harde persing
- SBS gemodificeerd bitumen
- aluminium zetwerk, poedercoating

b.k. klemstrip 8820+

ETFE KOEPEL

- diameter: 9710mm
- 3-laags

DAKOPBOUW

PV folie Derbisolar PVL-144
SBS gemodificeerd bitumen
100mm isolatie harde persing
bestaand bitumen dakbedekking
50mm bestaande isolatie

constructie:

staalplaat sendzimir verzinkt, d=260 mm

klimaatplafond:

ventilatie, koeling, verwarming

OPBOUW RAND ETFE

- aluminium zetwerk
- SBS gemodificeerd bitumen
- minerale wol harde persing
- achterconstructie ter bevestiging, stalen kolom, gelast aan bestaande constructie
- dampremmende folie
- multiplex, d=15mm
- spandoek
- houten lattenpaneel

b.k. dakisolatie 7545+

100

50

105

o.k. staalplaat 7290+

Ecophon

07-01-2013

D11: constructie ETFE

1:5

A3