



1.0 Voorwoord

Dit onderzoek is ter afsluiting van mijn HBO bouwkundestudie aan de Hogeschool van Utrecht. Het onderzoek draagt de titel 'Passief bouwen' en is in opdracht van De Langen & van den Berg B.V. uitgewerkt. Er worden verschillende probleemstellingen behandeld die betrekking hebben op conceptuele passieve woningbouw in de startersmarkt. Er is een duidelijke splitsing aangebracht tussen de commerciële en technische onderdelen.

Tijdens mijn werkzaamheden aan dit onderzoek ben ik betrokken geweest bij een interne projectgroep genaamd 'verbetergroep conceptwoning'. Door de deelname in deze projectgroep ontstond er draagvlak in de praktijk. Uiteindelijk heeft dit geresulteerd in een informatieve presentatie aan het managementteam over de resultaten van dit onderzoek.

Mijn dank gaat uit naar alle verschillende instanties en personen die mij hebben ondersteund in dit onderzoek. In het bijzonder bedank ik mijn bedrijfsbegeleider, Dhr. ir. J. (Jan) Haan, eerste afstudeerbegeleider Dhr. March Ing. V.H.J. (Vincent) Frowijn en tweede afstudeerbegeleider Dhr. Ir. F.J. (Frederik) Ellens.

De komende jaren wil ik mezelf ontwikkelen op management gebied. Ik ambieer een leidinggevende functie in het voortraject waar de projectontwikkeling en de techniek elkaar ontmoeten.

Eric de Leeuw

oktober, 2012



Inhoudsopgaven

1.0 Voorwoord	1
Inhoudsopgaven	2
Figuren en tabellen	4
2.0 Inleiding	6
2.1 Probleemstelling	6
2.2 Onderzoeksvragen	6
 <u>Deel I: Algemeen 'Passief Bouwen'</u>	
3.0 Algemeen	8
3.1 Voorgeschiedenis	8
3.2 Kenmerken van passief bouwen	10
4.0 Duurzaamheidsuitgangspunten	11
4.1 Cradle to cradle	11
4.2 Ontwerpmethodiek vanuit Trias energetica	11
 <u>Deel II: Commerciële inzichten</u>	
5.0 Concurrentieanalyse	13
5.1 Inleiding	13
5.2 Concurrerende bedrijven	13
5.3 Analyse uitkomsten	14
6.0 Uitgangspunten vanuit L&B	15
6.1 Project analyse	15
6.2 Procesverbetering	16
6.3 Opbrengsten/Resultaten	17
7.0 Uitgangspunten van uit de eindgebruiker	19
7.1 Kenmerken doelgroep	19
7.2 Economische voordelen	20
7.3 Hypotheken en subsidie	21
7.4 Comfortabel wonen	22
8.0 Uitgangspunten vanuit de markt	23
8.1 Bouwproductie	23
9.0 Uitgangspunten totaal	24

Deel III: Technische uitwerking

10.0 Concept ontwerp	26
10.1 Oriëntatie	27
10.2 Bouwmethodes	29
10.3 Constructief	32
10.4 Gevelisolatie	33
10.5 Fundering in detail	34
10.6 Vloeren in detail	35
10.7 Schrijnwerk in detail	37
10.8 Dakconstructie in detail	38
10.9 Huid	39
10.10 Installaties	40
10.11 Inbouwelementen	45
11.0 Kwaliteitscontrole	46
11.1 Infrarood foto's	46
11.2 Blowerdoortest	46
12.0 Economie, milieu en gebruikswaarde	47
12.1 Multiculteria analyse rijwoning	47
12.2 Multiculteria analyse gestapelde woningen	48
13.0 Conclusie bouwsystemen	49

Deel IV: Conclusies

14.0 Verdienmodellen	51
14.1 Cumulatieve woonlasten	51
15.0 Aanpassingen ontwerp	52
15.1 Gevelbeeld rijwoningen	52
15.2 Gevelbeeld gestapelde woningen	53
16.0 Eindconclusie	54
 Bronnenlijst	 55

Figuren en tabellen

Figuur 1: Kringloop Cradel to Cradel concept	11
Figuur 2: Trias energetica / investeringen.....	11
Figuur 3: Levensloop bestendigheid.....	11
Figuur 4: VDM project ontwikkeling.....	14
Figuur 5: Bam Nederlang W&R woningen.....	14
Figuur 6: Traditioneel proces.....	16
Figuur 7: Vernieuwde Proces	16
Figuur 8: Omslagpunt investering in relatie met energieverbruik	17
Figuur 9: Investerings in duurzaamheid.....	17
Figuur 10: Energie stijgingen	20
Figuur 11: Bouwproductie.....	23
Figuur 12: Oriëntatie	27
Figuur 13: Ruimte oriëntatie	27
Figuur 15: Zonwering gestapelde woningen	28
Figuur 14: Zonwering rijwoningen	28
Figuur 16: Temperatuur Verloop binnen de woning.....	30
Figuur 17: Brandgedrag.....	31
Figuur 18: Warmteverloop, kapconstructie op bouwmuur	31
Figuur 19: Penanten	32
Figuur 20: Schijfvorming, HSB- elementen.....	32
Figuur 21: betonkern, ICF.....	32
Figuur 22: Valse spouw vorming	33
Figuur 23: B-smart fundering	34
Figuur 24: Plus geïsoleerde ripsysteemvloer.....	35
Figuur 25: Leidingplaatvloer	36
Figuur 26: HSB vloer met leidingen	36
Figuur 27: Passief houten kozijn.....	37
Figuur 28: Luchtdicht maken kozijn aansluiting	37
Figuur 29: Warmte lekken traditionele manier.....	38
Figuur 30: Bouwrups	38
Figuur 31: Montage, geïsoleerde steenstrips.....	39
Figuur 32 : ruimte verdeling verticaal	40
Figuur 33: Werking MV-WTW, zomer-/winter situatie	40
Figuur 34: Ventilatie via roosters, WTW-installatie	41
Figuur 35: Radiatoren.....	42
Figuur 36: Infrarood straling.....	42
Figuur 37: Vloerverwarming.....	42
Figuur 38: Piekverwarming.....	42
Figuur 39: Schema leidingen en installaties	43
Figuur 40: Principe zomer-/ nachtkoeling.....	43
Figuur 41: Gevelroosters	43
Figuur 42: Thermisch geïsoleerd raamrooster	43
Figuur 43: GIBO	45

Figuur 44: Metalstud	45
Figuur 45: Faai	45
Figuur 46: KS-Quatro-E blokken	45
Figuur 47: KS-Quatro-E blokken	45
Figuur 48: Verkeerd aangebrachte gevelisolatie.....	46
Figuur 49: Geen kierdichting spanten	46
Figuur 50: Niet afgedopte vloerkanalen.....	46
Figuur 51: Blowerdoor.....	46
Figuur 52: Principe Blowerdoortest	46
Figuur 53: Cumulatieve woonlasten berekeningen	51
Tabel 1: Oplopende epc eis	8
Tabel 2: Concurrentie analyse.....	14
Tabel 3: Project analyse L&B	15
Tabel 4: Streefpunten.....	18
Tabel 5: Energielasten	20
Tabel 6: Hypotheek vormen.	21
Tabel 7: Voordeel in kosten.....	21
Tabel 8: Bouwmethodes.....	29
Tabel 9: Funderingsconstructies	34
Tabel 10: Begane grondvloer systemen	35
Tabel 11: Verdiepingsvloer systemen	36
Tabel 12: Schrijnwerk systemen.....	37
Tabel 13: Afwerking systemen	39

2.0 Inleiding

2.1 Probleemstelling

Een passiefhuis is een zo energiezuinig mogelijke woning. Het verbruik is minder dan 15 kWh/m² bruto per jaar voor ruimteverwarming. Dit wordt bereikt door het verminderen van het warmteverlies en het maximaliseren van de warmtewinst. Bij passief bouwen staat extreme luchtdichting, isolatiewaardes en duurzame energieopwekking centraal. Hiervoor zijn normen vanuit het passiefhuisplatform opgesteld. In 1987 is het concept passief bouwen ontwikkeld. Er worden regelmatig projecten, gerealiseerd waarin dit concept wordt toegepast ¹.

De bouwwetgeving verandert snel en in de nabije toekomst zal dit alleen maar meer gericht zijn op natuurbewust en energiezuinig (duurzaam) bouwen (EPC 0,0 in 2020) ¹. In deze nabije toekomst zal passief bouwen als een standaardvorm voor de markt kunnen worden gezien. Het opmerkelijke aan de reeds uitgewerkte passieve concepten is, dat ze in de huidige markt worden gezien als een marketingplaatje naar de buitenwereld. De duurzaamheid (in energieverbruik) wordt door de koplopers zeer uitgebreid behandeld, maar de financiële en technische haalbaarheid nagenoeg niet ¹.

De Langen & van den Berg B.V. (L&B) heeft in het jaar 2008 een onderzoek gedaan naar de haalbaarheid van een woning die geheel gebouwd is van EPS-blokken rond een staalconstructie. Dit was geen passieve huis, maar wel een zeer energiezuinige woning. Met dit op de boekenplank ontstond de vraag naar een technisch en financieel haalbare passieve woning of alternatieven in deze markt. Ook is het van belang dat er gekeken wordt naar de vorm van een passief concept binnen L&B. 'De L&B woning'. Het doel vanuit L&B is het ontwikkelen van een technisch en financieel haalbaar Passief woningbouwconcept met de innovaties die zich nu ontwikkelen binnen de markt. ¹

2.2 Onderzoeksvragen

2.2.1 Centrale vraag

Met welke middelen kan er een ecologisch en economisch verantwoord Passief woningbouw concept worden ontwikkeld?

2.2.2 Deelvragen

- Wat is passief bouwen en aan welke eisen moet een passiefhuis voldoen?
- Wat zijn de concurrentiekrachten (actieve bouwende en ontwikkelende bedrijven) binnen de passieve woningbouw in Nederland?
- Welke vorm van bouwen past het best bij L&B? (wat heeft L&B in het verleden ontwikkeld, met welke technieken zijn ze al bekend)
- Welke bouwsystemen en technieken bestaan er in markt van passieve woningbouw?
- Hoe worden deze technieken in detail toegepast?
- Welke bouwsystemen en technieken zijn toepasbaar binnen een conceptontwerp?
- Welke bouwsystemen en toegepaste technieken zijn financieel haalbaar binnen een conceptontwerp?
- Waar staat het uitgewerkte conceptontwerp ten opzichte van de concurrentiekrachten?
- Inpassen van nieuwe elementen en vragen

¹ passiefhuisplatform



Deel I

Algemeen 'passief bouwen'

3.0 Algemeen

Der matte van vooronderzoek wordt er ten eerste een duidelijk beeld geschetst wat passief bouwen inhoud. In het eerste deel van dit onderzoek zal er dieper op de oorsprong van passief bouwen worden ingegaan. Verder in dit hoofdstuk zal de algemene kennis worden behandeld over de ontwikkeling van een dergelijk concept.

3.1 Voorgeschiedenis

3.1.1 Duurzaam bouwen in de woningbouw

Binnen de woningbouw zijn er verschillende perioden geweest die belangrijk waren voor de ontwikkeling van duurzaam bouwen. Deze zijn door Van Hal en De Vries (2000) opgedeeld in een aantal perioden (1).

In de jaren 70 beginnen de energiebesparende maatregelen op gang te komen door de oliecrisis. Door verschillende rapporten en onderzoeken, die in die tijd worden gemaakt, neemt het duurzaam denken toe. Deze ontwikkelingen kwamen niet voort uit het milieu, maar had toen sterker te maken met economische belangen. Men kwam tot de conclusie dat de wereldbevolking binnen 100 jaar zo explosief gestegen zou zijn, dat de uitputting van natuurlijke bronnen steeds dichterbij zou komen (1).

In de jaren 80 kwam het milieubewust bouwen pas aan bod door het ontwerpen minder milieubelastend te maken. Er kwamen verschillende modelprojecten waarin deze maatregelen te zien waren (1).

In de jaren 90 tot het heden ondervindt vooral het werkproces een grote verandering door de toepassing van integraal ketenbeheer, energie-extensivering en kwaliteitsbevordering door verschillende certificeringen af te geven, met als doel; het beperken van bouwmaterialen en het onderhoud hiervan. Bij energie-extensivering wordt er mede gekeken naar het benutten van zonne-energie om warmteverliezen te reduceren. Bij kwaliteitsbevordering komt vooral de gezondheid, veiligheid en comfortabel wonen in beeld (1).

Vanaf deze periode gaat ook de wetgeving een grotere rol spelen. De energieprestatiewetgeving wordt verplicht gesteld bij een bouwaanvraag in 1995. In 2006 is de eis gedaald naar een epc van 0,8 en vanaf 2011 geldt een epc norm van 0,6 (Tabel 3.1). De duurzaamheid die nagestreefd wordt door bedrijven komt vaak voort uit marketingbeleid. Hiermee ontstaat een trend om duurzaam bouwen steeds breder te gaan toepassen (1). Vanuit het lenteakkoord (2008) is gesteld, dat er in 2015 een CO₂ reductie moet komen van 50%. Een gevolg hiervan is het energielabel dat in 2013 verplicht wordt gesteld.

De oplopende EPC eis		Energie label
Periode tot 1995	Geen EPC-eis	D-E-F-G
Vanaf (december) 1995	1,4	C
Vanaf 1998	1,2	B
Vanaf 2000	1,0	A
Vanaf 2006	0,8	A+
Vanaf 2011	0,6	A++
Vanaf 2015	0,4	A+++
Vanaf 2020	Energieneutraal	A++++

Tabel 1: Oplopende epc eis

⁽¹⁾ Passiefhuis platform

3.1.2 Doorbraak passief bouwen

In de Scandinavische landen en Denemarken was er in de jaren '80 al een standaardbouwwijze voor een energiezuinige woning. Deze standaard bouwwijze is de grondlegger geweest van het hedendaagse passieve bouwen.

Het 'passivhaus instituten' is de uitvinder van het passieve huis. Volgens deze instantie is de definitie hiervan "A building in which a comfortable interior climate can be maintained without active heating and cooling systems" (Adamson & Feist, 1987). Er werden computersimulaties gemaakt om de toepasbaarheid van het concept te testen. De constructies werden verbeterd om de energie-efficiënte tot maximaal niveau te brengen. Het eerste 'passiefhuis' werd in 1991 in Darmstadt-Kranichstein gebouwd.

Eind 1995, begin 1996 werd er een werkgroep opgericht om naar innoverende technieken en materialen te zoeken, die de kostprijs zouden drukken. Bekend als "Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser". De ontwikkelingen van "Passive House Planning Package" of PHPP speelde een grote rol voor daadwerkelijk bouwen van een passieve woning.

Nadat er in Duitsland een groot aantal projecten zijn met dit concept gebouwd, werd het project 'Europese project Celhuis', dit liep van 1998 tot 2001. Dit was een promotieproject om meer aandacht te krijgen voor passief bouwen. Er werden met dit project 220 woningen gebouwd in Duitsland, Oostenrijk, Zweden, Zwitserland en Frankrijk. Na 2001 kreeg dit project onder een andere naam, het EU-project PEP (Promotion of European Passive Houses), een vervolg.

PEP heeft als doel de passiefhuiskennis toegankelijker te maken in de bouwsector met behulp van een praktisch informatiepakket en een certificatieprogramma voor passieve woningbouw.

In België werd in oktober 2002 een passiefhuis-platform opgericht. Het passiefhuis-Platform stimuleert de bouw van energiezuinige gebouwen gebaseerd op het passiefhuis-concept uit de jaren 80-90. Deze beweging brengt bouwers, ontwikkelaars en geïnteresseerden bij elkaar om kennis te delen (1).

De eerste passiefhuisprojecten werden in Nederland in 2006 gerealiseerd. Vanuit de stichting passiefbouwen.nl wordt er richting gegeven aan de techniek en het promoten van het concept binnen Nederland. Stichting Passief Huis Holland zorgt hierbij voor het maatschappelijke draagvlak voor de bijzondere kwaliteiten van passiefbouwen (2).

⁽¹⁾ Passiefhuis platform

⁽²⁾ www.Passiefhuis.nl

3.2 Kenmerken van passief bouwen

De belangrijkste doelstelling die naar voren komt als het gaat om het ontwikkelen van een passiefhuis is het energieverbruik minimaliseren. De term passiefhuis staat voor 'specifieke bouwstandaard van een woning met een comfortabel binnenklimaat, gedurende zowel het zomer-als winterseizoen, met een beperkt verwarmingssysteem en zonder de toepassing van actieve koeling' (3).

Door passieve warmtebronnen zoveel mogelijk te benutten en warmteverliezen zoveel mogelijk te reduceren, kan de energiebehoefte van een woning sterk worden teruggedrongen.

3.2.1 Energieverbruikseisen opgesteld door het passiefhuis – platform (1)

- Energiekengetal voor ruimteverwarming ≤ 15 kWh/m² netto vloeroppervlakte per jaar.
- Ruimteverwarming, warm tapwater en elektrische apparaten ≤ 42 kWh/m² per jaar. Omgerekend naar primair energieverbruik moet dit ≤ 120 kWh/m² per jaar.
- Oververhittingsgraad volgens de NEN 5128:2004, gewogen temperatuuroverschrijdingsuren (GTO-methode) niet hoger dan 300 uur per jaar (3,42%) (4).
- Rendement van de ventilatiewarmtewisselaar $>80\%$. Efficiëntie ventilatoren (SPF) $< 0,45$ W/(m³/h).

3.2.2 Technische eisen opgesteld door het passiefhuis – platform (1)

- Luchtdichtheid van $n_{50} < 0,6$ h⁻¹ ($q_{v10kar}=0,15$ dm³/s.m²)
- U-waarde van vloeren, muren en daken: < 0.15 W/m²K
- U-waarde van buitenschrijnwerk: < 0.8 W/m²K
- U-waarde van beglazing: < 0.8 W/m²K
- Koudebrugconstructie $\psi < 0,01$ W/m.K of aantoonbare condensatievrije oppervlaktetemperatuur bij binnentemperatuur 20°C/relatievevochtigheid 60% en buitentemperatuur van -10°C.
- Compactheid: Volume/Totaal warmteverliesoppervlak = $1 < \rightarrow 4$

3.2.3 SBR luchtdichtheidsklasse

Vanuit SBR (Stichting Bouw Research) zijn er luchtdichtheidsklassen opgesteld om zo richtlijnen te vormen. Deze luchtdichtheid wordt onderverdeeld in een drietal klassen; basis, goed en uitstekend. Vanuit klasse 3 (uitstekend) zullen er uitgangspunten worden gevormd om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen. (Uitgangspunten voorgeschreven zoals in SBR-infoblad 030)

Klasse 3 uitstekend (5):

- Mechanische toe- en afvoer
- $q_{v10} = 0,15$ dm³/(s.m²)
- Goed knevelende 2- en 3- puntssluitingen en eenzijdige, afgeschuinde haakschoten hang en sluitwerk.
- Nastelbaar hang en sluitwerk en dubbele luchtdichtingen in de draaiende delen
- Natte beglazing bij houten kozijnen en kwaliteitseisen bij kunststof en aluminium kozijnen
- Kabel- en leidingdoorvoeren prefabriceren, afplakken en bij elektriciteitspijpen ook in de pijp afkitten (manchetten ter plaatse van de dak en gevel doorvoeren)
- Overlappen afplakken van de dampremmende laag (geen onnodige doorbrekingen)
- Gerichte controle (blowdoortest, infraroodmeting)

⁽³⁾ Boonstra, Alocquet, & Joosten, 2006

⁽¹⁾ Passiefhuisplatform

⁽⁴⁾ NEN 5128:2004

⁽⁵⁾ SBR-infoblad 030

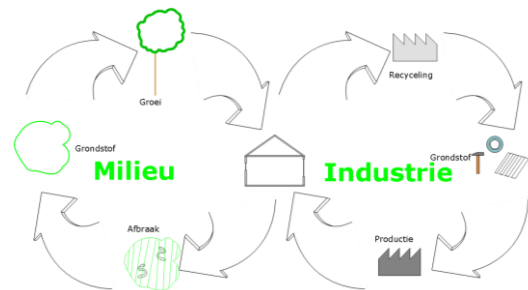
4.0 Duurzaamheidsuitgangspunten

Vanuit een aantal visies zal de duurzaamheid worden benaderd. Naast een integrale gedachtegang voor een levenscyclus van een gebouw zijn er meer invalshoeken, die uitgangspunten vormen voor verdere ontwikkeling.

De druk, die vanuit de overheid wordt uitgeoefend om gebouwen te ontwerpen met een zo min mogelijk energieverbruik, is niet het enige waar op gelet moet worden. De levenscyclus van de materialen, die toegepast worden, spelen ook een rol. Want deze invloeden dragen sterk bij aan de beschikbaarheid, kwaliteit en waarde voor de toekomst.

4.1 Cradle to cradle

De kern van 'cradle to cradle' is het indammen van de biologische materiaalkringloop en technische industriekringloop. De materialen worden op basis van deze kringloop getoetst op milieuvriendelijkheid. Er zijn twee soorten cycli, waarbij de gebruiker centraal staat (figuur 1) (6).

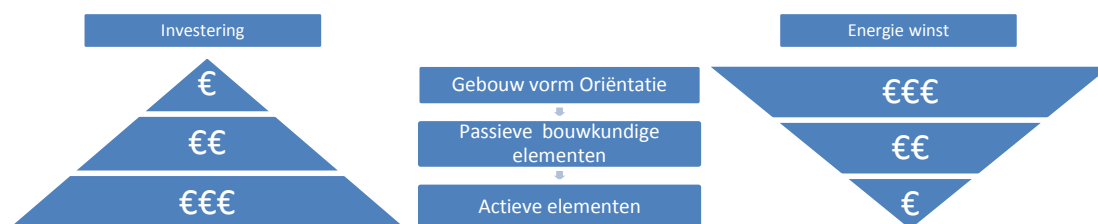


Figuur 1: Kringloop Cradel to Cradel concept

4.2 Ontwerpmethodiek vanuit Trias energetica

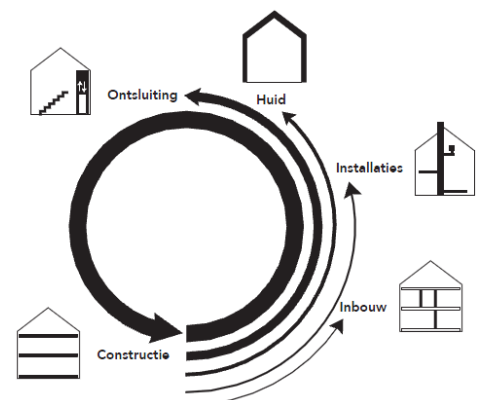
De trias energetica, opgezet in 1996 door de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu, is gebaseerd op 3 hoofdwetten; beperken van het energieverbruik, maximaal benutten van duurzame bronnen en efficiënt benutten van fossiele brandstoffen

In het onderstaande schema is te zien dat de oriëntatie en gebouwvormen een grote energiewinst opleveren zonder extreme meerkosten. De actieve elementen vormen echter een grotere investering met minder energiewinsten. Door de kern van het concept op een juiste manier vorm te geven, kunnen er grote kosten besparingen en voordelen worden gerealiseerd (figuur 2).



Figuur 2: Trias energetica / investeringen

Elk van deze onderdelen heeft zijn eigen mate van flexibilisering en levensduur. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen bouwtechniek, economisch, functioneel, installatietechnisch en esthetisch. Al deze verschillende onderwerpen hebben een bepaalde invloed op de keuzes in het latere ontwerp. De duur van een cyclus in deze onderwerpen zijn verschillend. Zo is de duur dat een gebouw installatietechnisch (installaties) voldoet korter dan dat het functioneel blijft (Constructie, Ontsluiting) (figuur 3) (7).



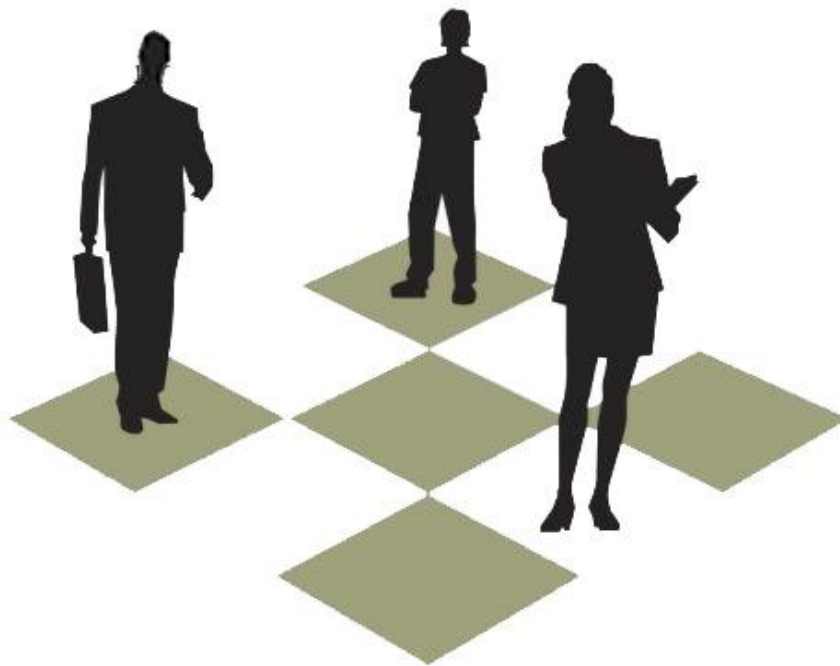
Figuur 3: Levensloop bestendigheid

(6) C2C-concept in de NLse woningbouw

(7) NIBE

Deel II

Commerciële inzichten



5.0 Concurrentieanalyse

5.1 Inleiding

Door een concurrentieanalyse te maken ontstaat er een globaal beeld van wat er de afgelopen jaren, in Nederland op de passieve huizenmarkt, is ontwikkeld. Uit deze analyse zal blijken, waar de nadruk op moet liggen, om een zo goed mogelijke marktpositie in te kunnen nemen.

De directe concurrentie komt van de bedrijven die een basisconcept hebben ontwikkeld of bedrijven die aan het hoofd van een realisatie hebben gestaan. De doelgroep starter is waar dit onderzoek specifiek op gericht is. De uitgangspunten van deze doelgroep zijn gesteld in het hoofdstuk 'uitgangspunten vanuit de gebruiker'.

Bij de concurrerende projecten zal er gekeken worden naar de inhoud van het concept, het oppervlak (basis type), bouwsysteem en de prijs/kwaliteit.

5.2 Concurrerende bedrijven

Binnen de passieve woningbouw zijn er verschillende bedrijven op de markt aanwezig in Nederland. Omdat de markt nog jong en klein is in Nederland, zijn er maar een aantal vooruitstrevende bedrijven die de passieve woningbouw ontwikkelen en bouwen.

Onderzocht is wat voor bedrijven dit zijn en met wat voor soort concept zij in de markt staan. Dit gekoppeld aan een aantal vooruitstrevende projecten van deze ontwikkelaars kan er een conclusie worden getrokken op welk deel van de markt de meeste kansen liggen.

Direct concurrerende bedrijven met een eigen aangeboden passief concept of gerealiseerd project;

- Laagbouw concepten met praktijkvoorbeeld
 - BAM Nederland
 - VDM projectontwikkeling
 - Dureno
 - Dura Vermeer
 - Volker Wessels
 - Seinen projectontwikkeling
 - Trebbe bouw
 - Nikkels projecten bv.
- Hoogbouw concepten met praktijkvoorbeeld
 - Lingeveste bv.
 - Houtman Projecten
 - Qua wonen / Giesbers-Rotterdam Ontwikkeling
 - Bam Vastgoed

De complete analyse per concept en project kan terug worden gelezen in bijlage 01.

5.3 Analyse uitkomsten

5.3.1 Concurrentiekracht

Het onderzoek, uitgeschreven in bijlage 1, is hieronder samengevat. Vanuit deze analyse zal er gekeken worden waar deze ontwikkelaars/bouwers ten opzichte van elkaar staan en waar de verbeterkansen liggen (8).

Concepten/Projecten

Rijwoningen	Flexibiliteit	BVO	Investeringsreferentie	€/m ² BVO	Bouw systeem	Oplever jaar	Kenmerk
Bam Nederland (W&R)	+	106 m ²	€ 101.883	€ 960,-	Tunnels/HSB	2010	Passief
VDM project ontwikkeling Dureno	-/+	187 m ²	€ 145.459	€ 777,-	HSB	2010	Passief
Dura vermeer	+	142 m ²	€ 167.500	€ 1180,-	Stapelbouw	2012	Energienul
VolkerWessels	-/+	166 m ²	€ 120.782	€ 730,-	Prefab beton	2010	Passief
Seinen	++	89 m ²	€ 144.200	€ 1630,-	HSB	2011	Energie zuinig
Trebbe bouw	-/+	130 m ²	€ 125.000	€ 961,-	HSB	2006	Passief
	+	117 m ²	€ 119.000	€ 1017,-	HSB	2010	Passief
Gestapelde woningen	Flexibiliteit	BVO	Investeringsreferentie*	€/m ² BVO*	Bouw systeem	Oplever jaar	Kenmerk
Lingeveste bv.		150 m ²	€ 355.000,-	€ 2366,-	Prefab beton	2007	Energie zuinig
Houtman		140 m ²	€ 650.000,-	€ 4643,-	Prefab beton	2012	Passief
Qua wonen		122m ²	€ 175.550,-	€ 1440,-	Prefab beton	2012	Energienul
Bam Nederland		95 m ²	€ 250.000,-	€ 2631,-	Prefab beton	2010	Passief

Tabel 2: Concurrentie analyse

*Verkoopprijs makelaar



Figuur 5: Bam Nederlang W&R woningen



Figuur 4: VDM project ontwikkeling

De verschillen in de investering referenties zijn te verklaren door de project groot waarin het concept wordt neergezet en de bouwsystemen. Zo hebben Bam en VDM een eigen productie en zijn dus niet afhankelijk van derden. Wel is duidelijk te zien dat de HSB varianten duurder zijn. In combinatie met de verschillende flexibiliteitsniveaus is de W&R woning van Bam het meest aantrekkelijk. De analyse van passief gestapelde woningbouw zegt weinig aangezien dit vaak wordt gebouwd voor een hoger hoogsegment.

Dit wil niet zeggen dat op basis van deze analyses de overige concepten niet aantrekkelijk zijn. Het concept is alleen niet aantrekkelijk voor de doelgroep starters in combinatie met passief bouwen.

Om verder onderscheid te krijgen in de markt zal er gekeken moeten worden naar installatieopties, flexibele inpasbaarheid en snelheid van het bouwsysteem.

6.0 Uitgangspunten vanuit L&B

Door te kijken naar specifieke gerealiseerde projecten en onderzoeken binnen L&B zal duidelijk worden waar er verbeterkansen liggen met betrekking tot passief bouwen. Deze uitgangspunten zullen worden gekoppeld aan een model concept.

Doordat de ontwikkeling van een concept breed kan worden verspreid zal het proces van de ontwikkelingsfasering in kaart worden gebracht. Hierin kan worden aangegeven op welke gebieden verder onderzoek zal plaatsvinden en waar de accenten liggen.

6.1 Project analyse

Een samenvatting van alle projecten en de normen van een passiefhuis, zoals uitgeschreven in hoofdstuk 3.2, staan vermeld in tabel 3.

Projecten	Type	Opleverjaar	Grote m ²	Gem. Rc-waarden m ² K/W	Luchtdichtheid q _{v10kar}	EPC
Koninginnenweg	Rijwn.	2012	20 wn.	4,20 m ² K/W	0,4	0,8
Puttershoek	Rijwn.	2012	31 wn.	4 m ² K/W	0,625	0,6
Krommedraai*	Rijwn.	2010	18 wn.	4,25 m ² K/W	0,4	0,79
6wn. Stolwijk	Rijwn.	2012	6 wn.	4 m ² K/W	0,625	0,77
Prins van Oranje	Gestp. Wn.	2012	45 wn.	3,50 m ² K/W	0,625	0,79
Maasdijk	Gestp. Wn.	2012	12 wn.	4 m ² K/W	0,625	0,8
Ps-woning	n.v.t.	2008	n.v.t.	10 m ² K/W	0,15	0,1
Passiefhuis	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	6,67m ² K/W	0,15	0,3

Tabel 3: Project analyse L&B

* Referentie woning

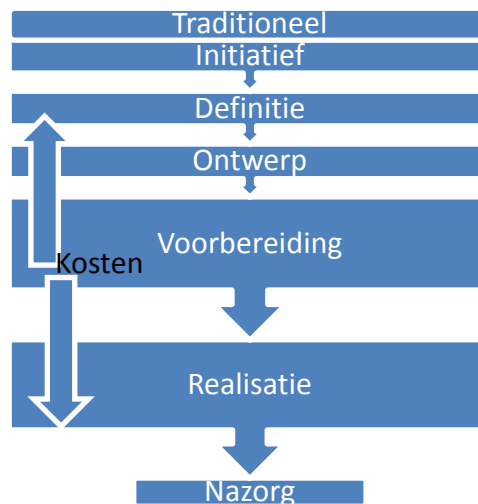
Er is duidelijk te zien dat de verschillen in duurzaamheid niet extreem zijn bij de gerealiseerde projecten. Extreem duurzame projecten zijn nog niet eerder gerealiseerd. Buiten de ps-woning heeft het project te Puttershoek een epc van 0,6, de laagste epc waarde. Bij de luchtdichtheid komen de Krommedraai en de Koninginneweg als besten naar voren. De isolatiewaarde liggen vrijwel allemaal rond een Rc-waarde van 4,00 m²K/W. (zie bijlage 02 voor de totale analyse)

Uitvoeringstechnisch zal de grootste stap zijn om strengere controle te voeren op de uitvoering in detail. Er kunnen soms in het uitvoeringsproces te veel concessies worden gedaan op kwaliteit. Dit komt vaak door tijdsdruk of door slechte kwaliteitsafspraken.

6.2 Procesverbetering

6.2.1 Het traditionele proces

Binnen het traditionele proces wordt er vaak eenzijdig gewerkt en wordt er altijd ontwikkeld vanuit een nulpunt. Door minimale kwaliteitseisen bestaat er een kans dat de ontwikkelaar/aannemer wordt verleid tot mindere prestaties en de goedkoopste aanbieder te kiezen voor producten. De kwaliteitscontrole zal altijd veel energie vergen, doordat er vanuit het bestek wordt gebouwd. Als deze controle niet tot redelijkheid wordt uitgevoerd, dan zal dit al snel leiden tot hogere kosten en langere bouw tijden.



Figuur 6: Traditioneel proces

6.2.2 Het vernieuwde proces

Verschiedende veranderingen zullen bijdragen als het gaat om het implementeren van een concept. Niet alleen technisch maar ook procesmatig zullen er veranderingen optreden. Een concept wordt gebaseerd op een 'Design and Build' proces. De keuze van dit proces ligt bij de voordelen ten opzichte van de traditionele gedachte; prijsgarantie in een vroeg stadium, korte doorlooptijd, helder en zuiver overleg in een vroeg stadium, minder faalkosten.

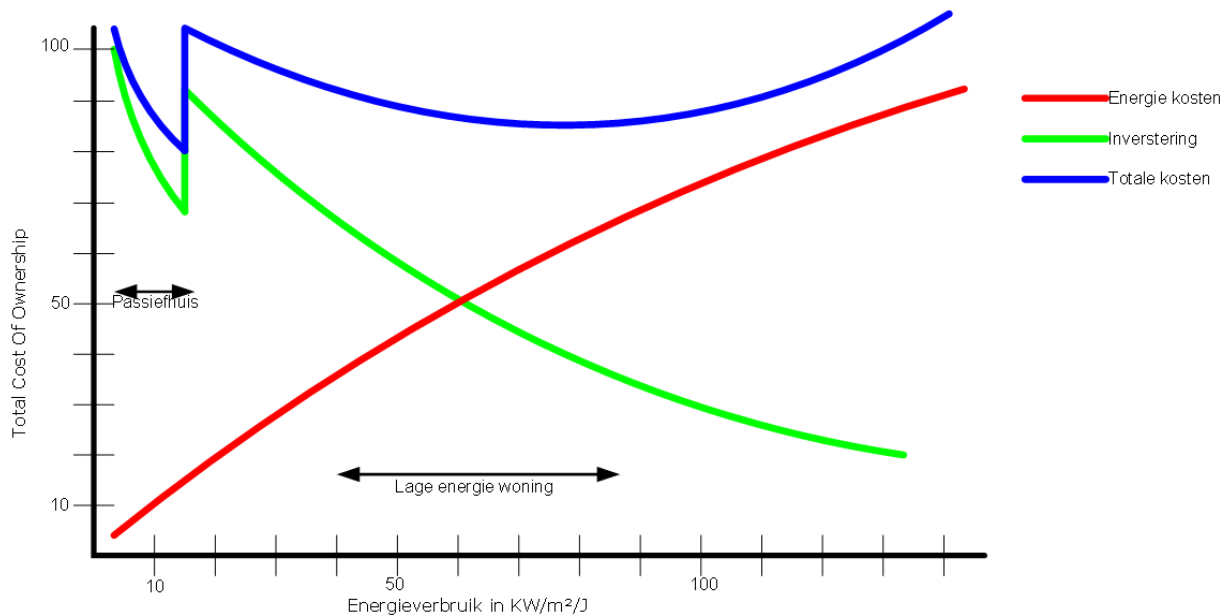


Figuur 7: Vernieuwde Proces

6.3 Opbrengsten/Resultaten

6.3.1 Omslagpunt

Door een grote investering in bouwkundige energiebesparingen kunnen er grote kostenreducties worden gerealiseerd in de installatievoorzieningen. Passivhaus instituut, Darmstadt heeft onderzoek gedaan naar het breakpunt van deze omslag met de huidige technieken (figuur 8) (9).



Figuur 8: Omslagpunt investering in relatie met energieverbruik

6.3.2 Rendementen

Door een extra investering in duurzaamheid zullen er een drietal rendementgroepen ontstaan. De belangrijkste financiële prikkels voor de koper of investeerders zijn vaak de directe kosten. Daarnaast is het rendement wat indirect en maatschappelijk wordt bereikt vaak minder belangrijk maar daarnaast wel weer belangrijke marketingtools (figuur 9) (10).



Figuur 9: Investerings in duurzaamheid

⁽⁹⁾Passiv Haus Institut , Darmstadt

⁽¹⁰⁾ICDUBO, Duurzaam bouwen loont

6.3.3 Streefpunten vanuit de L&B

In de volgende tabel is te zien waar vooral de nadruk op zal worden gelegd om onderscheiding in de markt te kunnen verwezenlijken. Deze streefpunten zijn gevormd vanuit de directie van L&B en de projectgroep 'conceptwoning (duurzame ontwikkeling)' (11).

Meerwaarde	
Prestaties concept	
Makkelijker in gebruik en beter comfort	Bewust wording van het energieverbruik
Betere beleving en uitstraling	Kopers keuze
Duurzamer, veiliger en gezonder	Passief maar regelbaar
Prestaties productie	
Minder eigen inzet en betrokkenheid	Transparant en inzichtelijk
Meer snelheid	Slim bouwsysteem, vereenvoudigd proces
Prestaties vermarkten en verkopen	
Meer zekerheid en garanties	Standaard opties, risico's minimaliseren, kwaliteitscontroles
Betere prijs/kwaliteitverhouding	Snelbouw systeem meet grote flexibiliteit
Meer transparantie	Kosten inzichtelijk

Tabel 4: Streefpunten

7.0 Uitgangspunten van uit de eindgebruiker

7.1 Kenmerken doelgroep

Binnen de doelgroep starters zijn er verschillende categorieën. Deze zijn behandeld in bijlage 3.1. De volgende onderzoeksresultaten zijn gebaseerd op een onderzoek van Inbo-Adviseurs Ruimte & Vastgoed nov. 2007 (12). Deze uitgangspunten zijn dus bepaald voor de crisis in 2008 en kunnen op sommige vlakken een vertekend beeld geven. (Zie bijlage 3.1 tot 3.7 voor de totale analyse)

7.1.2 Wensen doelgroep

Veelal zal er ingespeeld moeten worden op de plaatselijke demografische ontwikkelingen waar een concept neergezet moet worden. Om de opgaven voor een starterwoning zo reëel mogelijk te maken zal er van de voorgaande onderzoeksresultaten een gemiddelde worden genomen.

Gemiddelde vraag nieuwbouw

De vraag naar nieuwbouw (32%) is duidelijk hoger dan de vraag naar bestaande bouw (23%). Van de 32% kiest 58% voor een koopwoning.

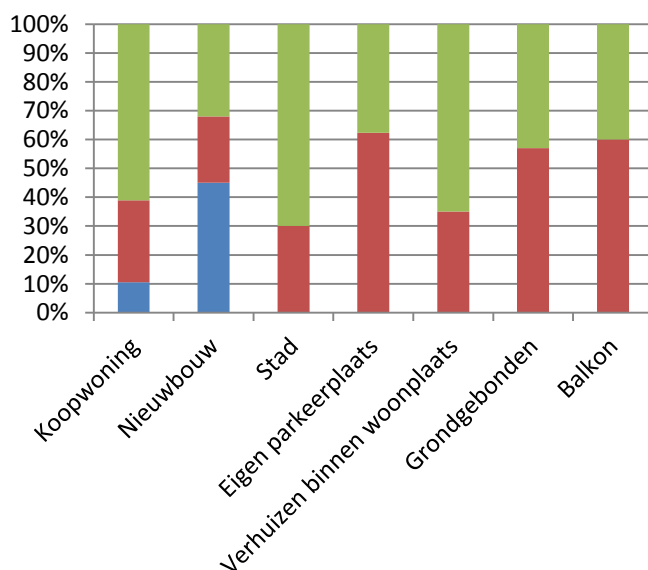
Gemiddeld prijsniveau nieuwbouw

40% van de nieuwbouw, die wordt ontwikkeld, is onder de € 150.000,-. Door middel van extra opties zou dan ook aan het aanbod van de tweede groep (€ 150.000-€ 200.000) kunnen worden voldoen.

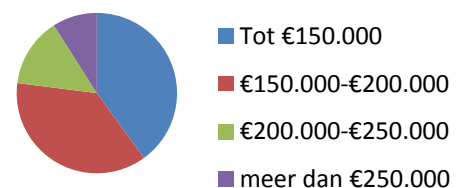
Woonwensen

De belangrijkste punten uit het onderzoek zijn;

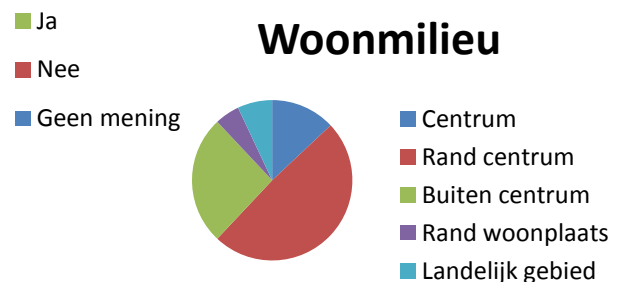
- 49% van de starters wilt een huis aan de rand van het centrum en 26% net buiten het centrum.
- De voorkeur gaat uit naar grondgebonden woningen.
- Eigen buitenruimte.
- Eigen parkeergelegenheid.
- Vrij indeelbaar naar eigen woonwens.
- Hoge kwaliteit.



Prijsniveau woning



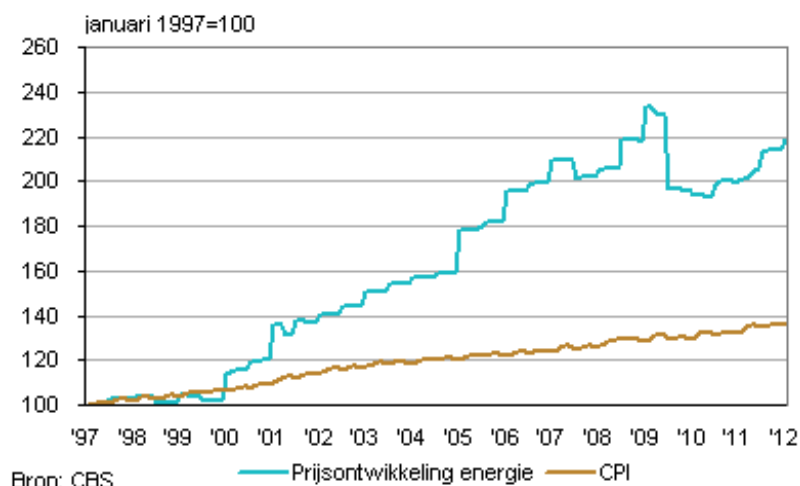
Woonmilieu



7.2 Economische voordelen

De energieconsumptie in een woning is verdeeld over; warmtapwater, verlichting, huishoudelijke apparaten en verwarming. De verwarming van een woning drukt heel zwaar op de energierekening. Een halvering van het energieverbruik is dus al snel een besparing van 30% in het totale verbruik.

Gekeken naar welke van deze onderdelen de meeste kosten met zich mee brengen, komt ook het verwarmen van de woning naar voren. In januari 2012 is een huishouden per maand aan gas en elektriciteit gemiddeld € 156,- kwijt. Dat is € 13,- meer dan een jaar eerder (stijging van 8,5%). Dit doorgerekend zal betekenen dat in 2020 de energierekening (lineair) gestegen is met € 92,00 per maand (Figuur 10) (13).



Figuur 10: Energie stijgingen

7.2.1 Energiekosten per type woning

Per type niveau woning is een indicatie te geven hoeveel energiekosten de woning heeft. De type woningen komen voort uit het eerder algemene gedeelte over het passiefhuis principe (Tabel 5).

Energiekosten	Standaard woning	Referentie woning (L&b)	Lage energie Woning	Passief huis
Gem. EPC	>0,6	0,8	0,6 < 0,4	0,4 <
Specifieke warmte behoefte Per jaar	170 kWh/m ²	75 kWh/m ²	50-40 kWh/m ²	15 kWh/m ²
Kosten	€ 2380,-	€ 1081,50	€ 770,-	€ 210,-

Tabel 5: Energielasten

Berekend op prijs van 1kWh/m².a = € 0,14 per/kWh

Berekend op een woon opp. van 100m²

De referentiewoning (L&B), waar het passiefhuis concept op toegepast zal worden, is in de standaard toepassing berekend op een verbruik van 73-75 kWh/m². In bijlage 03 staat de verdere opbouw van deze analyse. Ook is in bijlage 07 het energie verbruik en andere eigenschappen van de referentiewoning terug te vinden.

7.3 Hypotheken en subsidie

7.3.1 Hypotheekvormen

Hypothek vorm	Volledige Hypotheek	Uitgangspunt	Eisen	Voordelen
Groene hypotheek	Deels	maximaal € 34.034 (2010), tevens maximale koopsom woning € 272.268 (2010)	woning voldoet aan de overheidsnormen voor milieuvriendelijke woningbouw	1 tot 2% lagere rente gedurende maximaal 10 jaar
Klimaat hypotheek	kan zowel volledig als deel ligt aan doel	rentekorting over het duurzame hypotheek-deel	op basis van een energieprestatie advies en energieprestatie certificaat	lagere rente (ca. 1%) over het duurzame deel van de hypotheek en een structureel lagere energierekening

Tabel 6: Hypotheek vormen.

Bron: (14) (15) (16)

7.3.2 NHG-norm

Conform de NHG - normen is de hoogte van een extra krediet in 2012 verhoogd naar € 8.000,- (was € 6.500,-). Dit bedrag mag zelfs buiten de hypotheek om renteloos worden afgegeven indien de woning een energielabel van A++ heeft. Hierbij hoeven geen extra verklaringen te worden overlegd (14).

7.3.3 Hypotheekbepaling

De hypotheekberekening geeft uitsluitsel over waar de maximale creditgrens ligt van de starter (17).

Leeftijd: 25-30

Inkomen: € 31.000, - gem. Inkomen

Inkomen partner: nee

Max. Lening 104% van de marktwaaarde

Maximaal te lenen: € 139.494, - + € 8.000, -

Maximale koopsom nieuwbouw: € 134.000, - + € 8.000, -

(Zie hypotheek analyse in Bijlage 3)

7.3.4 Voordelen

Het voordeel dat ontstaat t.o.v. traditioneel woning concept met het zelfde prijsniveau.

	Passief concept	Referentie	Voordeel
Energiekosten	€ 210,00	€ 1081,50	€ 2.170,00
Hypotheek (Rente) voordeel gem. per jaar	€ 342,90	€ 456,47	€ 113,57
Totaal	€ 552,90	€ 1537,97	€ 985,07

Tabel 7: Voordeel in kosten

In later onderzoek zal hier een exactere berekening voor worden gemaakt met betrekking tot de meer-en minderkosten van passief bouwen.

(16) www.nationalehypotheeksite.nl/klimaathypotheek.html

(15) www.duurzaamthuis.nl/groene-hypotheek-of-klimaathypotheek

(14) NHG-normen 2012

(17) www.dehypotheeker.nl

7.4 Comfortabel wonen

Een gemiddeld persoon ervaart een temperatuur tussen de 20-23 graden in een leefruimte als comfortabel. Door de constante temperatuur tussen 20-23 graden in een passieve woning is het klimaatcomfort zeer hoog. Een hoog comfort zowel in de winter als in de zomer. De luchtventilatie die constant aanwezig is, zorgt ervoor dat er constant frisse lucht aanwezig is en een gelijkmatig verdeelde warmte. Verzekerd van minder stof, pollen of aerosol en een hogere zuurstof gehalte in de lucht. Doordat de levensduur van een passieve woning hoog ligt mede door de hoge duurzaamheidsambitie die wordt nagestreefd, behoudt de woning langer zijn waarde. Dus is het over 20 jaar nog steeds of veel aantrekkelijker om in een passieve woning te wonen.

7.4.1 Aanbevelingen vanuit opgeleverde projecten

De woonkwaliteit van energiezuinige woningen is onderzocht door agentschap.nl. Als het gaat om de woonkwaliteit zijn er nog onderdelen waar een grote verbetering kan worden gemaakt. Het is van belang om de gebruiker centraal te stellen in het ontwerp en bouwproces. Vooral bij ventilatie gaat dit vaak fout. Bij de onderdelen service, comfort, bedieningsgemak en regelbaarheid gaat het vaak mis. Ook moet er bij verwarming duidelijk meer rekening worden gehouden met bedieningsgemak en regelbaarheid. Zie bijlage 03 voor het totale onderzoek (18).

Concrete aandachtspunten die zijn opgezet door agentschap.nl na de uitkomsten van het onderzoek zijn ondermeer (18);

- Communicatie met bewoners is gedurende het hele bouwproces van belang om het plan optimaal op het gebruik af te stemmen. En moet gericht zijn op gevolgen van de maatregelen voor het gebruik later. De communicatie is nu vaak te zendergericht (alleen gericht op overtuigen en vaak te technisch).
- Goede voorlichting is belangrijk, maar een installatie die aansluit bij behoeften en belevingswereld van de gebruiker is nog belangrijker.
- Nieuwe concepten en producten leveren risico's op. Experimenteren kan op kleine schaal maar reserveer middelen en ruimte voor herstel bij mislukking.
- Selecteer partijen zorgvuldig en niet primair op prijs.
- Onderschat bij het ontwerp de oververhitting van de woning nooit. Hou rekening met de locatie en de installaties, zodat deze zo min mogelijk ruimte in nemen en of geluidsoverlast veroorzaken.
- Voorkom tochtklachten door het aanwenden van kennis over de plaats en het type inblaasopeningen van gebalanceerde ventilatie.
- Hou rekening met de wens van individuele regelbaarheid van binnentemperatuur.
- Geef in het installatieontwerp zorgvuldig de plaatsen van de units en het leidingverloop aan.

8.0 Uitgangspunten vanuit de markt

8.1 Bouwproductie

Door de lange ontwikkelingstijd van nieuwbouwprojecten wordt er altijd gereageerd met een vertraging. Dit betekent, dat er schommelingen plaatsvinden in de bouwproductie (zie figuur 11, bouwproductie per sector). In 2008 werden er vanwege een inhaalslag ruim 80.000 woningen opgeleverd. Aankomende jaren zal zich het zelfde voordoen, dit doordat er in de afgelopen jaren relatief weinig bouwvergunningen zijn uitgegeven.

Als gevolg van een licht herstel in de economie zal de bouw zich licht herstellen in het jaar 2012. Dit herstel is voornamelijk in de woningbouw door de inkomenszekerheid en het terugkeren van de vraag naar gebruikelijk niveau. Het herstel is gemiddeld met 1% toenemen.

Het aantal voltooide woningen in 2010 was 56.000 en gestegen naar 64.000 woningen in 2011. De totale bouwproductie in 2012 zal naar voorspelling toenemen met 3,5% en die van nieuwbouwwoningen met 9%. Dit zorgt ervoor dat het aantal voltooide woningen zal oplopen tot 69.500 nieuwbouwwoningen.

In het verdere vooruitzicht tot 2016 zal de nieuwbouwproductie sterker toenemen naar de niveaus van de demografische ontwikkeling. Door de banken crisis ontstond er in 2009-2010 een vermindering van productie en vraag. Door herstel in de economie komt er geleidelijk meer vraag, het aantal woningen zal oplopen tot 75.000 in 2015-2016 (19).

Bouwproductie ¹ per sector, 2009-2016						
	Miljoen €		Jaarlijkse veranderingen ³ (%)			
	2009 ²	2010 ³	2010	2011	2012	2016 ⁴
Woningbouw						
- nieuwbouw	13.271	11.075	-16%	5	9	3
- herstel & verbouw	7.073	6.575	-7	5	3½	2½
Utiliteitsbouw						
- nieuwbouw	9.437	7.825	-17	-2½	2½	2
- herstel & verbouw	4.753	4.400	-7½	-2	2	2
Onderhoud b&u	9.199	9.100	-1	1½	2	2
GWW						
- nieuwbouw	7.797	7.125	-8½	-1	1	1½
- onderhoud	5.949	5.650	-5	-1	0	½
Externe onderaanneming	2.581	2.350	-9	2	3½	2½
Totaal bouw	60.060	54.100	-10	1	3½	2

¹ Exclusief interne leveringen, machines, overige investeringen, saldo uitvoer diensten en handelsmarges; basis Nationale rekeningen; bedragen in prijzen 2009, excl. btw
² EIB-bewerking van voorlopige CBS-cijfers
³ Raming
⁴ Gemiddelde jaarlijkse mutatie in de periode 2013-2016

Bron: CBS, EIB

Figuur 11: Bouwproductie

9.0 Uitgangspunten totaal

De commerciële inzichten die zijn gecreëerd laten zien dat de markt wel zeker klaar voor deze verandering is. Een grote belemmering, de hypotheek verstrekkingen, maar ook juist hier liggen weer kansen, want door het behalen van een 'passiefhuis label' wordt vanuit de kredietverstrekker meer ruimte te geven aan de koper.

De koper vraagt naar kwaliteit, met het oog op de toekomst. De inzichten in de toekomst zeggen, dat energiestijgingen zo extreem zullen zijn, een woning die energie zuinig is beter op de wens van de koper aansluit. Echter moeten deze investeringen wel binnen in een periode van 7 jaar terug verdiend worden i.v.m. de woontijd van een gemiddelde starter.

Vanuit de L&B (ontwikkelaar/bouwer) zijn er naast de technische uitgangspunten van passief bouwen ook nog andere uitgangspunten opgesteld. Er wordt gestreefd naar een bouwsysteem wat transparantie en flexibiliteit geeft naar de koper en een korte doorlooptijd op heeft op de bouwplaats.

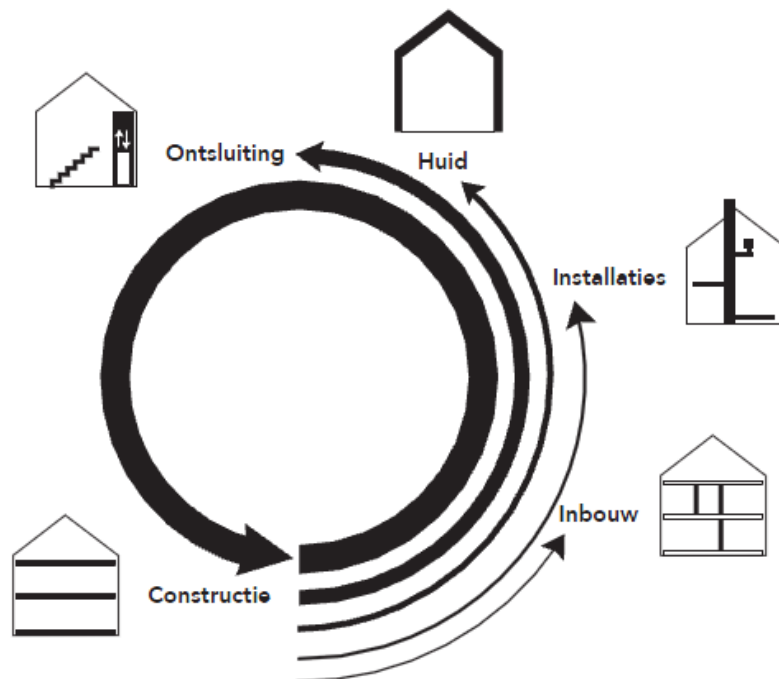
Door het uitontwikkelen van een slim-bouwsysteem met ketenpartners, gecombineerd met een vereenvoudigd proces, wordt er meer resultaat geboekt en een kwalitatief beter eindproduct geproduceerd.

De directe kostentransparantie in de ontwerpfase en de 'total cost of ownership', zal marketingtechnisch gezien uiteindelijk resulteren tot betere verkoop en toenemende interesse (hogere cashflow) voor de toekomst.

De niet behandelde onderdelen in voorgaande hoofdstukken zijn terug te vinden in de bijlage 03.

Deel III

Technische uitwerking



10.0 Concept ontwerp

Door een analyse van bouwmethodes en producten kan er een richting worden bepaald wat de meest effectieve oplossingen zijn. Al deze afwegingen zijn gekoppeld aan eisen en voorwaarden die voortkomen uit eerder onderzoek. Bij elk volgend te behandelen onderwerp zullen eerst de eisen en uitgangspunten worden benoemd vanuit het basis ontwerp (referentie woning L&B, bijlage 05) met daarnaast het onderzoeksniveau. Deze onderzoeksniveaus zullen gesplitst zijn op verschillende niveaus.

- Individueel per bouwmethode/Overkoepeld over alle bouwmethodes
- Rijwoningen en-/ of gestapelde woningen

Door te kijken naar verschillende systemen en samenstellingen zullen er verschillende oplossingsmogelijkheden worden aangedragen. Er worden uiteindelijk een drietal samenstellingen verder uitgewerkt op technisch en financieel gebied. De uiteindelijke samenstelling zal geheel technisch worden uitgewerkt.

Uitgangspunten die vaststaan vanuit de voorgaande hoofdstukken zijn;

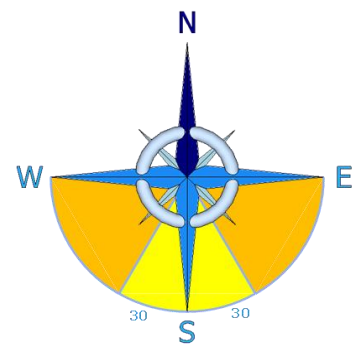
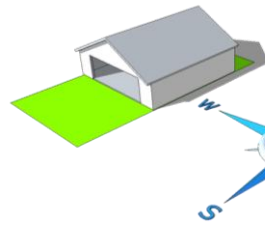
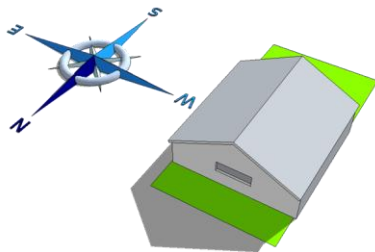
- Commerciële uitgangspunten
 - o Hoge duurzaamheid
 - o Geringe milieubelasting
 - o Waarde voor de toekomst
 - o Vrij indeelbaarheid van de woning
 - o Buitenruimte
 - o Parkeergelegenheid (niet behandeld)
 - o Regelbaarheid installaties
- Technische uitgangspunten
 - o Snelle bouwtijd
 - o Geprefabriceerde producten
 - o Hoog thermisch isolerend vermogen
 - o Compacte constructie opbouw
 - o Duurzaam geproduceerde producten

10.1 Oriëntatie

10.1.1 Gebouworientatie

De gebouworientatie is één van de belangrijkste ontwerpstappen als we het hebben over passief bouwen. Met de passieve warmte van de zon worden grote winsten en comfort gehaald. Om een zo hoog mogelijk rendement te halen zijn er een aantal uitgangspunten vastgesteld vanuit de stichting passief bouwen (20);

- Maximaal glasoppervlak op de zuidgevel
- Minimaal glasoppervlak op de noordgevel
- Beperkt glasoppervlak oost en westgevel
- Maximale afwijking van 30 graden op de as naar oost of west
- Alle primaire functies gesitueerd op het zuiden
- Alle secundaire functies gesitueerd op het noorden



Figuur 12: Oriëntatie

10.1.2 Ruimteoriëntatie

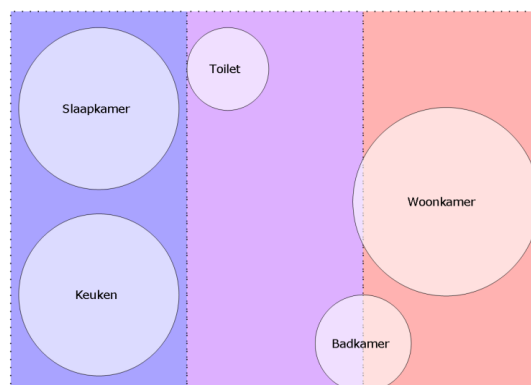
Zoals eerder aangegeven moet er gezorgd worden voor een juiste oriëntatie van primaire en secundaire ruimtes. Hieronder is in een schema weergegeven welke ruimtes in relatie staan met elkaar en in welke zone van de woning deze ligt. De inbouw van de woning kan altijd aangepast worden op de wensen van een koper, alleen in verband met opwarming en koeling van bepaalde ruimtes bestaat er een optimum van de positionering van de ruimtes (21).

Primaire functies

- Woonkamer

Secundaire functies

- Slaapkamer
- Toilet
- Keuken
- Badkamer



Figuur 13: Ruimte oriëntatie

Deze schematische positionering van de woning waarin het blauw gekleurdevlak de koude kant van de woning (noord) weergeeft, paars de tussenruimtes en rood de warme kant (zuid).

Zie bijlage 05 voor de situering van de rijwoningen en gestapelde woningen in het stedenbouwkundig plan. Bij de gestapelde woningen zullen alleen de zuiderlijk gelegen woningen als passief worden gezien. (zie bijlage 4.15 voor de transformatie in de gevels).

⁽²⁰⁾ Isover Multi-Comfort House, 2011

⁽²¹⁾ www.ecobouwers.be/klimaat huis

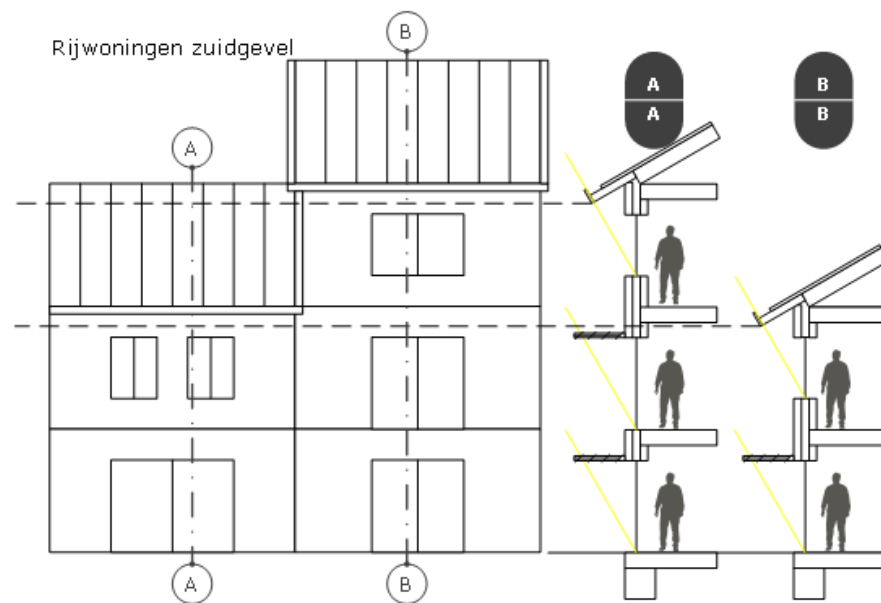
10.1.3 Zonwering

Om oververhitting te voorkomen in de zomer moet er buitenzonwering worden toegepast. De zonwering is alleen noodzakelijk op de zuidkant van de woning. De zonnestand in Nederland is 60 graden in de zomer en 15 graden in de winter. Deze zonwering kan op verschillende manieren worden gerealiseerd (22); overstekken, beweegbare vaste buitenzonwering en/of natuurlijke zonwering.

10.1.4 Toegepaste zonwering

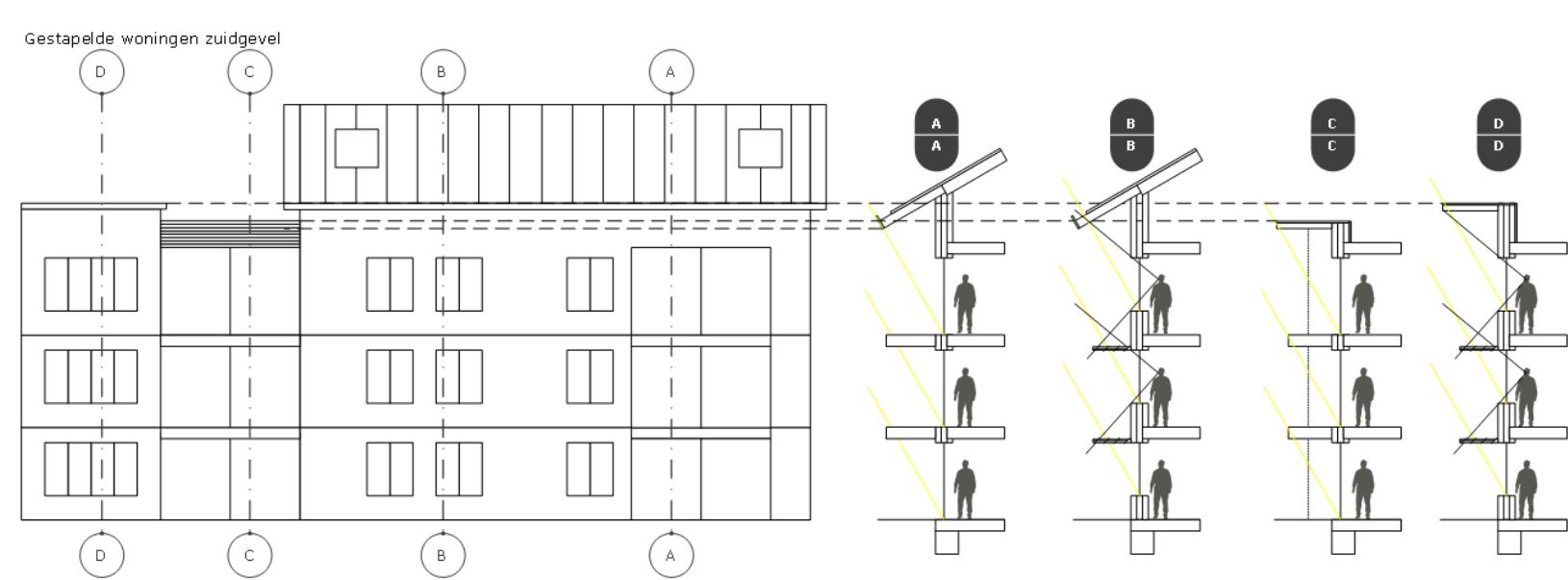
De buitenzonwering zal zich bevinden aan de zuid zijde van het gebouw. Doormiddel van overstekken in de vorm van balkonconstructies en gootconstructie. Voor de overige ramen is er gekozen voor vaste zonwering in de vorm van een lamellensysteem. (Zie bijlage 4.16) (23)

10.1.4.1 Rijwoningen

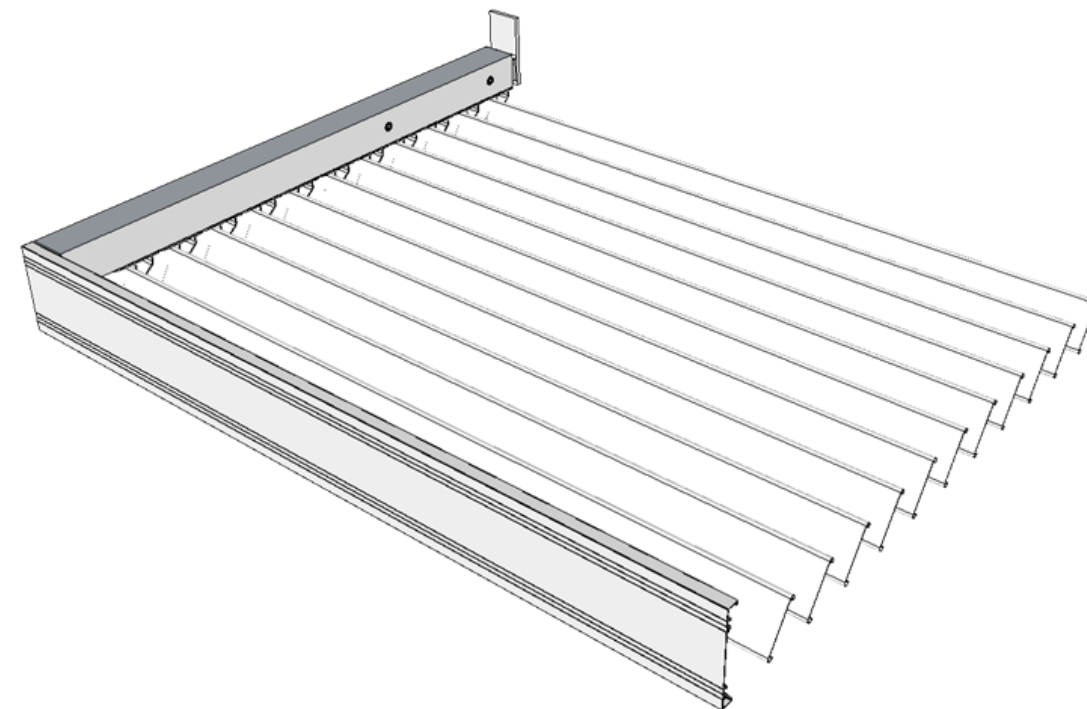


Figuur 15: Zonwering rijwoningen

10.1.4.2 Gestapelde woningen

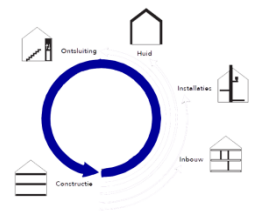


Figuur 14: Zonwering gestapelde woningen



⁽²²⁾ TNO, Buitenzonwering en energiebesparing op verwarmen en koelen

⁽²³⁾ Duco suncontrol



10.2 Bouwmethodes

10.2.1 Vergelijkingsmodel bouwmethoden

10.2.1.1 Resultaten

De totale analyse van de bouwmethoden in het algemeen gekoppeld aan de technische uitgangspunten (Tabel 8) is terug te lezen in bijlage 4.

Bouwmethoden	Bouwtijd	Mate van prefab uitvoering	Thermisch isolerend	Compacte constructie opbouw	Duurzaamheid
Zwaarbouw in detail					
Stapelbouw	-/+	-/+	+	-/+	-/+
Gietbouw	+	-	+	-/+	-/+
Elementenbouw	++	++	++	+	-/+
Lichtbouw in detail					
Hout skeletbouw	++	++	++	++	+
Staal framebouw	++	++	++	++	+

Tabel 8: Bouwmethodes

Door een drietal bouwmethoden verder te analyseren zal er een beter beeld ontstaan van samenstellingen en oplossingen. Van elk onderdeel zal een analyse worden gevormd en een uiteindelijke conclusie. Staal framebouw, wat zeer positief uit deze analyse komt, zal niet worden meegenomen omdat het product 'FLEX-framebouw' nog in experimentele fase is.

Samenstelling 1:

Door de traditionele bouwmethode te onderzoeken kan er inzichtelijk worden gemaakt waarom deze bouwmethode minder gunstig is bij een hoge duurzaamheidsambities. Onder deze traditionele samenstelling wordt verstaan stapelbouw. Echter zullen wel kleine innovaties worden meegenomen door het toepassen van slimme producten.

Samenstelling 2:

Deze samenstelling zal vooral gericht zijn op HSB-elementenbouw. Deze techniek is veel toegepast bij de passieve woningbouw die tot heden is gerealiseerd. HSB kent vele voordelen als men een afweging gaat maken naar zwaar thermisch geïsoleerde buitenmuren. In dit systeem worden vooral de technieken beoordeeld die zijn voorgeschreven vanuit de producent 'TOP CASCO'.

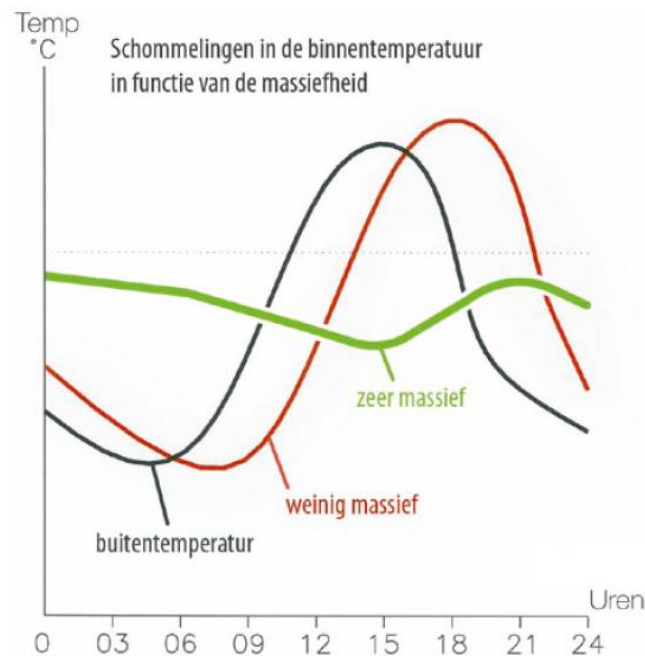
Samenstelling 3:

Een laatste samenstelling is benaderd vanuit het oogpunt innovatie. De gietbouw innovatie ICF (insulated concrete forms) van leverancier 'Passief bouwblok' wordt hier als hoofdtechniek gebruikt. Deze techniek is in vele landen al bekend, alleen doet pas sinds kort zijn toetreden in Nederland. De producten hieromheen worden gevormd uit verder onderzoek.

10.2.2 Algemene technische aspecten

10.2.2.1 Temperatuuropslag

De in 10.2.11 genoemde samenstellingen kennen vele verschillende soorten eigenschappen. Een van deze eigenschappen is de warmteopslag. De warmteopslag is zeer belangrijk als er gekeken wordt naar energiebesparingen. Doordat de constructie minder schommelingen heeft bij temperatuurveranderingen zal er minder verwarmd moeten worden en een hoger comfort ontstaan (zie figuur 17 (24)) (25).



Figuur 16: Temperatuur Verloop binnen de woning

10.2.2.2 Geluidwering

Geluidwering van de constructie is van belang voor regelgeving, maar ook voor het comfort van de eindgebruiker. De lichte bouwconstructie zal veelal minder geluidwering hebben dan een constructie met meer massa. Om laagfrequente geluidsgolven te kunnen weren is massa nodig, voor de hoogfrequente geluidsgolven zal de latere detaillering een grote rol spelen. Ook de afkoppeling van elementen en samenstelling zal zwaar meewegen in de geluidswering van de constructie. De minimale massa is gericht op een massieve muur van 250 kg/m^2 . Maar kan ook worden gerealiseerd met een massa-veer constructie. Door de extreme isolatiewaardes zal het geluid, wat in de woning wordt geproduceerd, duidelijker aanwezig zijn. Het geluidsarm ontwerpen van de installaties is daarbij zeer belangrijk (26).

⁽²⁵⁾ Massief Passief-bouwen

⁽²⁶⁾ HRO, M. Roos, Geluidsisolatie

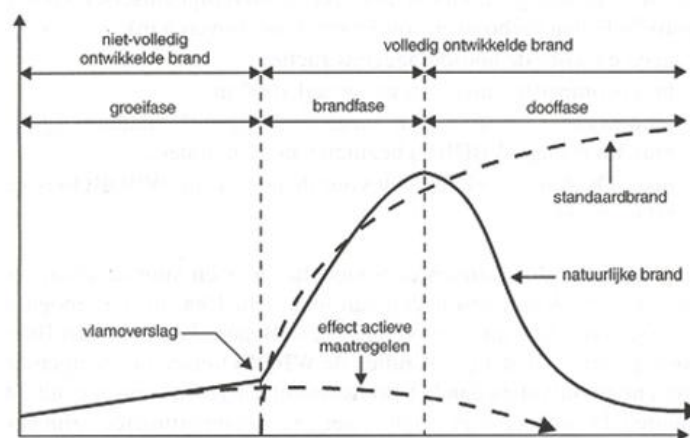
⁽²⁴⁾ ALPHA PAMA-FLEX_NED

10.2.2.3 Brandveiligheid

De brandveiligheid van passieve woningen is een discussie die nog veel twijfels en onbeantwoorde vragen oproept. Uitgaande van wat is onderzocht is bij het Adviesbureau Nieman zijn de gevaren geïnterpreteerd.

De temperaturen lopen door hogere isolatiewaarden sneller op in een passiefhuis dan in een traditioneel gebouwde woning. Door de luchtdichting is er snel een tekort aan O_2 , waardoor de brand afsterft met gevaar op backdraft bij hernieuwde luchttoevoer, dit O_2 tekort speelt ook een rol bij het overleven van de slachtoffers. Bij een O_2 tekort ontstaan er giftige gassen in de woning wat de overlevingskansen van een slachtoffer nog verder beperkt.

Backdraft principe ontstaat in de dooffase van de brand waar er gebrek aan zuurstof is (Zie figuur 18).



Figuur 17: Brandgedrag

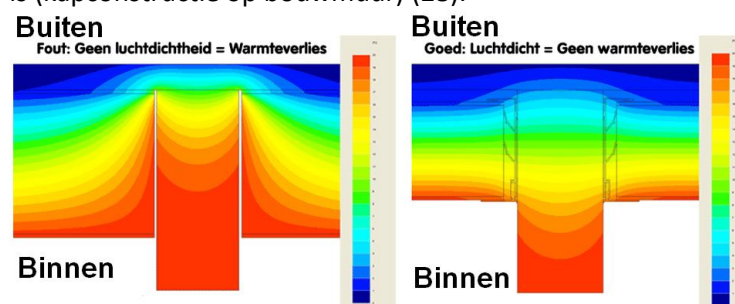
Aanbevelingen volgens FOD Binnenlandse Zaken (27);

- In elke vertrek van de woning een rookmelder voor een snellere detectie.
- Aanbrengen van terugslagkleppen in de toevoerleidingen van de lucht, om te vermijden dat rook terechtkomt in het ventilatiesysteem.
- De nadruk leggen op het belang van het aanbrengen van vensters die kunnen worden geopend. Bij evacuatie, in het geval van brand, kan dit bijzonder nadelig zijn als er geen directe vluchtweg naar buiten is.

*te allen tijden zal de woning aan de minimale eisen moeten voldoen, die in het bouwbesluit zijn gesteld.

10.2.2.4 Kierdichting

De luchtdichting in de detaillering is van essentieel belang. Die zorgt voor een uiterst goede isolatie. Hieronder is aan een warmtestroomschema te zien dat zonder luchtdichting hogere isolatiewaarden veel minder effectief is (kapconstructie op bouwmuur) (28).

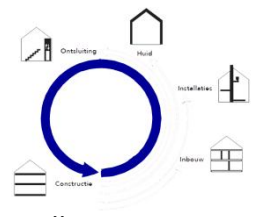


Figuur 18: Warmteverloop, kapconstructie op bouwmuur

(27) FOD, Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken, België

(28) SlimFix Deco

10.3 Constructief

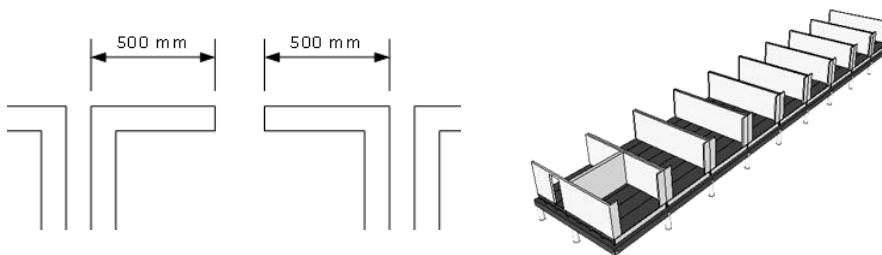


Er zijn vele manieren om stabiliteit te krijgen in woningen. Een aantal van deze manieren zijn;

- Penanten in de gevel
- Wanden haaks op de bouwmuur
- Kantelweerstand van de bouwmuren
- Momentstijve wand-vloerverbinding
- Stijve kern in een gebouw

10.3.1 Samenstelling 01

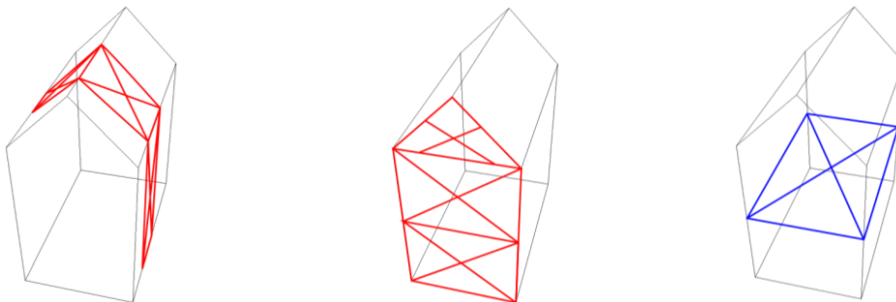
In de stapelbouwmethode zal de stabiliteit worden ontleend aan pananten die worden geplaatst in de voorgevel. De minimale breedte van deze pananten zijn totaal 1 m (29). De verdiepingvloeren zullen op advies van de constructeur voorzien worden van een trekband. (zie figuur 20)



Figuur 19: Penanten

10.3.2 Samenstelling 02

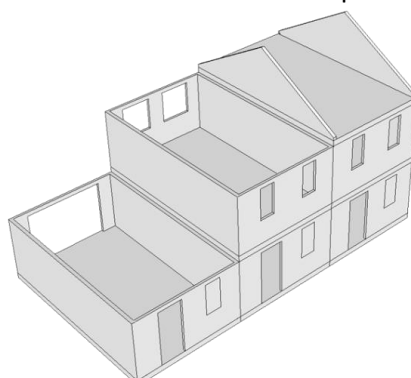
De HSB- elementen zullen hun stabiliteit ontleenen uit schijfvorming en samenwerking. De beschieting van houten beplating op de liggers en standers zorgen hiervoor. Door deze elementen samen te voegen ontstaat er een stabiliteit zonder hulpconstructies.



Figuur 20: Schijfvorming, HSB- elementen

10.3.3 Samenstelling 03

De ICF elementen zullen zich als een stijfgeheel gedragen door de betonnen kern en de plaatselijke wapeningsstaven. Het gehele systeem zal worden doorgekoppeld en het casco van de woning zal hierdoor werken als een betonnen kern die momentvast op de funderingsconstructie staat.



Figuur 21: betonkern, ICF

10.4 Gevelisolatie

Eisen vanuit passief bouwen: $0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
 Analyse niveau: Individueel per bouwmethode
 Rijwoningen en gestapelde woningen

10.4.1 Samenstelling 01

In vergelijking met een traditionele opbouw van een spouwmuur zorgt de hoge thermische eis voor een dikker parket. Door een hoogwaardige isolatie toe te passen kan dit zo goed mogelijk worden voorkomen. Rensol-schuim is hiervoor een juiste oplossing, met een lambda waarde van 0,02 kan er voldaan worden aan de eis met een dikte van 146mm. De prijs van deze plaat bij een dikte van 146mm. is € 38,60 (excl verwerking). Door het binnenspouwblad te vervangen door verdiepingshoog cellenbeton elementen kan de isolatielaag verder gereduceerd worden naar 123mm. (zie bijlage 4.3)

10.4.2 Samenstelling 02

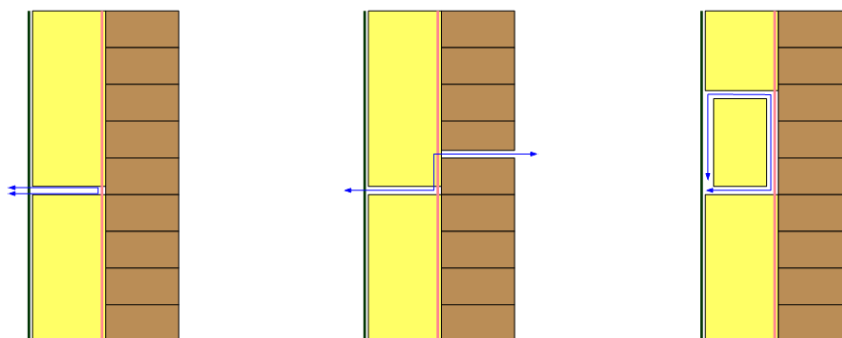
De HSB- elementen van TOPCASCO zijn gevuld met cellulose. Dit isolatiemateriaal wordt fabrieksmatig ingespoten en heeft een lambda-waarden van 0,038-0,055. De dikte van het wandelementen is 380mm, dit resulteert in een u-waarde tussen de 0,1 – 0,157 $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$. De verschillende lambda-waarden van deze isolatie verschillen per product, maar ook met de compactheid van de vezels per m^3 . Er moet een minimale lambda-waarden worden gecreëerd van 0,052 om tot de passiefisen te komen.

10.4.3 Samenstelling 03

Dit element kan niet op de traditionele berekeningsmanier worden getoetst doordat dit element juist door de samenwerking zijn isolatiewaarden haalt. Er wordt vanuit de producent van het product een u-waarde van 0,14 $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ gegeven. Het element is opgebouwd uit 150mm. neopor aan de buiten zijde en 50mm. neopor aan de binnenzijde met hiertussen 150mm in het werk gestort beton. Dit systeem kan ook worden uitgevoerd met eps.

10.4.4 Kierdichting

Onderbrekingen, luchtstromen en doorgaande kieren zijn fataal voor de energiebalans en moet voorkomen worden. Hieronder is gevisualiseerd wat er precies bedoeld wordt met deze termen (figuur23) (20).



Figuur 22: Valse spouw vorming

Dit probleem zal zich vooral voordoen bij samenstelling 1 waar gebruik wordt gemaakt van een harde isolatieplaat. Er moet dus zeer zorgvuldig worden gewerkt om de juiste aansluiting te realiseren. Dit gebeurt grotendeels door het afplakken van naden en een messing-groef verbinding en de achterkant van de isolatieplaat te voorzien van een zachter isolatiemateriaal.

10.5 Fundering in detail

Eisen vanuit passief bouwen, Koudebruggen: $\psi < 0,12 \text{ W/m.K}$
 Analyse niveau: Overkoepeld over allen bouwmethododes
 Rijwoningen en gestapelde woningen

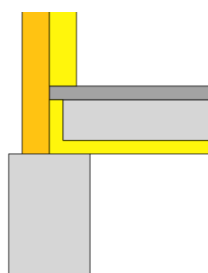
10.5.1 Eigenschappen

Systeem	Uitgevoerd door leverancier					Geschikt voor passiefbouw	Milieuklasse	Prijs per m1
	Wapening	Beton	Bekisting	Plaatsing	Thermisch			
Traditioneel	X	X	X	X	nvt		2a	€ 77,98
Prefab	X	X	nvt	X			1c	€ 97,33
Ps-kist (traditioneel)			X		X	X	2c	€ 85,23
Power kist			X		X	X	3a	€ 83,72
B smart fundering	X	X	X	X	X	X	2b	€ 95,33

Tabel 9: Funderingsconstructies

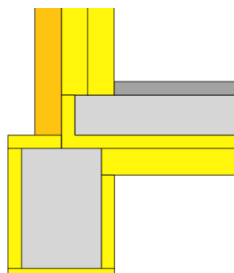
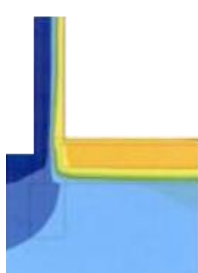
Prijzen op basis van offertes 2012 (alle facetten zijn er in meegenomen incl. verwerking)
 Voor de totale analyse zie bijlage 4.4

10.5.2 Warmteverloop



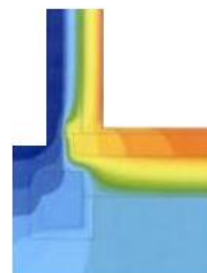
Referentie:

$R_{c \text{ gevel}}: 4,0$
 $R_{c \text{ vloer}}: 4,0$
 $T_{io}: 16,2^\circ\text{C}$
 $\psi < 0,17 \text{ W/m.K}$



Passief:

$R_{c \text{ gevel}}: 8,5$
 $R_{c \text{ vloer}}: 9,5$
 Geïsoleerde funderingsstrook (u-waarden: $0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$)
 $T_{io}: 17,1^\circ\text{C}$
 $\psi < 0,05 \text{ W/m.K}$



Om te zorgen dat er wordt voldaan aan de eis zal er alleen gekeken worden naar de geïsoleerde varianten. De B-smart fundering is een zeer efficiënte oplossing. Door het toepassen van dit systeem ontstaan reducties in voorbereidingstijd, personeelskosten en transportkosten. Door het vulelement is er een besparing van 40% in beton verbruik. Deze gehele constructie wordt op de bouwplaats geleverd, gemonteerd en gestort door de leverancier. Grote voordelen worden behaald uit het feit dat er geen wapeningskorven gesteld hoeven te worden op de bouwplaats en minder beton gestort hoeft te worden (30). (voor de totale warmte verloop analyse zie bijlage 4.4)



Figuur 23: B-smart fundering

10.6 Vloeren in detail

10.6.1 Begane grondvloer

Eisen vanuit passief bouwen:

Analyse niveau:

$$U < 0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Overkoepeld over allen bouwmethododes

Rijwoningen en gestapelde woningen

Grootste overspanning rijwoningen:

4.800mm. (zie bijlage 4.5)

Grootste overspanning gestapelde woningen:

6.700mm. (zie bijlage 4.5)

10.6.1.1 Eigenschappen

Systeem	Koude brug	Over spanning in m.	Min/max R_c ($\text{m}^2 \text{ W/K}$)	Milieu klasse	Prijs per m^2	Dikte
Geïsoleerde kanaalplaat	+/-	<18	2,5-10	Xc1	€ 44,98	200mm.
Plus Ripcassettevloer	++	<7,5	0-6,5	Xc1	€ 37,71	400mm.
Systeem vloer (broodjesvloer)	+	<6	2,5-6,5	Xc2	€ 42,32	200mm.

Tabel 10: Begane grondvloer systemen

Warmte verloop zie bijlage 4.4 'fundering in detail'.

Zie bijlage 4.5 voor de totale analyse

Er zijn een tweetal manieren om de begane grond vloer te isoleren. Aan de bovenzijde of aan de onderzijde. De begane grondvloer aan de bovenzijde isoleren vergt een grote investering. Deze kennis komt voort uit gesprekken met de calculator van L&B.

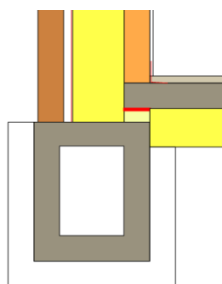
Samenstelling 01+02+03

Traditioneel wordt de begane grond vaak gerealiseerd met een geïsoleerde ripcassettevloer. Dit vrijwel doordat dit de goedkoopste oplossing is. Bepaald met de uitgangspunten van het project is in beide gevallen (Gestapelde en rijwoningen) de plus geïsoleerde ripcassettevloer een goede uitkomst. Deze vloer draagt bij aan het tegenhouden van de koudebrugvorming ter plaatse van de opleggingen, voldoet aan de eis van $0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ en is prijstechnisch het meest aantrekkelijk.

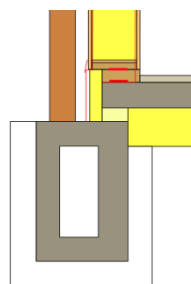


Figuur 24: Plus geïsoleerde ripcassettevloer

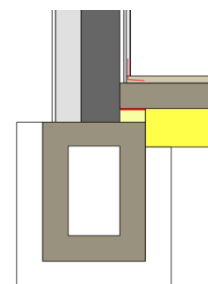
10.6.1.2 Kierdichting; fundering, begane grondvloer en opgaande constructie



Samenstelling 01



Samenstelling 02



Samenstelling 03

10.6.2 Verdiepingsvloer

Eisen vanuit passief bouwen, Koudebruggen: $\psi < 0,12 \text{ W/m.K}$
 Analyse niveau: Individueel per bouwmethode
 Rijwoningen en gestapelde woningen
 Grootste overspanning rijwoningen: 4.800mm. (zie bijlage 4.6)
 Grootste overspanning gestapelde woningen: 6.700mm. (zie bijlage 4.6)

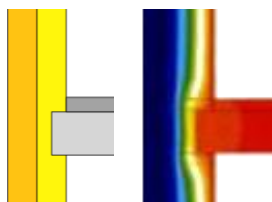
10.6.2.1 Eigenschappen

Systeem	Over spanning in m.	Mini/ max R_c ($\text{m}^2 \text{ W/K}$)	Prijs per m^2	Dikte in mm.
Leidingvloer	< 12	0 < 7,6	€ 44,90	200
Houten kanaalplaatvloer	<6-16	1,5 < 5,5	€ 54,01	120-320
Polyploer	< 10	Niet	€ 48,26	Schildikte: 50-120
Op-Deck vloer	< 7.2	3,5	€ 70,65	400

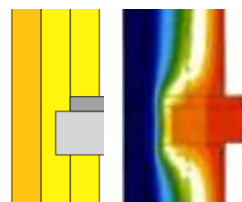
Tabel 11: Verdiepingsvloer systemen

Zie bijlage 4.6 voor de totale analyse

10.6.2.2 Warmteverloop



Referentie:
 $R_{c \text{ gevel}}: 4,0$
 $R_{c \text{ vloer}}: 4,0$
 $T_{io}: 16,2^\circ \text{C}$
 $\psi < 0,12 \text{ W/m.K}$



Passief:
 $R_{c \text{ gevel}}: 8,5$
 $T_{io}: 17^\circ \text{C}$
 $\psi < 0,12 \text{ W/m.K}$

Verhoging van de isolatiewaarden t.p.v. de gevel zal de liniaire koudebrug hetzelfde blijven (Passief).
 Echter zal het koudste punt aan de binnenkant van de constructie hoger liggen ($T_{io}=17^\circ \text{C}$) (3).

Samenstelling 01+03

In de verdere uitwerking van de woningbouwprojecten zal er worden gewerkt met de leidingvloer van VBI. Deze vloer geeft de zekerheid dat er minder fouten worden bij het installeren van het leidingwerk gemaakt. Maar is zeer flexibel als het gaat om de plaatsing hiervan (31).



Figuur 25: Leidingplaatvloer

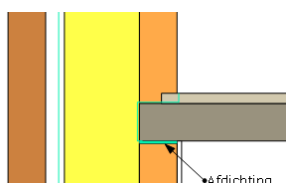
Samenstelling 02

Voor de HSB elementen worden er houten verdiepingsvloeren toegepast. Deze vloeren bestaan uit i-liggers. De vloeren zijn van onderaf open en worden afgewerkt met een akoestisch tapijt met daarop een zandcement vloer (vezel versterkt) t.b.v. geluid (32).

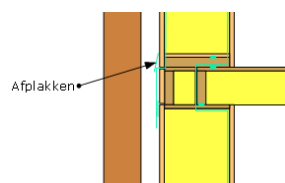


Figuur 26: HSB vloer met leidingen

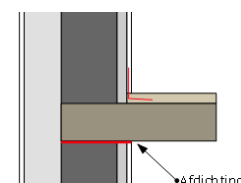
10.6.2.3 Kierdichting; verdiepingsvloer en opgaande constructie



Samenstelling 01



Samenstelling 02



Samenstelling 03

(3) Passiefhuizen in Nederland

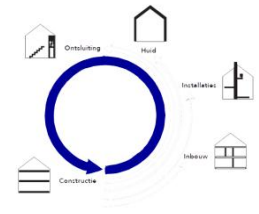
(31) VBI, Betonson

(32) TopCasco .bv

10.7 Schrijnwerk in detail

Eisen vanuit passief bouwen:
Analyse niveau:

$U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Overkoepeld over allen bouwmethododes
Rijwoningen en gestapelde woningen



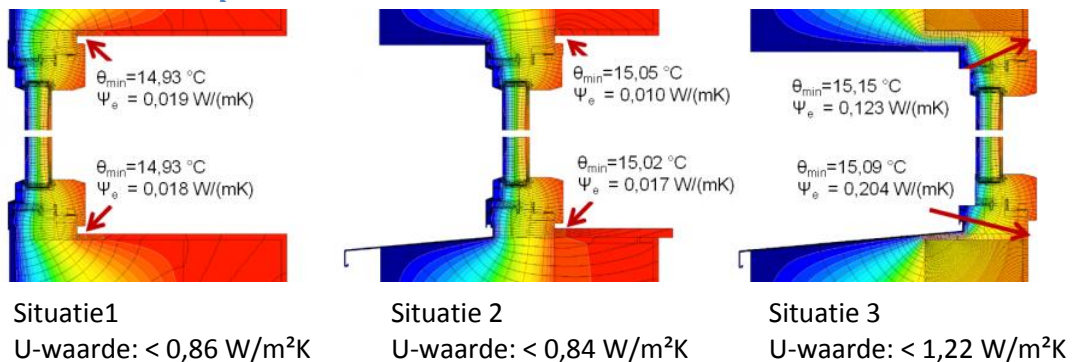
10.7.1 Kozijnen en glas

10.7.1.1 Eigenschappen

Materiaal soort	Lambda waarde	Bijzondere rheden	Prijs per m ²
Hout	0,79	Geen bewerking	Prijs gebaseerd op
Hout/aluminium	0,63	Opzet stuk	150% van een
Hout	0,78	Thermische onderbreking	traditioneel kozijn
Aluminium	0,69	Luchtkamers	
Kunststof	0,69	Thermische onderbreking	

Tabel 12: Schrijnwerk systemen

10.7.1.2 Warmteverloop



Een passiefhuis kozijn kan in verschillende materialen en samenstellingen worden geleverd. Een houten kozijn wordt veelal toegepast met een thermische onderbreking of luchtkamers. Ook kan er voor een aluminium opzetstuk worden gekozen, dit om architectonische waarde en/of onderhoud. Een samengesteld kozijn of een kozijn met extra toepassingen valt vaak duurder uit doordat er meer bewerkingen moeten worden verricht.

Samenstelling 01+02+03

Voor de toepassing in de projecten zal er gebruik worden gemaakt van een houten kozijn met een thermische onderbreking in combinatie met driedubbel glas (zie bijlage 4.8) (33). De plaatsing van het kozijn in het hart of buiten kant van de isolatielijn (zie warmteverloop) is de meest efficiënte manier om koudelekken te beperken (9).



Figuur 27: Passief houten kozijn

10.7.2.3 Kierdichting kozijn aansluiting



Figuur 28: Luchtdicht maken kozijn aansluiting

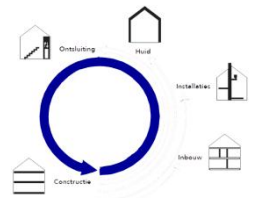
(33) www.passiefhuismarkt.nl

(9) www.passipedia.de

10.8 Dakconstructie in detail

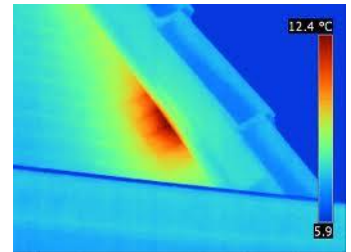
Eisen vanuit passief bouwen:
Analyse niveau:

$U < 0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$
Individueel per bouwmethode/deels overkoepelend
Rijwoningen en gestapelde woningen

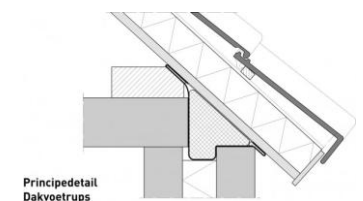
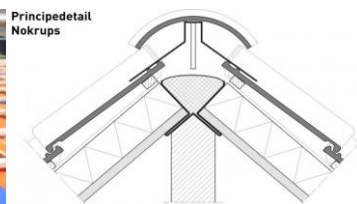


10.8.1 Warmteverloop

De kritische punten bij de dakelementen zijn veelal de aansluitingen bij de dakranden. Traditioneel wordt de aansluiting van de dakelementen dicht gezet met minerale wol. Door deze oplossing treden er snel warmtelekken op (figuur 30) (34). De bouwruops geeft hier een oplossing voor, doordat deze een constante maatvoering en naadloze aansluiting heeft. De bouwruops is een prefab isolatierups, die kan worden geplaatst bij de kritische aansluitingen van het dak. De kosten voor deze oplossing ligt rond de € 4,60/m¹ hoger dan de traditionele oplossing (35). (figuur 30)



Figuur 29: Warmte lekken traditionele manier



Figuur 30: Bouwruops

10.8.1.1 Schuindak (samenstelling 01+02+03)

De schuine daken van zowel de rijwoningen als de gestapelde woningen zal gebruik worden gemaakt van een prefabkap. Deze prefabkap zal worden uitgevoerd met een u-waarden van $0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Dit resulteert in een keper hoogte van 195mm (36). in plaats van 130mm. (traditioneel) en heeft een m² prijs van € 64,82. dit is € 14,82 duurder dan de traditionele kapconstructie (36).

10.8.1.2 Platdak

Samenstelling 01+03

Als platdak element zullen er xps isolatieplaten bovenop de cascoconstructie worden gebruikt. Deze isolatie platen zullen drukvast zijn en op afschot (2%) worden gelegd. Op het laagste punt van de constructie heeft het platte dak de minimale thermische isolatie eis van $0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. (200mm.). Deze isolatielaag heeft een gemiddelde kostprijs van € 44,50 per m². Dit resulteert in een meerprijs van € 6,90 per m² ten opzichte van de traditionele isolatielaag (gem. u-waarden= $0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$..

Samenstelling 02

De elementen van de prefab HSB constructie zullen zowel in het schuine dakvlak als het platdak worden toegepast door geïsoleerde gesloten elementen met als constructie de i-liggers.

10.8.1.3 Afwerking (Samenstelling 01+02+03)

De dakplaat zal met PVC-dakbanen worden afgewerkt. Deze afwerking komt voort uit een afweging tussen levensduur en recycling van het materiaal. Deze afwerklaag heeft een kostprijs van € 18,00 per m². (zie bijlage 4.7 voor de gehele analyse)

Aandachtspunten

Een aandachtspunt bij geïsoleerde daken is dat het nooit meer dan 20% beter isoleert dan de buitenmuur om vochtproblemen te voorkomen (34).

(36) www.Bouwruops.nl

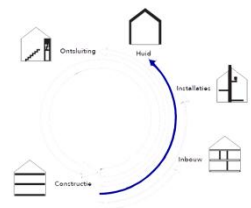
(34) www.Bouwtransparant.nl

(35) Unlin, Dakelementen, tarief 2011

10.9 Huid

Analyse niveau:

Individueel per bouwmethode
Rijwoningen en gestapelde woningen



De buitenafwerking van het gebouw hangt nauw samen met wat voor bouwmethode er is gekozen maar natuurlijk ook de architectonische waarden. Hier onder (Tabel 13) staan de keuzemogelijkheden die voortkomen met daarbij de eigenschappen per type.

11.9.1 Eigenschappen

Afwerking	Materiaal	Dikte in mm.	Milieuklasse	Levensduur	Prijs per m2
Steen strips	Keramische steen	17mm.	3a	80	€ -
Steen strips geïsoleerd	PUR(23mm)+keramische steen $R_c = 1,31W/m^2K$	40 mm.	2a	80	€ 110,00
Stucwerk	Edelpleister	1-6mm.	-	75	€ 46,85
Beplating	-	-	-	40	€ 73,75
Metselwerk	Baksteen	100mm.	1a	-	€ 69,70

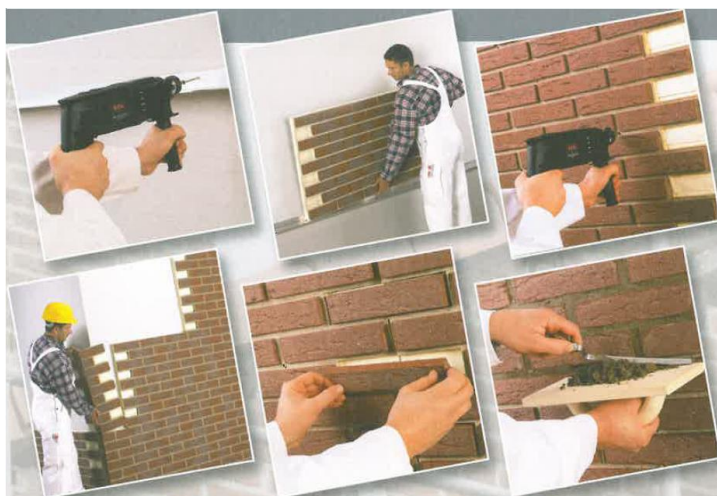
Tabel 13: Afwerking systemen

Kosten inclusief plaatsing en toebehoren.

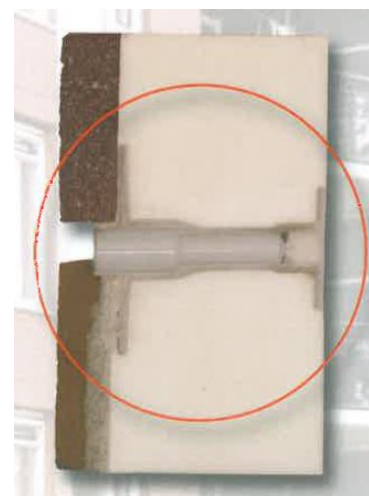
Door dezelfde uitstraling te behouden bij alle samenstelling zal de kostenanalyse een zo realistisch mogelijke insteek krijgen.

Samenstelling 01+02+03

Er kan gekozen worden voor een traditionele baksteen buitenblad. Bij de traditionele opbouw zal dit ook het geval zijn. Het nadeel van de toepassing van deze afwerking in combinatie met HSB elementen of ICF is de dikte van deze afwerking. Het is efficiënter om direct op deze elementen de afwerking te plaatsen. Met steenstrips kunnen dezelfde uiterlijke kenmerken worden gecreëerd. Met een dikte van 17mm. is deze afwerking aanzienlijk dunner. Deze oplossing is € 40,30 per m² duurder dan een traditionele gemetseld buitenblad (37).



Figuur 31: Montage, geïsoleerde steenstrips



10.10 Installaties

10.10.1 Technische ruimte

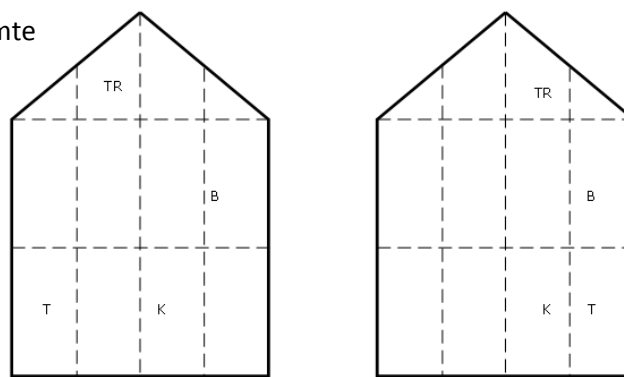
Er zijn verschillende eisen gesteld aan de technische ruimte van een woning. Aangezien er bij een passieve woning balansventilatie wordt toegepast, zijn de eisen in verband met geluid en doorstromingen strenger. Dit komt mede doordat het geluid opgesloten zit in de woning. Er zijn een aantal vaste uitgangspunten vastgesteld vanuit het SBR (Infobladen) (Zie bijlage 4.9).

10.10.2 Leidingverloop

Om een zo efficiënt mogelijke installatie te ontwerpen wordt er rekening gehouden met de situering van ruimtes en installaties. Een zo kort mogelijk leidingverloop is essentieel om dit te bereiken. Hieronder is afgebeeld wat hiermee wordt bedoeld en hoe dit bereikt kan worden. (figuur 33)

10.10.2.1 Principeruimte positionering en opstelplaatsen

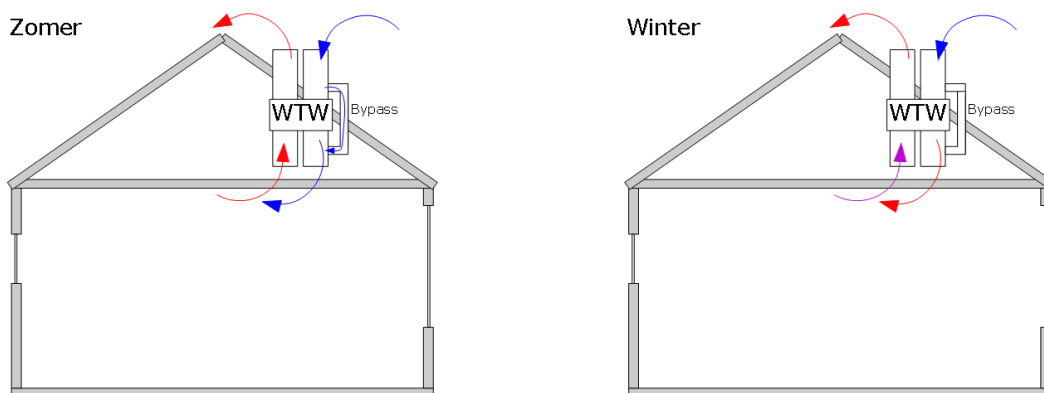
TR: Technische ruimte
B: Badkamer
T: Toilet
K: Keuken



Figuur 32 : ruimte verdeling verticaal

10.10.3 Verwarming/Ventilatie

In een passiefhuis wordt veelal geadviseerd door de extreme luchtdichting te verwarmen d.m.v. een ventilatiesysteem (zie ook de voorschriften vanuit SBR, hoofdstuk 3.2.3). Dit soort systemen hebben een constante aanvoer van verse lucht, dat resulteert in een hoog comfort. Door het toepassen van een warmtewisselaar met een temperatuurrendement van minimaal 90%, wordt de binnenkomende lucht verwarmd met de uitgaande lucht (winter situatie) zonder deze te mengen. In de zomersituatie zal een bypass ervoor zorgen dat de luchttoevoer bijdraagt aan de koeling van de woning (Topkoeling).



Figuur 33: Werking MV-WTW, zomer-/winter situatie

10.10.3.1 Geluid

Door de extreme luchtdichting, die zal worden toegepast, moet er extra aandacht worden besteed aan het inregelen en berekenen van dergelijke systemen. Door de hoge isolatieschil is het geluid van externe bronnen klein, alleen is de woning gevoeliger voor geluid wat in de woning wordt geproduceerd. Stromingsruis in de ventilatiekanalen is te voorkomen door goed afgeronde kanalen zonder scherpe bochten toe te passen en door de luchtsnelheden in de kanalen beperkt te houden. De luchtsnelheid wordt begrensd door geluidproductie en weerstanden. (Uitwerking zie bijlage 4.10)

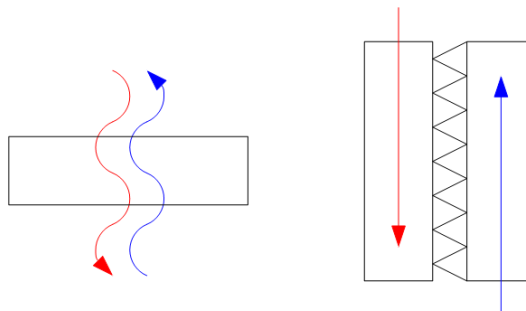
De volgende snelheden mogen niet overschreden worden:

- Hoofdkanalen: *toevoer 3 m/s, afvoer 3,5 m/s*
- Aftakkingen *naar roosters: toevoer 3 m/s, afvoer 3,5 m/s*

10.10.3.2 Bevochtiging

Een groot probleem wat zich voor doet bij balansventilatie met WTW in woningen is een slechte lucht kwaliteit. Dit kan door te weinig CO₂ of een te droge lucht. Hierdoor is het leefklimaat van de woning niet meer behaaglijk. Door de juiste luchtvochtigheid en CO₂ gehalte in een woning voelt de lucht warmer en comfortabeler aan en is beter voor de gezondheid. De relatievevochtigheidsgrens ligt tussen de 40% en 60%. Doordat er met een balansventilatie vele m³/h wordt rond gepompt daalt de luchtvochtigheid bij een buiten temperatuur van onder de 7 á 8 graden.

Doordat de ventilatielucht niet rechtstreeks in aanraking komt met warmere, relatief vochtigere lucht kan er geen vocht uit de oude lucht worden opgenomen. De verse lucht is dus per definitie droger. Bij een traditioneel systeem met ventilatieroosters mag je er vanuit gaan dat de verse ventilatielucht tijdens het opwarmen (binnen, door rechtstreeks contact met de oude binnenlucht) een deel van het vocht uit de oude lucht haalt. Het verschil tussen WTW- lucht en ventilatie roosterlucht vind je terug in de hoeveelheid condens die een WTW- installatie produceert. Om de vochtbalans in evenwicht te houden zou deze hoeveelheid condens in de ruimte terug moeten worden gebracht.



Figuur 34: Ventilatie via roosters, WTW-installatie

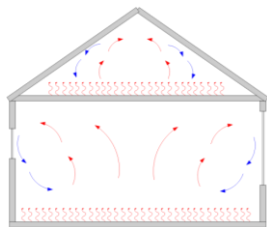
Er kunnen twee keuzes worden gemaakt. De eerste oplossing is het verlagen van de ventilatiehoeveelheid. De tweede oplossing die een uitkomst kan bieden, is een afgiftesysteem door het toepassen van planten of een bevochtiger.

10.10.3.3 (Bij) verwarming

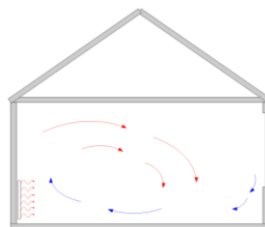
Stralingswarmte wordt als zeer prettig ervaren door veel mensen. Het kan dus zeker een toevoeging zijn op het concept om dit als optie te kunnen aanbieden in een woning. Belangrijke alternatieven zijn onder andere; vloerverwarming en infraroodverwarming.

De werking van een vloerverwarmingssysteem met betrekking tot luchtstromen is zeer gunstig doordat de straling van beneden komt en het dus de voeten warm houdt en het hoofd koel. Een nadeel bij waterverwarming is dat er een duurdere ketel in de woning moet worden geïnstalleerd.

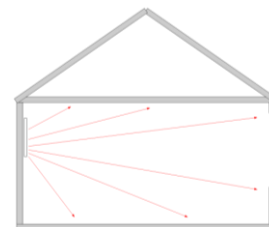
Met betrekking tot stralingswarmte zal een verwarmingspaneel met infraroodstraling niet dezelfde werking hebben als een radiator. Aan de warmtestroom is te zien, dat het vrij lastig is om een gelijkmatige opwarming te krijgen in een woning met een radiator en dat met infraroodstraling deze warmte veel geleidelijker is. Infrarood straling warmt echter niet de lucht op, maar juist de massa in de woning (38).



Figuur 37: Vloerverwarming



Figuur 35: Radiatoren

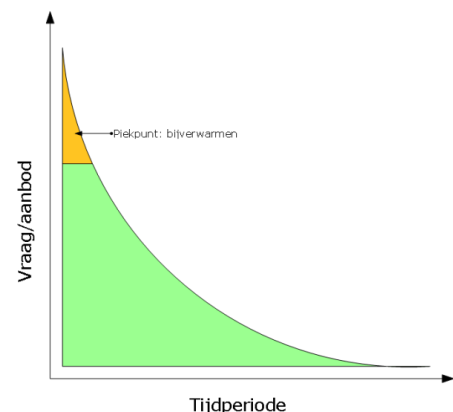


Figuur 36: Infrarood straling

10.10.4 Warm tapwater

Om de woning van warmwater te voorzien zal een zonneboiler worden geïnstalleerd. Dit systeem is zeer duurzaam en heeft een gemiddelde besparing tussen de 150 m³ en 200 m³ gas per jaar. Een gemiddeld persoon verbruikt ongeveer 50 liter van 45°C. Samenwonende starters zullen al snel een maximaal verbruik hebben van gemiddeld tussen de 50 en 135 liter per dag. Dit betekent dat er een boiler van minimaal 120 liter moet worden geïnstalleerd om een terugdringing van 40% tot 50% te krijgen.

Er zal een kleine HR++ketel worden geïnstalleerd om de woning te voorzien van warm tapwater als de zonneboiler tekort schiet in temperatuur of hoeveelheden. De zonneboiler moet werken via een doorstroomprincipe, het water wordt hierdoor opgewarmd met een warmtewisselaar en niet in de boiler zelf. In onderstaand schema is uitgebeeld wat de invloed is van deze toevoeging. Voor de tijdsperiode is uitgegaan van een jaar. (Zie bijlage 4.11)



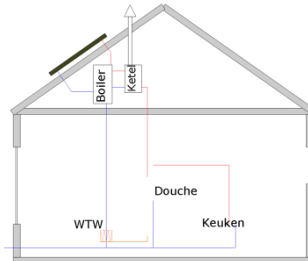
Figuur 38: Piekverwarming

10.10.4.1 Systeemeigenschappen

Type	Solesta blackline 2.0H (3,6GJ)
Grote zonnecollectoren	827mm. x 1603mm. (minimaal per woning benodigd 2,6m ²) (agentschap.nl)
Kosten zonneboiler	€ 1798,- (volgens offerte Zonneboilerspecialist.nl)(€650,- installatiekosten)
Type Ketel	HR++ Intergas Kompakt
Kosten Ketel	€680,- (volgens warmteservice.nl)

10.10.5 Douche WTW

Dit systeem zorgt dat warmwater voorverwarmd wordt door het al afgevoerde water. Dit systeem is te verkrijgen in een verticaal systeem en horizontaal systeem. Een douchewarmtewisselaar geeft een besparing van 25-30 % op het verbruik van het douche water. Als de installatieruimte op een bovenliggende verdieping of gelijkvloers is met de doucheruimte, wordt er pas een horizontaal systeem toegepast. Dit systeem heeft een iets lager rendement dan het verticale systeem. Een douche WTW kost al snel € 900,- . (voor overige hernieuwbare energie opties zie bijlage 4.11)

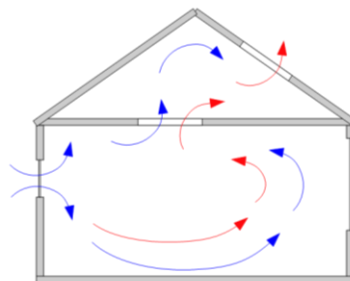


Figuur 39: Schema leidingen en installaties

10.10.6 Zomer-/nachtkoeling

Naast de topkoeling door het verwarmingssysteem moet er om de juiste temperatuur te krijgen extra zomer-/nachtkoeling worden gecreëerd. De toevoer van de zomernachtventilatie wordt geplaatst op de begane grond. Afvoer van de nachtventilatie kan worden geplaatst op een boven gelegen verdieping of in spiegelbeeld, zodat er een trek veroorzaakt wordt.

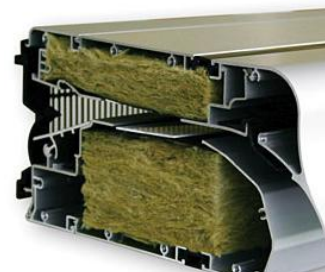
Bij gebrek aan thermische massa verliest zomer-/nachtkoeling zijn doel. Tijdens de nacht daalt de temperatuur geleidelijk aan maar niet tot de gewenste temperatuur. En overdag warmt de woning zeer snel weer op, wat zal lijden tot oververhitting.



Figuur 40: Principe zomer-/ nachtkoeling



Figuur 41: Gevelroosters



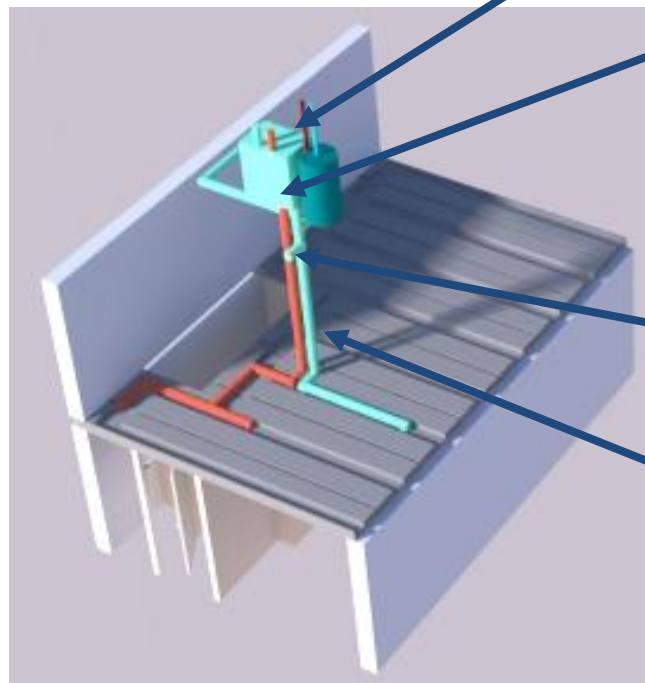
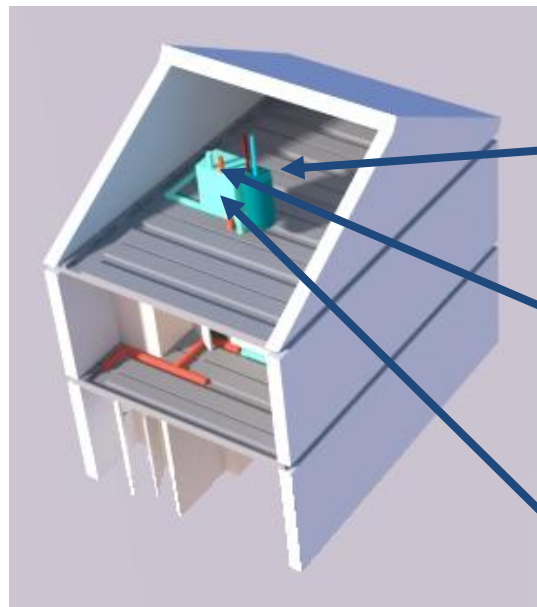
Figuur 42: Thermisch geïsoleerd raamrooster

Een groot aandachtspunt is de inbraakwerendheid van de grote gevelroosters. Door het toepassen van rooster met het politiekeurmerk kunnen er problemen worden voorkomen. Ook kan er worden gekozen voor roosters boven het kozijn (afbeelding 42). Kijk voor een totaal overzicht en de toepassing van de type roosters in bijlage 4.12.

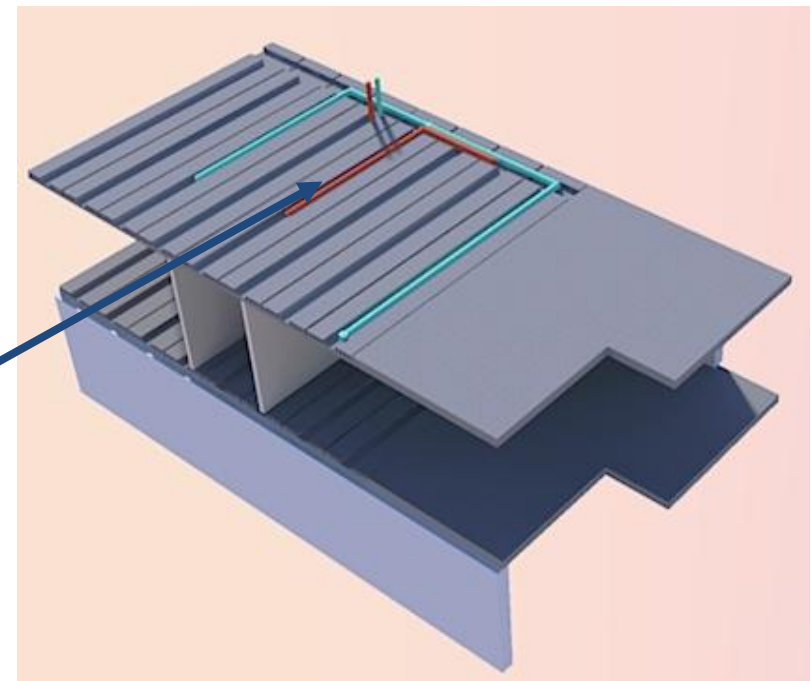
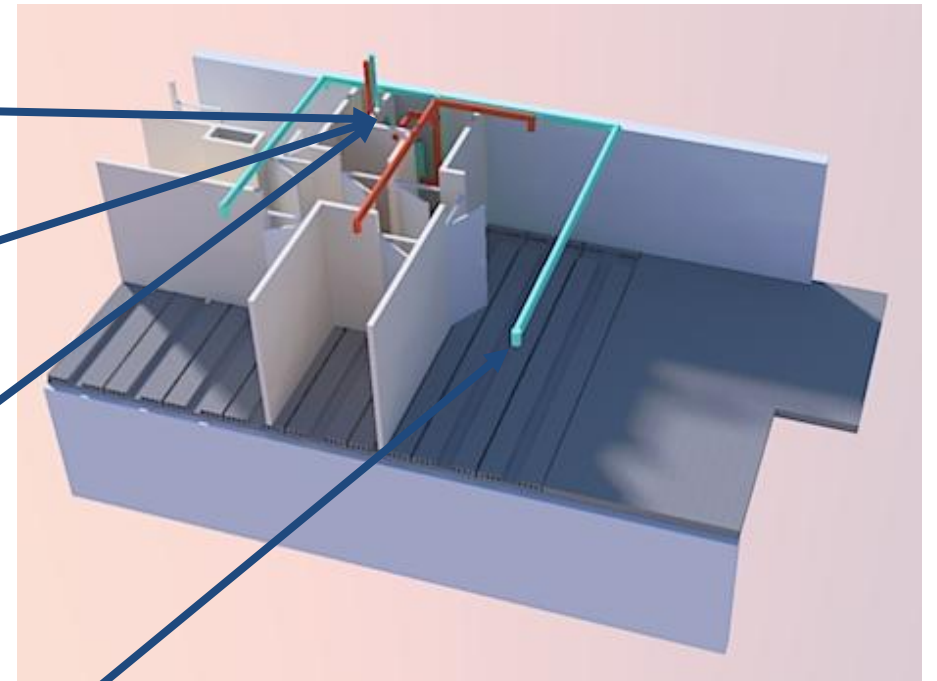
10.10.7 Leidingverloop

Vanuit onderzoek zijn verschillende uitkomsten die samen komen in de ontwerpen. Hieronder is het leidingverloop door de leidingvloeren weergegeven. De rode leidingen geven de afzuigpunten weer en de groene leidingen de aanvoerpunten van de MV.

10.10.7.1 Rijwoningen



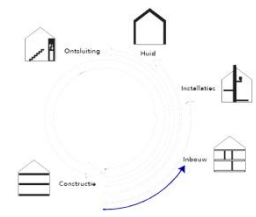
10.10.7.2 Gestapelde woningen



10.11 Inbouwelementen

Analyse niveau:

Overkoepeld over allen bouwmethodes
Rijwoningen en gestapelde woningen



Het casco is op een manier ingericht dat de inbouw van de woning naar de persoonlijke wens van de bewoner ingericht kan worden. De basis indeling zal worden gebruikt als onderlegger om in een latere fase een uitspraak te doen over de totale kosten.

10.11.1 Eigenschappen

Materiaal /systeem soort	Dikte	Flexibiliteit	Arbeid	Geluid	Installatie verwerking	Milieu klasse	Prijs per m ²
Metalstud	90 mm.	+	-/+	+	+	a3	€ 63,92
Hout en regelwerk	100 mm.	+	-/+	+	++	a1	€ 75,71
Faai 70mm.	70 mm.	++	+	++	+	b2	€ 71,25
GIBO 70mm.	70 mm.	-	-	+	-/+	a3	€ 30,30
Cellenbeton VHE	70 mm.	-	+	+	-/+	a3	€ 64,00
MasterWall	100mm.	++	+	+	++	a1	€ 50,00

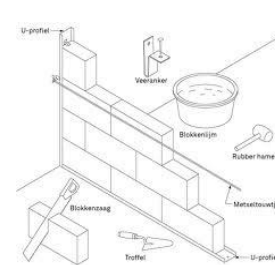
De traditionele manier van bouwen met Giboblokken geeft veel vrijheid binnen de uitvoering, alleen bij het verwerken van installaties is dit nadelig (extra bewerking, bouwstof en verwerkingstijd). Masterwall heeft dit probleem niet, er hoeven geen leidingen meer gevreesd te worden en kan al in de ruwbouw moeten worden verwerkt (Bouwtijd verkorting) (39). Er zal dus naarmate de gewenste flexibiliteit een keuze worden gemaakt tussen deze twee systemen. Er moet wel rekening worden gehouden met een meerprijs van € 20,00 per m².



Figuur 45: Faai



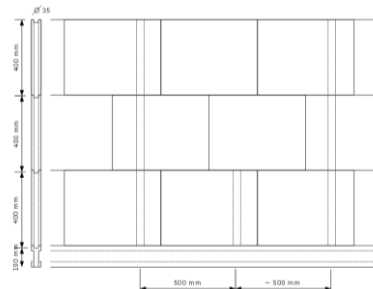
Figuur 44: Metalstud



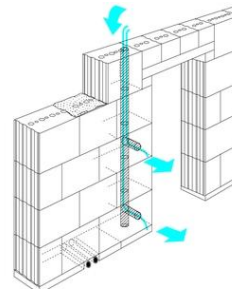
Figuur 43: GIBO

10.11.2 Optimalisatie KZS

Bij de het toepassen van een uit KZS opgebouwd casco kan er gebruik gemaakt worden van KZS-blokken met prefab leidingkokers (KS-Quatro-E blokken). Door de toepassing van deze blokken wordt er naar de koper toe in flexibiliteit gewonnen. Het prijsverschil tussen de verschillende producten is nihil (39). (verdere toelichting in de bijlage 4.13)



Figuur 47: KS-Quatro-E blokken

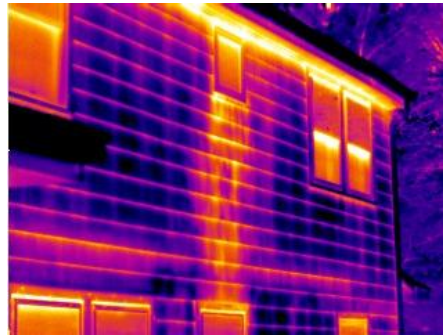
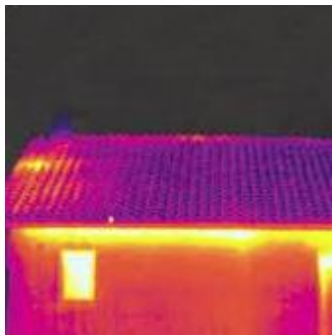


Figuur 46: KS-Quatro-E blokken

11.0 Kwaliteitscontrole

11.1 Infrarood foto's

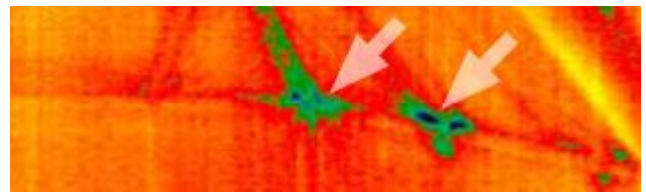
Door voor de oplevering foto's te maken van de kritische aansluitingen in de woning, kan er worden gegarandeerd, dat de woning op een juiste manier is geïsoleerd. Hiermee kan bewezen worden, dat er ook echt wordt voldaan aan de voorwaarden van passief bouwen. Hieronder zijn foto's te zien waar details verkeerd uitgevoerd zijn.



Figuur 48: Verkeerd aangebrachte gevelisolatie



Figuur 50: Niet afgedopte vloerkanalen



Figuur 49: Geen kierdichting spanten

11.2 Blowerdoortest

D.m.v. een blowerdoortest wordt de luchtdichtheid van een woning gecontroleerd. Deze test is verplicht als men een passiefhuiscertificaat wil behalen. De test zal op een tweetal momenten worden afgenomen om er voor te zorgen, dat als er in de uitvoering fouten worden gemaakt waardoor de luchtdichtheids eis niet wordt behaald, dit nog kan worden hersteld.



Figuur 52: Principe Blowerdoortest



Figuur 51: Blowerdoor

Door een Blowerdoor te installeren tussen de binnen- en buitenomgeving kan er een drukverschil worden gecreëerd van 0 tot 100pa. Hierbij wordt er gemeten hoeveel van deze lucht weglekt. Per test worden er twee metingen gedaan, een over- en een onderdrukmeting met een genormaliseerd drukverschil van 50pa (34).

12.0 Economie, milieu en gebruikswaarde

12.1 Multiculteria analyse rijwoning

	Uitgangspunten of Referentiewoning zie bijlage 05	SS-01: Traditioneel +	SS-01 + Cellenbeton	SS-02: HSB	SS-02 + HSB + Traditioneel	SS-02 ++ HSB + Cellenbeton	SS-03: ICF	SS-03 + ICF + Traditioneel	SS-03 ++ ICF + HSB
Ontwerp									
Ruimteverlies binnen per verdp.		0 m ²	0,4 m ²	0,5 m ²	0,4 m ²	0,5 m ²	0 m ²	0 m ²	0,2 m ²
Totaaldikte muur		385mm.	385mm.	485mm.	485mm.	485mm.	390mm.	390mm.	485mm.
Flexibiliteit (Vormen)		++	+	-/+	-/+	-/+	+	+	-/+
Flexibiliteit (In uitvoering)		-/+	-	+	-/+	-/+	++	++	-/+
Flexibiliteit (Na uitvoering)		+	+	++	++	++	-/+	-/+	++
Levensduur, onderhoud		-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	-/+
Milieubelasting		+	+	++	++	++	-/+	-/+	+
Bouwfysisch									
Thermisch isolerend verm. gem.	0,15 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,148 W/m ² K	0,148 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,126 W/m ² K	0,126 W/m ² K	0,148 W/m ² K
Geluidsisolerend vermogen	Maximaal	++	++	+	+	++	++	++	+
Energiegetal ruimteverwarming	15 KW/m ² /j	8 KW/m ² /j	8 KW/m ² /j	8 KW/m ² /j	8 KW/m ² /j	8 KW/m ² /j	7 KW/m ² /j	7 KW/m ² /j	8 KW/m ² /j
Oververhitting	3,42%	37%	37%	38%	38%	38%	37%	37%	38%
Maatregelen	Als nodig	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Haalbaarheid									
Investering (kale bouwkosten)	€ 60.786,71	€ 71.156,93	€ 71.285,33	€ 76.210,32	€ 72.835,57	€ 72.646,55	€ 68.612,84	€ 69.088,93	€ 70.020,38
Tijdgebonden kosten per woning	€ 5.555,56	€ 5.813,95	€ 4.672,89	€ 2.333,33	€ 3.496,50	€ 2.923,97	€ 3.787,88	€ 4.385,96	€ 3.378,38
Totale kosten per woning	€ 66.342,27	€ 76.970,88	€ 75.958,22	€ 78.543,65	€ 76.332,07	€ 75.570,52	€ 72.400,72	€ 73.474,89	€ 73.398,76
Woningen per week (bouwtijd)	> 0,9	0,86 Woningen/week	1,07 Woningen/week	2,14 Woningen/week	1,43 Woningen/week	1,71 Woningen/week	1,32 Woningen/week	1,14 Woningen/week	1,48 Woningen/week
Meer investering tov referentie woning in € (kale b.k.)		€ 10.619,60	€ 10.498,62	€ 15.423,61	€ 12.048,86	€ 11.859,84	€ 7.704,50	€ 8.150,19	€ 9.405,19
Meer investering tov referentie woning in % (kale b.k.)		17,06 %	17,27%	25,37 %	19,82 %	19,51 %	12,87 %	13,48 %	15,19 %
Meer investering tov referentie woning in % (kale b.k.+tijd gb.k.)		16,05 %	14,49 %	18,39 %	15,06 %	13,09 %	9,14 %	10,73 %	10,64 %
Kosten per m ³ (kale b.k.+tijd gb.k.)	€ 204,13	€ 236,83	€ 234,42	€ 242,55	€ 234,86	€ 232,52	€ 222,40	€ 226,07	€ 225,84
Kosten per m ² Gevel (Thermische schil)	€ 152,80	€ 207,07	€ 210,56	€ 240,00	€ 240,00	€ 240,00	€ 202,62	€ 202,62	€ 240,00
Installatie technisch									
Regelbaarheid	Per functie	+	+	+/-	+	+	+	+	+
Onderhoud technisch		+	+	++	+	+	+	+	+
Uitvoering									
Flexibiliteit in maatvoering		+	-/+	-	-/+	-/+	+	+	-/+
Handelingen		-	+	++	+	+	+	-/+	+
Risico op bouwfouten		-/+	+	++	++	++	+	+	++
Arbo technisch		+	+	++	++	++	+	+	++
Eigen ervaringen		+	-	-/+	-/+	-/+	--	--	-
Bouwtijd		-/+	+	++	+	++	+	+	++

12.2 Multicriteria analyse gestapelde woningen

	Uitgangspunten of Referentiewoning zie bijlage 05	SS-01: Traditioneel +	SS-01 + Cellenbeton	SS-02 : HSB	SS-02 + HSB + Traditioneel	SS-02 ++ HSB + Cellenbeton	SS-03: ICF	SS-03 + ICF + Traditioneel	SS-03 ++ ICF + HSB
Ontwerp									
Ruimteverlies binnen per verdp.		0 m ²	0,4 m ²	0,5 m ²	0,4 m ²	0,5 m ²	0 m ²	0 m ²	0,2 m ²
Totaaldikte muur		385mm.	385mm.	485mm.	485mm.	485mm.	390mm.	390mm.	485mm.
Flexibiliteit (Vormen)		++	+	-/+	-/+	-/+	+	+	-/+
Flexibiliteit (In uitvoering)		-/+	-	+	-/+	-/+	++	++	-/+
Flexibiliteit (Na uitvoering)		+	+	++	++	++	-/+	-/+	++
Levensduur, onderhoud		-/+	-/+	-/+	-/+	-/+	+	+	-/+
Milieu belasting		+	+	++	++	++	-/+	-/+	+
Bouwfysisch									
Thermisch isolerend verm. gem.	0,15 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,148 W/m ² K	0,148 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,126 W/m ² K	0,126 W/m ² K	0,148 W/m ² K
Geluidsisolerend vermogen	Maximaal	++	++	+	+	++	++	++	+
Energiegetal ruimteverwarming	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j	15 KW/m ² /j
Oververhitting	5%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%	13%
Maatregelen	Als nodig	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Haalbaarheid									
Investering (kale bouwkosten)	€ 67.329,91	€ 76.369,29	€ 75.800,48	€ 82.788,83	€ 77.739,29	€ 76.557,77	€ 80.159,83	€ 79.557,66	€ 83.138,35
Tijdgebonden kosten per woning	€ 5.555,56	€ 5.813,95	€ 4.950,49	€ 2.475,25	€ 3.703,70	€ 3.086,41	€ 4.000,00	€ 4.629,63	€ 3.571,43
Totale kosten per woning	€ 72.885,47	€ 82.183,24	€ 80.750,97	€ 85.264,08	€ 81.442,99	€ 79.644,18	€ 84.159,83	€ 84.187,29	€ 86.709,78
Woningen per week (bouwtijd)	> 0,9	0,86 Woningen/week	1,01 Woningen/week	2,02 Woningen/week	1,35 Woningen/week	1,62 Woningen/week	1,25 Woningen/week	1,08 Woningen/week	1,40 Woningen/week
Meer investering tov referentie woning in €		€ 9.039,38	€ 8.470,57	€ 15.458,92	€ 10.409,38	€ 9.227,86	€ 12.117,15	€ 12.227,75	€ 14.930,20
Meer investering tov referentie woning in % (kale b.k.)		13,43 %	12,58 %	22,96 %	11,25 %	13,71 %	19,06 %	18,16 %	23,48 %
Meer investering tov referentie woning in % (kale b.k.+tijd gb.k.)		12,75 %	10,28 %	16,46 %	15,46 %	8,79 %	14,97 %	14,99 %	18,45 %
Kosten per m ³	€ 338,56	€ 382,25	€ 375,58	€ 396,58	€ 378,80	€ 370,44	€ 319,44	€ 391,57	€ 403,30
Kosten per m ² Gevel (Thermische schil)	€ 152,80	€ 207,07	€ 210,56	€ 240,00	€ 240,00	€ 240,00	€ 202,62	€ 202,62	€ 240,00
Installatie technisch									
Regelbaarheid	Per functie	+	+	+/-	+	+	+	+	+
Onderhoud technisch		+	+	++	+	+	+	+	+
Uitvoering									
Flexibiliteit in maatvoering		+	-/+	-	-/+	-/+	+	+	-/+
Handelingen		-	+	++	+	+	+	-/+	+
Risico op bouwfouten		-/+	+	++	++	++	+	+	++
Arbo technisch		+	+	++	++	++	+	+	++
Eigen ervaringen		+	-	-/+	-/+	-/+	--	--	-
Bouwtijd		-/+	+	++	+	++	+	+	++

De begrotingen en berekeningen waarop deze analyse is gebaseerd zijn terug te vinden in bijlage 09

13.0 Conclusie bouwsystemen

Samenstelling 01 (ss-01) (Principe details zie bijlage08), is het bouwsysteem dat traditioneel is opgebouwd. Een nadeel van deze samenstelling is het aantal handelingen en de bouwtijd. Het systeem is hierdoor ook gelijk een stuk duurder. Door de vele handelingen is het risico op bouwfouten groter. Dit risico kan worden beperkt door het gebruik van cellenbeton verdiepingshoge elementen.

Samenstelling 02 (ss-02) (Principe details zie bijlage08), bestaat uit een constructie die gemakkelijk mee kan groeien in de duurzaamheidswens en is flexibel in vormgeving. De uitvoering is minder bekend, maar door het prefab vervaardigen van de elementen ontstaat een snelle bouwtijd en verminderd het risico op bouwfouten aanzienlijk. In combinatie met een cellenbeton draagconstructie is dit bouwsysteem zeer rendabel.

Samenstelling 03 (ss-03) (principe details zie bijlage08), het product waar de buitengevels zijn opgebouwd uit een verloren bekisting, is vrijwel nog niet op grote schaal toegepast in Nederland. De ervaring van dit systeem in de markt is echter een risico. Het is ook nog de vraag of de koper openstaat voor dit soort veranderingen. Nadelig is ook, dat het product niet prijsvast is door de olie - afhankelijkheid. Een zeer groot voordeel is de flexibiliteit in de realisatie voor de bewoner. De bouwsnelheid, waarmee het casco zal worden gebouwd, is op advies van D. de Vries (Directeur, duurzaam bouwblok). Het gevaar is, dat de bouwsnelheid niet zal worden gehaald en hierbij dit systeem veel duurder uitvalt.

Aan de hand van deze analyse kan worden geconcludeerd dat in verhouding van investering/risico tussen samenstelling SS02 en SS03 minimaal is, als de tijd gebonden kosten meegerekend worden. Deze kosten(risico's) kunnen bij samenstelling 03 hoger uitvallen door onervarenheid en prijsafhankelijkheid van externe factoren (olie vervaardigd). Doorgekoppeld naar de doestelling, gesteld in het vooronderzoek, wordt er gekozen voor een combinatie tussen; HSB-elementen (samenstelling 02) en cellenbetonelementen. Doordat de juiste elementen prefab vervaardigd kunnen worden is er aanzienlijk minder risico en meer flexibiliteit. (Zie bijlage 4.17: uitvoeringsstappen). Met de toepassing van de leidingvloeren in combinatie met de Materwall blokken wordt er optimale flexibiliteit ingebouwd. In afweging moet wel meegenomen worden, dat dit systeem (Masterwall) extra investeringen vereist. Het cascosysteem leent zich er ook voor om mee te groeien in de duurzaamheidswens, als deze buiten de passief-eis valt. Dit door de demontabele hoofdelementen. Hierdoor is het concept ook binnen een gesloten cyclus van de cradel-2-cradel filosofie te plaatsen. (zie bijlage 4.18: uitvoeringsstappen en life cyclus analyse).

Er moet niet vergeten worden dat een woning een meerinvestering vereist van z'n 14%(rijwoningen) en 10%(gestapelde woningen). Deze meerprijs is nu bij een ideale situatie berekent. Om dezelfde prestatie-eisen op een woongebouw of woonblok met een ongunstige ligging en compactheid te behalen zal dit een meerinvestering, tussen de 18%-20% of meer, tot gevolg de meerprijs van €11.859,84 (rijwoning) en € 9.227,86 (gestapelde woning) kan deels nog worden opgevangen door de NHG-norm. Maar dat er dus mogelijk problemen ontstaan bij het financieren van de woning voor de koper is wel duidelijk. Ook is hierin nog niet meegewogen of de koper deze meerkosten wel wilt betalen.

Deel IV Conclusies



14.0 Verdienmodellen

14.1 Cumulatieve woonlasten

Door een aantal standaardwaarden vanuit voorgaand onderzoek kan er een globale berekening worden gemaakt voor de woonlasten met betrekking tot terugverdientijd ten opzichte van de referentie projecten (standaard ontwerpen) die een epc: 0,8 hebben.

Uitgangspunten:

Energiestijging per jaar: 8%

Meerprijs: 14%

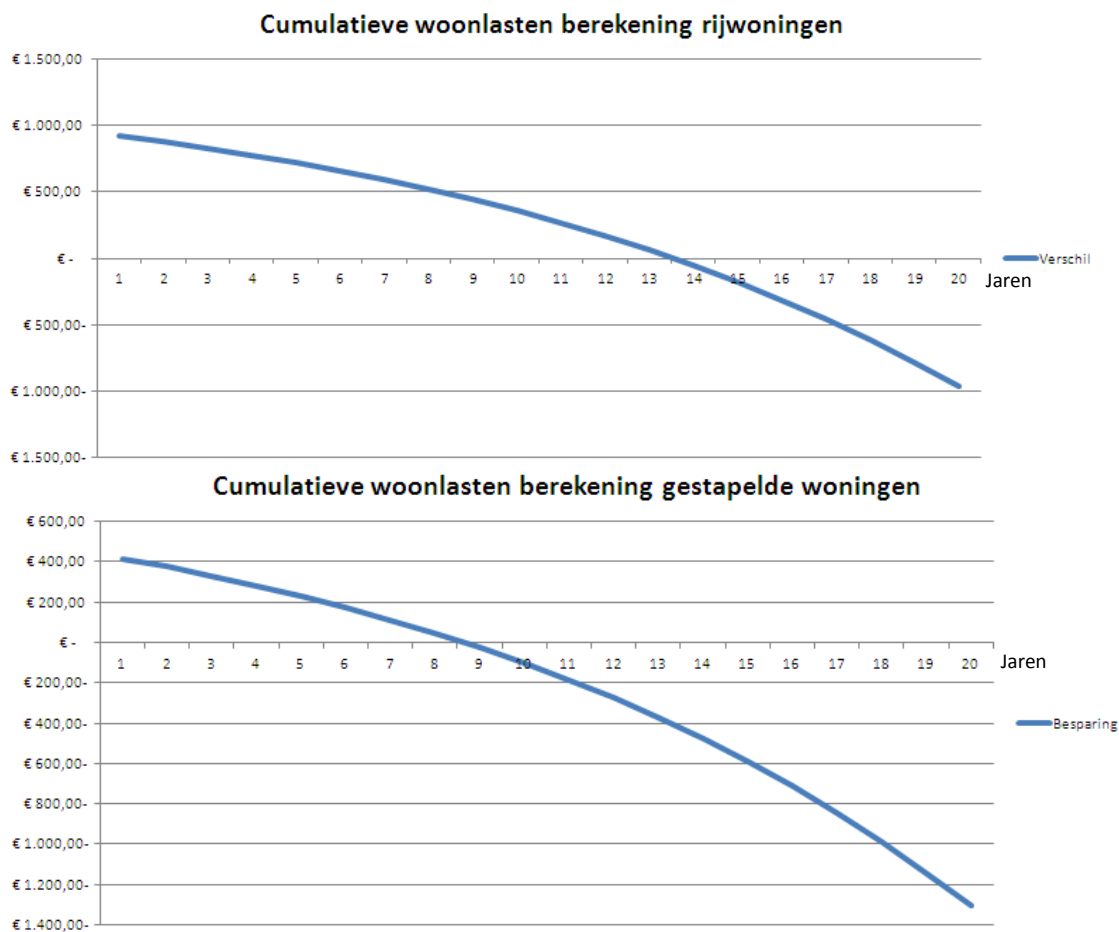
Voordelen: € 8000,- Rentevrij, minder rente op totaal vreemd vermogen

Onderhoudlasten passief rijwoning: € 80,-

Onderhoudlasten referentie rijwoning: € 183,-

Onderhoudlasten passief gestapelde woning: € 64,59

Onderhoudlasten referentie gestapelde woning: € 157,25



Figuur 53: Cumulatieve woonlasten berekeningen

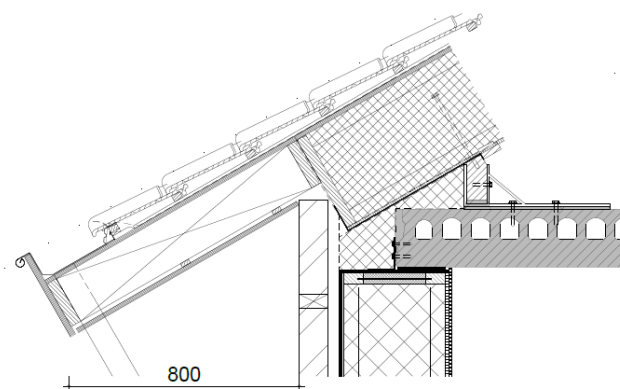
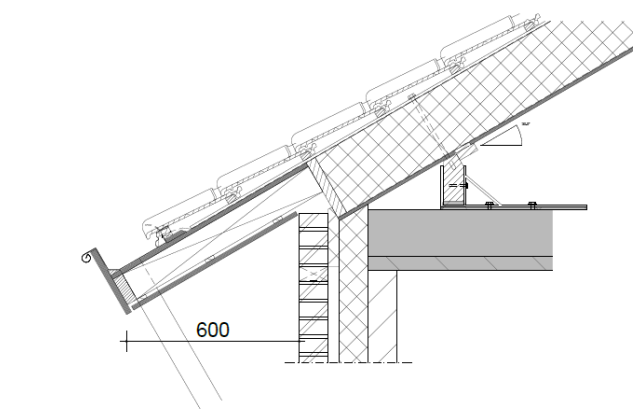
Bovenstaande grafiek is de uitkomst van bijlage 7.2. Deze grafiek geeft weer dat voor, de rijwoning een terugverdienperiode van 13 jaar staat. Voor de gestapelde woningen staat een gemiddelde terugverdienperiode van ruim 8 jaar. Hierin zijn alle kosten, die door de bewoner betaald moeten worden (Onderhoud, hypotheek, energielasten...), meegenomen.

⁽⁴⁶⁾ PHPP-nl, 2007

⁽⁴⁷⁾ www.beheerenonderhoudkosten.nl

15.0 Aanpassingen ontwerp

15.1 Gevelbeeld rijwoningen



Gootoverstek tegen oververhitting

Goot overstek vergroot tot bovenkant kozijn
200mm. gezakt

Raamverkleining Noord gevel:

Glas opp.:

Oude situatie: 1m²

Nieuwe situatie: 0,5m²

Daglicht toetreding Kamer noordzijde

Oude situatie: 22%

Nieuwe situatie: 11%



Noord gevel
Oude situatie



Noord gevel
Nieuwe situatie (Passief)

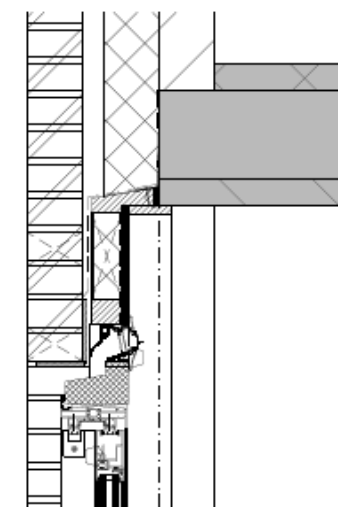


Zuid gevel

Zonnecollector voor de zonneboiler



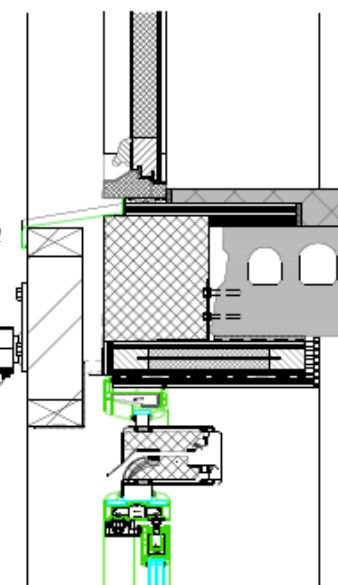
Zuid gevel



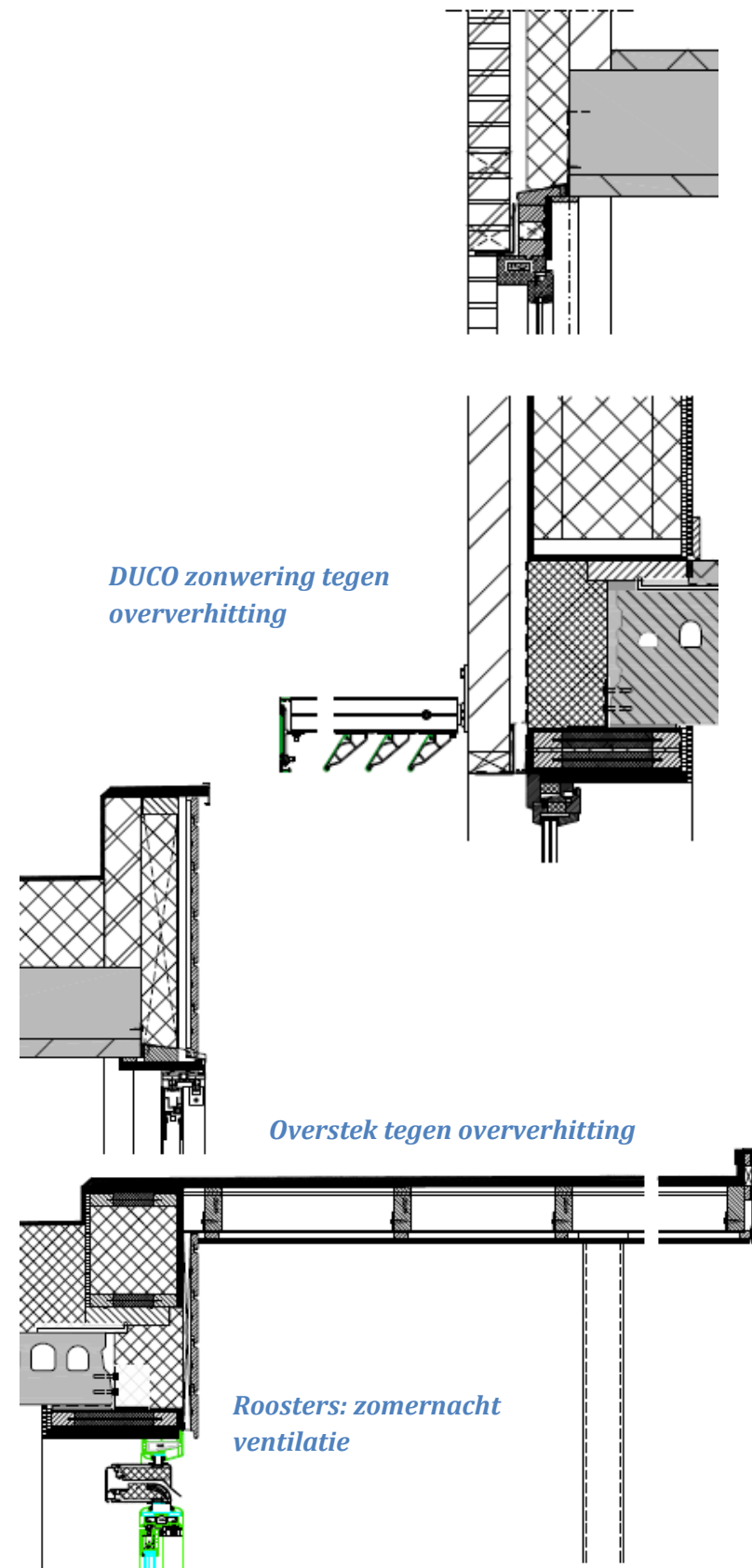
DUCO zonwering tegen oververhitting



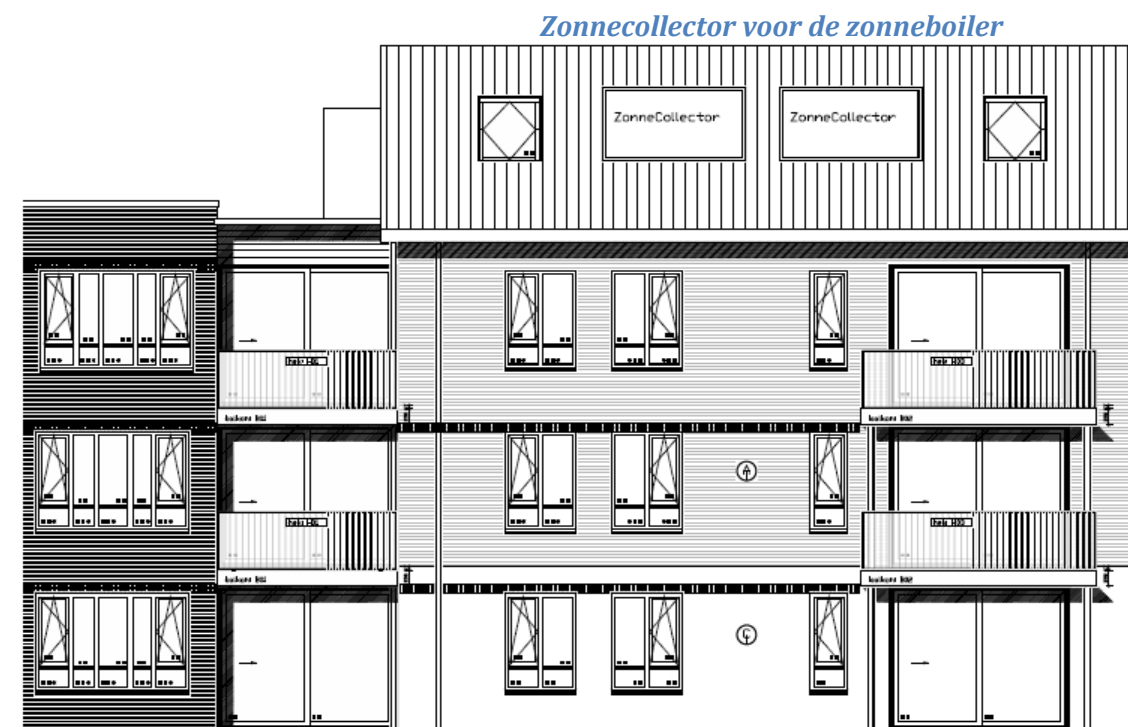
Roosters: zomernacht ventilatie



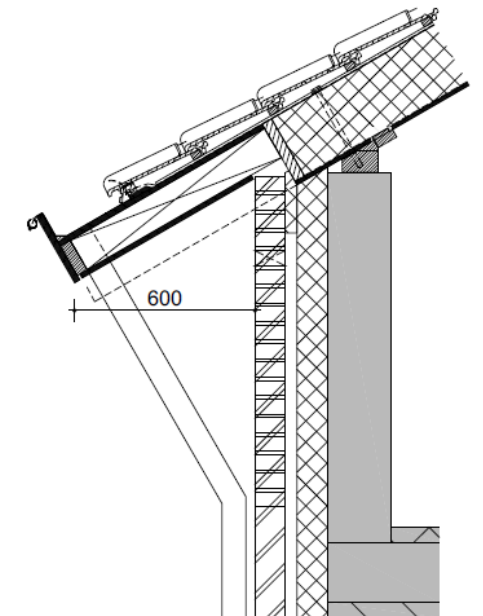
15.2 Gevelbeeld gestapelde woningen



Oude situatie

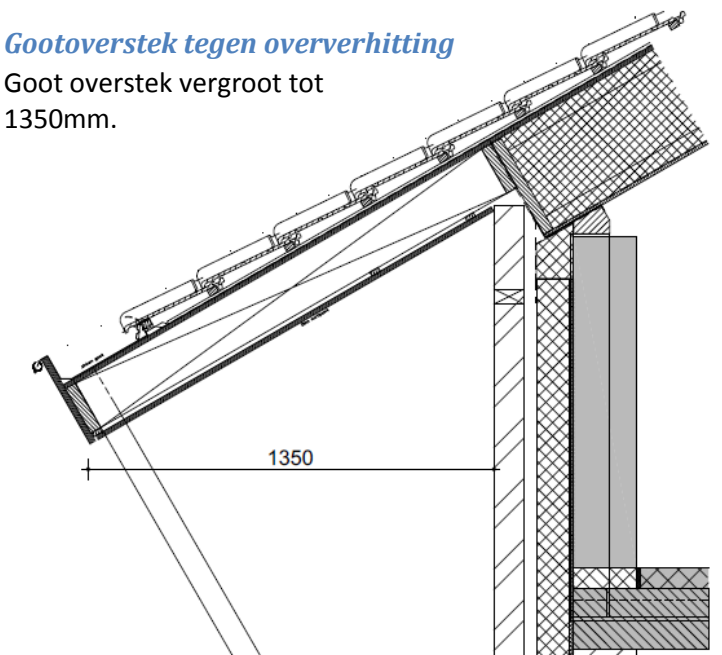


Nieuwe situatie (Passief)



Gootoverstek tegen oververhitting

Goot overstek vergroot tot 1350mm.



16.0 Eindconclusie

Passief bouwen is een keuze! Een groot aandachtspunt voor het bouwen van een passieve woning is het voorlichten van de bewoner. Het leven in een energiezuinige woning vraagt een ander soort leefgedrag. Daarom is het belangrijk dat bij het ontwerpen van een woning altijd kritisch naar de levensstijlen van de doelgroep wordt gekeken. Dit zal ervoor zorgen dat een woning in de uiteenlopende energievraag kan voorzien zonder dat het inefficiënt wordt.

De controle bij de uitvoering van de luchtdichting en installaties is zeer belangrijk. Goed overleg en het eventueel afsluiten van prestatiecontracten met installateurs kan hier een oplossing voor bieden. Door te zorgen dat elke partner medezorg draagt en een beter resultaat behaald bij het correct afleveren van zijn of haar werk, zal de motivatie bevorderen.

De keuzes van de juiste ketenpartners is hierin zeer belangrijk. Selecteren op de goedkoopste aanbieder kan in het onderdeel installaties heel risicovol zijn. De installateur met meer ervaring kan er voor zorgen dat er niet na oplevering of nog in de uitvoeringsfase calamiteiten ontstaan. Ook van projectleiders, werkvoorbereiders en uitvoerders zal meer worden gevraagd. Het duidelijk en helder formuleren en uitdenken van communicatie en werkinstructies kunnen in veel gevallen fouten voorkomen.

De maatschappelijke en politieke druk die wordt uitgeoefend zal zorgen dat installaties, die nu nog een grote investering vergen, steeds aantrekkelijker worden. Investeringskosten zijn sterk afhankelijk van de marktwerving en ontwikkeling. Zo zijn zonnepanelen qua prijsniveau, bijna gehalveerd, in de afgelopen paar jaar, mede door het importeren van dit soort systemen.

Een grote aantrekkelijkheid om een energiezuinige woning of een toekomst bestendige woning te kopen is de verkoopbaarheid als men gaat verhuizen. Met de energieprijsstijgingen zal de verkoopbaarheid van de woning in de toekomst alleen maar toenemen.

De uitkomsten van dit onderzoek hebben dus inzichten gegeven dat een passieve woning wel degelijk technisch realiseerbaar is, maar dat de stap naar passief bouwen nog te duur is voor de markt. De maatregelen die zijn toegepast om een passieve woning te creëren kunnen ook deels worden toegepast. Door de toepassing van ander soort verwarmingssystemen (bijvoorbeeld een combi –zonneboiler in combinatie met een CO₂-gestuurd ventilatiesysteem) of net een stapje terug in de toegepaste isolatielaag kan de woning als nog onder de NHG-norm vallen, maar is in financieel opzicht aantrekkelijker. Wel zal hiermee het verbruik van de woning hoger worden (maar nog steeds zeer energiezuinig). Door wel rekening te houden met de latere toepassing van bijvoorbeeld een warmtepomp, zal ervoor zorgen dat de woning in latere fase van de exploitatie gemakkelijk een upgrade kan ondergaan. Denk hierbij aan het vrijhouden van opstelplaatsen en het aanleggen van loze leidingen, zodat de installaties zonder veel bouwkundige toevoegingen kunnen worden geïnstalleerd.

De technische tekeningen van het eindproduct zijn terug te vinden in bijlage 10 en 11.

1. **passiefhuis platform.** Passiefbouwen. *Passiefhuis Platform*. [Online]
<http://www.passiefhuisplatform.be/>.
2. **Holland, Stichting PassiefHuis.** Wat is ph? <http://www.passiefhuis.nl/>. [Online] Stichting PassiefHuis Holland. Stichting PassiefHuis Holland.
3. **Boonstra, C., Clocquet, R., & Joosten, L.** *Passiefhuizen in Nederland*. Boxtel : Aeneas, 2006.
4. **7120:2011, NEN.** *Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode*. Delft : Nederlands Normalisatie-instituut, 2011.
5. **Wouter Notenbomer.** Infoblad 030 - Luchtdicht bouwen; klasse 2 en 3.
<http://www.sbr.nl/producten/infobladen>. [Online] Stichting Bouwresearch.
<http://www.sbr.nl/producten/infobladen/luchtdicht-bouwen-klasse-2-en-3>.
6. **BSc., Daniël Tulp.** *C2C-concept in de NLse woningbouw*. Eindhoven : Technische Universiteit Eindhoven, 2009.
7. **Haas, dr.ir. Michiel.** *NIBE basis werk deel 2*. Bussum : NIBE Research bv, 2008.
8. **NL Energie & Klimaat.** *Evaluatie leermomenten, investerings- en levensduurkosten van vijf EOS DEMO/UKR Projecten*. Utrecht : Trecodome/Winket B.V., 2012.
9. **Institute, Passive House.** <http://www.passipedia.de/>. [Online] Passive House Institute, Darmstadt, Germany.
10. *Duurzaam bouwen loont. ICDUBO*. 01, Rotterdam : ICDUBO, 2012, Vol. 2012.
11. **Dijkhuizen, ing. S.A.** *STRATEGISCH CONCEPTUEEL BOUWEN*. Twente : CONCEPTUEEL BOUWEN, 2009.
12. **Ligtvoet, Rogier Boogaard & Marloes.** *Starters aan zet*. Amsterdam : Inbo Adviseurs Ruimte & Vastgoed, 2007.
13. **CBS.** Consumenten Prijs Index. <http://statline.cbs.nl>. [Online]
<http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=81122NED&D1=0-2&D2=0&D3=a&D4=a&HD=120119-1037&HDR=T&STB=G1,G2,G3>.
14. **Garantie, Nationale Hypotheek.** Wijzigingen per 1 januari 2012. <http://www.nhg.nl>. [Online]
https://www.nhg.nl/nieuwsbrief-digitaal/oktober-2011/actueel.html?tx_dynamic_pi1%5BsearchFaq%5D=energielabel&no_cache=1#energielabel.
15. **Genugten, drs. Dirk van.** Groene hypotheek of klimaat hypotheek. <http://www.duurzaamthuis.nl>. [Online] <http://www.duurzaamthuis.nl/groene-hypotheek-of-klimaat hypotheek>.
16. **site, Nationale Hypotheek.** Klimaat hypotheek. <http://www.nationalehypotheeksite.nl/>. [Online] 2009-2010. <http://www.nationalehypotheeksite.nl/klimaat hypotheek.html>.

17. Hypotheken. <http://www.hypotheke.nl/>. [Online]
<http://www.hypotheke.nl/Hypotheken/lk+wil+een+woning+kopen/Hoeveel+kan+ik+lenen/Bereken+maximale+leenbedrag/>.
18. **Agentschap NL, NL Energie en Klimaat.** *Succesvol energieneutraal*. Utrecht : Agentschap NL, 2010.
19. **drs. M.A. Koning & M. van Elp, MSc LLM.** *Actuele situatie in de bouw*. Amsterdam : EIB, 2011.
20. **Isover, Saint-Gobian.** *Het Isover Multi-Comfort House*. Vianen : Saint-Gobian Isover, 2011.
21. **Clarysse, Benjamin.** klimaathuis. www.ecobouwers.be. [Online] Bond Beter Leefmilieu.
www.ecobouwers.be/klimaathuis.
22. **TNO, Infomil /.** Infomil / TNO. *Buitenzonwering en energiebesparing op verwarmen en koelen*. 2012.
23. **DUCO.** Concepten. *Duco suncontrol*. [Online] 2012. <http://duco.eu>.
24. **Beton, Alpha.** *PAMA Flex*. St. Vith : Alpha Beton Bv. Ba., 2012.
25. **Raes, Herman.** *Massief Passief Bouwen*. Wevelgem : Wienerberger, Recticel Insulation, 2012.
26. **Roos, M.** HRO. *Geluidsisolatie*. 2012.
27. **Herpen, Ir Ruud van.** *Passiefhuisconcept: brandveilig?* Zwolle : Adviesburo Nieman, 2011.
28. **Isobouw.** *Isolatie en isoleren, Slimfix © DECO*. Someren : Isobouw, 2012.
29. **.bv, De Langen vd Berg.** *Constructie advies, rijwoningen te Hoogvliet*. Bergambacht : sn, 2012.
30. **b-smart.** Funderingsmethode. <http://b-smartfundering.com>. [Online] <http://b-smartfundering.com/nl/Voordelen-B-smart-funderingsmethode>.
31. **ir. A.G.M. van Paassen, G. IJsseldijk & M.E.M.E. van Kuik,.** *Woningbouw, Prefab beton*. sl : VBI, Dycore, 2001.
32. **Leerstra, Douwe.** *Topdak, Meerhuis bv*. Bergambacht, 9 Mei 2012.
33. **huismarkt, passief.** passiefhuis-producten. <http://www.passiefhuismarkt.nl/>. [Online]
<http://www.passiefhuismarkt.nl/passiefhuis-producten/>.
34. **Noord-Holland, CO2-Servicepunt.** Downloads. <http://www.bouwtransparant.nl/>. [Online]
<http://www.bouwtransparant.nl/index.php?page=home>.
35. **Dakelementen, Unlin.** Unlin Dakelementen tarief 2011. sl : Unlin Dakelementen bv., 2012. Vol. 2011.
36. **B.V., Coolag Hamar.** Documentatie. <http://www.bouwrups.nl>. [Online] Rockwool Benelux B.V. .
<http://www.bouwrups.nl/documentatie/>.

37. **BV, Thermosteen - JBR import.** Productinfo. <http://www.thermosteen.dm-s.nl>. [Online] <http://www.thermosteen.dm-s.nl/productinfo>.
38. **Rofianda.** Warmte. www.rofianda.nl/warmte.php. [Online] http://www.rofianda.nl/warmte_voordelen.php.
39. **Meester, Herman.** *Masterwall*. 2012.
40. Passief Bouwen. *Stichting PassiefBouwen.nl*. [Online] <http://www.passiefbouwen.nl/>.
41. **Jahn, J., Airaksinen, M., Joosten, L., Boonstra, C., de Boer, B., Elswijk, M. & Mlecnik, E.** *Passiefhuis handleiding voor projectontwikkelaars*. Brussel : Promotion of European Passive Houses, 2007.
42. **PAESSCHEN, KARIANNE.** *ONDERZOEKSRAPPORT BUILDING TECHNOLOGY*. Delft : TU Delft, 2011.
43. +. [Online]
44. **Ir. Chiel Boonstra, Ir. Ragna Clocquet, Ir. Loes Joosten.** *Passiefhuizen in Nederland*. Boxtel : AEnas, 2006.
45. **Burke, Glenn.** Product info. <http://www.kiesmarvin.nl/>. [Online] <http://www.kiesmarvin.nl/NL/productinfo.aspx>.
46. **PHPP.** PHPP-nl-2007. *PHPP berekening*. Bergambacht : sn, 2012. 2007.
47. **Sdu.** Kosten. *Beheer en onderhoudskosten*. [Online] <http://www.beheerenonderhoudskosten.nl/>.