derksen | windt architecten

Energiezuinige architectuur

Een stappenplan waarin de gevolgen voor ontwerp, ontwerpvrijheid en de mogelijkheden voor een ontwerp komen te staan ten opzichte van de mate van energieverbruik

Gemaakt door:
Maaike Bron

Hogeschool Utrecht, Faculteit natuur en techniek

Energiezuinige architectuur

Een stappenplan waarin de gevolgen voor ontwerp, ontwerpvrijheid en de mogelijkheden voor een ontwerp komen te staan ten opzichte van de mate van energieverbruik

Gemaakt door:
Maaike Bron
1534319

Eindwerk aangeboden tot het behalen van
het diploma Bachelor of Built Environment

bij de
Faculteit natuur en techniek
Bouwkunde

Bedrijf: derksen | windt architecten
1e begeleider: Jur Jonges
2e begeleider: Liza Looijen-Bader
Juni 2011

Voorwoord

Deze scriptie is geschreven ter afsluiting van de studie bouwkunde aan de hogeschool van Utrecht. Mijn interesse in dit onderwerp is gewekt tijdens het eerste studiejaar, waarin kennis werd gemaakt met architectuur en bouwfysica. In het derde jaar werden deze vakken uitgebreid en werd er meer aandacht besteed aan duurzaam bouwen. Dit onderwerp van het vak bouwfysica spreekt met het meeste aan, daarnaast blijf ik het leuk vinden om met architectuur bezig te zijn. Bij derksen | windt architecten heb ik een afstudeeropdracht gevonden waar beide vakgebieden in betrokken zijn. Nadat ik de opdracht te horen had gekregen hoefde ik niet lang meer te twijfelen. Ik ben nog langs een aantal andere architectenbureaus geweest, maar was al vrij zeker dat het de opdracht bij derksen | windt architecten zou worden. De architecten van het bureau vertelden enthousiast over het onderzoek en hebben mij ook in het enthousiasme meegekregen. Tijdens het afstuderen zijn zij hun enthousiasme niet verloren en hebben ze veel interesse getoond in het onderzoek. Ook hebben ze me bijgestaan als ik vragen had. Van hen heb ik een nieuwe manier van ontwerpen geleerd, ook is hierdoor mijn kijk op een ontwerp veranderd. Tijdens de afstudeerperiode heb ik met plezier bij het architectenbureau aan deze scriptie gewerkt.

Dankbetuigingen

derksen | windt architecten, Jeroen Derksen en David Windt.
Hogeschool Utrecht, Jur Jonges en Liza Looijen-Bader.
Mijn ouders: Steven Bron en Ingrid Tellekamp

Samenvatting

Woningen die in Nederland gebouwd worden moeten aan een aantal regels voldoen. Eén van de regels waar een nieuw te bouwen woning aan moet voldoen sinds januari 2011is een epc score van 0,6 halen. Epc staat voor energie prestatie coëfficiënt en berekend het energie verbruik van een woning. De epc eis zal de komende jaren dalen totdat woningen energieneutraal gebouwd moeten worden. Energieneutraal is een epc score van 0,0.

In Nederland staan al een aantal woningen met een epc score onder de 0,6. Deze woningen zijn gebouwd met oog voor het energie verbruik van de woning. De architectuur van de woning wordt aangepast naar de mate van energiezuinigheid. In deze scriptie wordt onderzocht wat de impact op de ontwerpvrijheid is als er energiezuinig woningen ontworpen worden.

Aan de hand van een referentiewoning (vrijstaande woning van gemiddeld formaat) is onderzocht welke bouwkundige maatregelen en systemen nodig zijn om een epc score van 0,6 – 0,4 – 0,2 & 0,0 te halen. De benodigde bouwkundige maatregelen en systemen staan in tabel 5.1.1.

Om te onderzoeken wat de impact is, is er een ontwerp van een vrijstaande woning gemaakt. Dit ontwerp is gemaakt zonder rekening te houden met energiezuinige maatregelen zoals; volume, oriëntatie en transparantie.

Het ontwerp wordt in de epc berekening ingevoerd met dezelfde bouwkundige maatregelen en systemen als de referentiewoning om een epc score van 0,6 – 0,4 – 0,2 & 0,0 te halen. In tabel 5.2.1 staat de uitkomst per epc score van beide woningen. In tabel 5.2.1. is te zien dat bij een epc score van 0,6 & 0,4 de referentiewoning en het ontwerp ongeveer dezelfde score halen. Hieruit is op te maken dat voor een epc van 0,6 en 0,4 geen rekening gehouden hoeft te worden met energiezuinig bouwen tijdens het ontwerpproces. De architect hoeft dus tijdens het maken van het ontwerp geen rekening te houden met oriëntatie, volume en transparantie, hij kan vrij ontwerpen zolang de maatregelen en systemen uit tabel 5.1.1 worden toegepast.

Bij de epc score van 0,2 & 0,0 komt de uitkomst niet meer overeen. Hier treed een verschil in epc score op. Er zijn kleine onderzoeken uitgevoerd waarbij volume, transparantie en het aantal bouwlagen in het ontwerp is veranderd. Na elke verandering is er een epc berekening gemaakt. Zo is achterhaald welke veranderingen een positief effect op de verlaging van de epc score hebben. Uit de kleine onderzoeken zijn de volgende conclusies te halen:

- het verkleinen van de vierkante meters raamoppervlak, zorgt voor verlaging in de epc score.
- Het glasoppervlak in de zuid gevel verlagen bij het ontwerp het meeste effect heeft.
- De oriëntatie van de gevel waar het glasoppervlak verminderd wordt niet uitmaakt.
- Het verkleinen van het vloeroppervlak en geveloppervlak heeft invloed op het verlagen van de epc score.
- Het ontwerpen van een woning met meerdere lagen draagt bij aan de verlaging van de epc score.

Inhoudsopgave

derksen|windt architecten I
Energiezuinige architectuur I
Hogeschool Utrecht, Faculteit natuur en techniek III
Energiezuinige architectuur III
Voorwoord V
Dankbetuigingen V
Samenvatting VI
Inhoudsopgave VII
Lijst met afbeeldingen en tabellen IX
Begrippenlijst X
Inleiding op het onderzoek 1
1.1 inleiding 1
1.2 het afstudeerbedrijf 1
1.3 visie van het bureau 1
1.4 probleemstelling 1
1.5 doelstelling 1
1.6 afbakening 1
1.7 waarom energiezuinig bouwen 2
1.8 wat is epc 2
1.9 wat is energiezuinig bouwen 3
1.10 leeswijzer 3
Analyse 5
2.1 inleiding 5
2.2 welke soorten energiezuinige woningen zijn er 5
2.3 passiefhuis 5
2.4 actiefhuis 6
2.5 energie nul woning 6
2.6 energie plus woning 6
2.7 voorbeeld woningen 6
2.8 resultaten analyse woningen 17
2.9 analyse en conclusies resultaten 19
EPC berekeningen 25
3.1 inleiding 25
3.2 uitgangspunten berekening 25

3.3 EPC-berekening 26
3,4 resultaten 26
3.5 conclusie 31
Het ontwerp 33
4.1 inleiding 33
4.2 analyse locatie 33
4.3 programma van wensen 35
4.4 Het ontwerp 42
Conclusie: Samenkomst doelstelling, onderzoek en ontwerp 44
5.1 inleiding 44
5,2 directe terugkoppeling 44
5,3 onderzoek verschil in epc 0,2 45
5,4 onderzoek verschil in epc 0,0 46
5,5 conclusies 47
5,6 discussie 47
Evaluatie proces afstuderen 49
Literatuuropgave 51
Bijlage 53

Lijst met afbeeldingen en tabellen

Afbeeldingen:

1.4.1	trias energetica	3
2.3.1	zonstand overstek	5
3.2.1 & 3.2.2	aanzicht referentiewoning	26
4.2.1	ligging kaveldeel in Nederland	33
4.2.2	ligging kaveldeel in de provincie Zuid-Holland	33
4.2.3	omgeving kaveldeel	34
4.3.1	kaveldeel wateringen (niet op schaal)	35
4.3.2	omgeving in vogelvlucht	36
4.3.3	omgeving van bovenaf	36
4.3.4 & 4.3.5	omgeving op ooghoogte	36
4.3.6	relatieschema	38
4.3.7	vlekkenplan	39
4.4.1	bovenaanzicht	42
4.4.2	vogelvlucht	42
4.4.3	Oostgevel	43
4.4.4	Zuid/ West gevel	43

Tabellen:

3.4.1	Rc-waarde en U-waarde t.o.v. epc score	26
5.1.1	benodigde maatregelen en systemen met de daarbij behorende epc score	44
5.2.1	directe terugkoppeling epc scores	44
5.3.1	percentage glasoppervlak per gevel	45
5.3.2	epc scores aangepast raamoppervlak per gevel	45

Begrippenlijst

0-energiewoning	woning die over een jaar genomen geen energie van het net nodig heeft om zichzelf van energie te kunnen voorzien. De energie wordt uit natuurlijke bronnen gehaald. In de winter kan energie van het net worden gebruikt en in de zomer wanneer er meer zonne-energie beschikbaar is kan dit worden teruggeleverd aan het net.
Duurzaamheid	1) product wat een lange tijd meegaat 2) product wat steeds opnieuw gemaakt kan worden omdat grondstoffen gebruikt worden die de aarde niet aantasten.
Duurzame energie	Energie die onbeperkt beschikbaar is, afkomstig van natuurlijke bronnen waar tijdens de opwekking geen milieu belasting plaatsvindt.
Duurzame woningen	1) woningen gemaakt van materialen die het milieu weinig tot niet aantasten 2) woningen met een laag energieverbruik
Energiegebruik	De energie, elektriciteit en gas, die nodig is om de levensbehoefte van de bewoners te verzorgen.
Energiezuinig bouwen	Het bouwen van een woning met een laag energieverbruik
EPC	Energieprestatie coëfficiënt. De waarde die het energieverbruik van een woning weergeeft. Hoe lager de epc waarde, hoe energiezuiniger de woning is.
Natuurlijke bronnen	wind, zon, water, plantaardig afval en de bodem.
Rc-waarde	rc geeft de isolatie waarde van een materiaal weer in m^2K/W. hoe hoger de rc-waarde, hoe beter de isolatiewaarde is.
U-waarde	U geeft de warmtegeleiding van doorzichtige delen weer in W/m^2K. hoe lager de U-waarde, hoe minder energieverlies er is.

Inleiding op het onderzoek

1.1 inleiding

In deze scriptie staan de resultaten van een onderzoek waarin de impact van energiezuinig bouwen ten opzichte van de architectuur van de woning wordt bekeken.
In dit hoofdstuk worden algemene zaken behandeld die van belang zijn bij de scriptie. Het architectenbureau wat mij de mogelijkheid heeft gegeven mijn afstudeeronderzoek bij hen uit te voeren, uitleg wat energiezuinig bouwen is en waarom dit een belangrijke rol speelt in de maatschappij.

1.2 het afstudeerbedrijf

derksen | windt architecten is een kleinschalig bureau van twee studiegenoten die na de opleiding samen een architectenbureau gestart zijn. De studiegenoten zijn David Windt en Jeroen Derksen. Beide hebben zij de functie van architect binnen het bedrijf derksen | windt architecten. Naast de twee architecten zijn er geen medewerkers verbonden aan het architectenbureau.

1.3 visie van het bureau

derksen|windt architecten vindt duurzaamheid een belangrijk goed. Duurzaamheid van het gebouwde moet een vast onderdeel zijn bij iedere ontwerp opgave. Het mag echter niet doorslaan naar gebouwen die alleen maar duurzaamheid uitstralen en niet mooi of gebruiksvriendelijk meer zijn. Het moet naar de mogelijkheden geïntegreerd worden.
Zij zien de architecten als de adviseur van de opdrachtgever in alles wat het gebouw aangaat en dat, wanneer de opgave het toelaat, de architect duurzaamheid mee moet nemen in het proces. De architect heeft de maatschappelijke verantwoordelijkheid, in het ontwerp na te denken over de gevolgen voor het milieu en de toekomst.

1.4 probleemstelling

Het thema duurzaamheid gaat een steeds belangrijkere rol spelen in de maatschappij. Ook in de bouw zijn er aanscherpingen met betrekking tot duurzaam bouwen. De epc-eis is begin dit jaar aangescherpt van 0,8 naar 0,6. In de toekomst mogen er waarschijnlijk alleen nog energie neutrale woningen gebouwd worden. Deze woningen worden gebouwd met oog voor energiezuinigheid. De architectuur van de woningen wordt bepaald door de toegepaste energiezuinige maatregelen. Vandaar dat in dit onderzoek wordt gekeken welke impact energiezuinig bouwen op de ontwerpvrijheid heeft.

1.5 doelstelling

Een stappenplan waarin de gevolgen voor ontwerp, ontwerpvrijheid en de mogelijkheden voor een ontwerp komen te staan ten opzichte van de mate van energieverbruik

1.6 afbakening

Het afstudeerproject zal zich richten op nieuw te bouwen, grondgebonden woningen voor één huishouden. De opdracht is gericht op energiezuinig bouwen. De thema's flexibiliteit en materialisatie worden niet behandeld.

1.7 waarom energiezuinig bouwen

Het thema duurzaam is de laatste paar jaren steeds belangrijker geworden. We komen meer over het milieu te weten en de schade die de mensheid daaraan toebrengt. Ook blijkt uit verscheidene onderzoeken dat de huidige energiebronnen leeg raken. Daarom is er veel onderzoek gedaan naar nieuwe manieren om energie te winnen die niet schadelijk voor het milieu zijn en oneindig te gebruiken. Het woord duurzaam is in Nederland een heel ruim begrip. Het woord duurzaam heeft in het Engels twee vertalingen namelijk, sustainable en durable, wat staat voor de levensduur van materialen en het gebruik van grondstoffen die niet op kunnen raken. In Nederland valt alles onder het begrip duurzaam vandaar dat in dit rapport wordt gesproken van energiezuinigheid. Hiermee wordt het begrip duurzaamheid verduidelijkt naar het onderdeel energiewinning door bronnen die niet leeg raken. Veel voorkomende energiebronnen zijn fossiele energie, kernenergie en duurzame 'groene' energie.

Fossiele energie,
Fossiele brandstoffen bevinden zich al heel lang in onze bodem om de vorm van aardgas of aardolie te bereiken. Alle woningen met een gasaansluiting maken gebruik van deze grondstoffen. Deze grondstoffen zitten al miljoenen jaren in onze bodem, maar de mensheid gebruikt steeds meer energie waardoor de bronnen opraken.

Kernenergie,
De grondstof voor kernenergie komt vrij bij kernsplijting. De grondstof voor kernsplijting is uranium. Uranium is net als aardgas en aardolie afkomstig van een bron die opraakt. Daarnaast is de techniek om kernenergie te maken nog niet helemaal ontwikkeld waardoor kernenergie niet economisch rendabel is. Het maken van kernenergie brengt veel discussies teweeg. De maatschappij vindt het te gevaarlijk om kernenergie te maken.

Duurzame 'groene' energie,
Duurzame energie wordt gewonnen uit bronnen die niet op zullen raken. Voor duurzame energie wordt gebruik gemaakt van de zon, wind, water, aarde en bio-massa. Door stroming in de lucht of in het water kan een molen gedraaid worden, die stroming omzet in energie. De warmte en straling van de zon kan omgezet worden in warmte of energie. De aarde heeft een constante temperatuur, deze temperatuur kan gebruikt worden om te verwarmen. Energie opgewekt uit alge, plantaardige bacteriën, zaden, mest of plantaardig afval wordt bio-massa genoemd.

1.8 wat is epc

Energiezuinig bouwen krijgt een steeds belangrijker betekenis in de bouwwereld. Het bouwbesluit en de gemeentes stellen eisen aan de energiezuinigheid van nieuw te bouwen woningen. Deze energiezuinigheid wordt berekend door de epc berekening. Het epc, energie prestatie coëfficiënt is een getal wat de energiezuinigheid van een woning weergeeft. Het rekenprogramma houdt rekening met gebouweigenschappen, toegepaste systemen en gaat uit van een standaard bewonersgedrag. Hoe lager het epc getal uitkomt hoe minder energie er nodig is om de bewoners in hun energiebehoefte te voorzien.
De epc berekening geeft een waarde aan de woning, hoe energiezuinig deze woning is. De waarde ligt momenteel tussen de 0,6 en 0 waar nieuw te bouwen woningen aan moeten voldoen. De woningen die in 2011 gebouwd worden moeten minimaal een epc van 0,6 halen. Dit was voor woningen in 2010 nog een waarde van 0,8. Het Europees Parlement heeft in mei 2010 besloten dat de epc geleidelijk verlaagd wordt en in 2021 alle nieuw te bouwen woningen energieneutraal moeten worden gebouwd.

1.9 wat is energiezuinig bouwen

Energiezuinige woningen worden meestal gebouwd volgens het principe van Trias Energetica.
- Beperk de energievraag
- Gebruik duurzame energie
- Gebruik fossiele brandstoffen zo efficiënt mogelijk

Het is belangrijk de maatregelen van de Trias Energetica in deze volgorde en in combinatie met elkaar te gebruiken. Een woning kan heel veel nieuwe technieken gebruiken om warmte en energie op te wekken uit duurzame bronnen, maar als de woning niet kierdicht gebouwd is gaat er veel warmte naar buiten verloren. Ook een woning die kierdicht gebouwd is maar alle benodigde energie uit fossiele brandstoffen haalt is niet bevorderlijk voor het energiezuinige bouwen omdat de grondstoffen dan nog steeds op raken, al gaat het minder snel. De Trias Energetica werkt dus het beste als het in bovenstaande volgorde en in combinatie met elkaar toegepast wordt.
De laatste stap kan weggelaten worden als het huis zijn eigen energiebehoefte kan opbrengen doormiddel van duurzame energie methoden.

Afbeelding 1.4.1: Trias Energetica

1.10 leeswijzer

De scriptie is opgebouwd uit vier delen. Allereerst algemene informatie over het onderwerp en de opdracht. Daarna komt de analyse met voorbeelden uit de praktijk. Na de analyse worden enkele conceptontwerpen getoond en uiteindelijk wordt de onderzoeksvraag beantwoord.

Analyse

2.1 inleiding

In dit hoofdstuk wordt onderzocht welke ontwerpvisies van energiezuinige woningen er zijn, welke eisen er gesteld worden aan de verschillende energiezuinige woningen en wat de epc-eis van deze woningen is. Verder worden er van elke ontwerpvisie twee voorbeelden van woningen geanalyseerd, er wordt gekeken naar de verschijningsvorm, de toegepaste systemen en de gebouweigenschappen. De geanalyseerde woningen worden met elkaar vergeleken en daar wordt een conclusie uit gehaald. Welke systemen of gebouweigenschappen zijn minimaal nodig om aan een lage epc-eis te voldoen?

2.2 welke soorten energiezuinige woningen zijn er

In Nederland onderscheiden we verschillende ontwerpvisies voor energiezuinige woningen. Dit zijn de vier meest toegepaste visies om energiezuinig te kunnen bouwen. De vier visies liggen qua maatregelen dicht bij elkaar. Er zijn meer benamingen voor energiezuinige woningen maar de maatregelen verschillen niet meer van elkaar. De woningen uit de analyse zijn afkomstig van de vier hoofdvisies van energiezuinige woningen. De vier visies die zijn onderzocht:

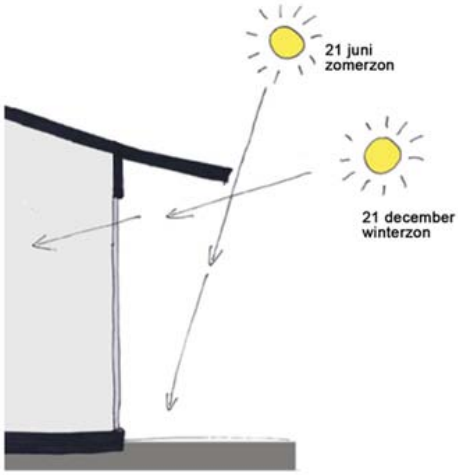
- Passiefhuis
- Actiefhuis
- Energie nul woning
- Energie plus woning

In de volgende paragrafen worden de bovenstaande ontwerpvisies behandeld. Welke systemen en gebouweigenschappen horen bij de woning en wat zijn de onderlinge verschillen.

2.3 passiefhuis

Het passiefhuisconcept is oorspronkelijk – eind jaren tachtig – ontwikkeld door Prof. Bo Adamson aan de Universiteit van Lund in Zweden en sinds de begin jaren negentig verder gebracht door het wetenschappelijke Passivhaus Institut in Darmstadt onder leiding van Dr. Wolfgang Feist, professor aan de Universiteit van Innsbruck. Dr. Feist is samen met Helmut Krapmeier (Energieinstitut Vorarlberg, Oosternrijk) de drijvende kracht achter de passiefhuis ontwikkelingen in Europa. [stichting passief huis holland, 2008, blz. 6]

Het principe van een passiefhuis is om zo min mogelijk warmte te verliezen. De warmte die nodig is om een comfortabel binnenklimaat te creëren wordt gehaald uit passieve warmtebronnen zoals zoninstraling en de afgifte van warmte door personen en huishoudelijke apparaten. Bij verwarmen gebeurt door energie te onttrekken uit het net. De woning is ontworpen op de zon, in de winter wordt de warmte van de zon binnengelaten, in de zomer is de kans op oververhitting groot en wordt de warmte van de zon buitengehouden. De zon draait van oost naar west en komt niet in het noorden. De passiefhuis woning speelt hierop in. De noordkant heeft meestal weinig glasoppervlak, omdat deze niet helpen bij het verwarmen van de woning. De zuidkant heeft veel glasoppervlak zodat de zon de woning goed kan verwarmen. De ramen op de zuidkant moeten voorzien zijn van een overstek of buitenzonwering om oververhitting in de zomer te voorkomen. Een overstek helpt omdat de zon in de zomer hoger staat dan in de winter. In de winter komt de zon onder de overstek door en verwarmt de woning. In de zomer zorgt de overstek voor schaduw en komt de zon niet binnen. De situering van de plattegrond wordt hier meestal op aangepast, leefruimtes zijn



Afbeelding 2.3.1 zonstand overstek

meestal op het zuiden gelegen en ruimtes waar minder warmte gewenst is liggen vaak aan de noordkant. Naast de situering speelt de schilisolatie een hoge rol bij passiefhuizen. De warmte die opgevangen wordt door zoninstraling mag niet via wanden en kieren naar buiten verdwijnen. Het passiefhuis heeft een rc-waarde rond de 10 m^2K/W, voor een woning zonder passiefhuis eisen is dit ongeveer 3,5 m^2K/W. Daarnaast is de kierdichting extreem. Alle naden en kieren worden afgeplakt met tape, zodat er geen warmte naar buiten verloren gaat. De luchtdichte woning wordt mechanisch geventileerd zodat warmte uit de afgevoerde lucht kan worden afgegeven aan de binnenkomende lucht. Hierdoor wordt de koud binnenkomende lucht voorverwarmd en gaat er zo min mogelijk warmte verloren door het ventileren.

2.4 actiefhuis

Het actiefhuis is een variant op het passiefhuis. Het passiefhuis richt zich alleen op manieren om de woning te verwarmen en niet op systemen om energie op te wekken. Een actiefhuis heeft net als het passiefhuis een goede isolatie en hoge kierdichting. Daarnaast worden er systemen toegepast waarmee energie op te wekken is. Deze systemen zijn gebaseerd op duurzame energietechnieken. De rc-waarde is niet zo hoog als bij een passiefhuis omdat een actiefhuis meer gericht is op de systemen die gebruikt worden om energie op te wekken. De meeste actiefhuizen maken gebruik van zonnecollectoren om de woning te verwarmen en zonnepanelen voor de energie. De energie die niet door de woning zelf opgewekt kan worden wordt onttrokken uit het net.

2.5 energie nul woning

De energie nul woning is een verbeterd concept van het actiefhuis. Net als het actiefhuis heeft de energie nul woning een goede isolatie en een goede kierdichting. De rc-waarde ligt rond de 5,5 m^2K/W, dit is niet zo hoog als bij een passiefhuis. De energie die nodig is om de woning te verwarmen en de bewoners in hun energiebehoefte te voorzien wordt opgewekt door systemen. De warmte wordt opgewekt door een warmtepomp in combinatie met aardwarmte en door zonnecollectoren. De energie wordt opgewekt door zonnepanelen of een kleinschalige windturbine. Een energie nul woning gebruikt over een heel jaar gezien evenveel energie als het opwekt. In de winter heeft een energie nul woning meer energie nodig om een comfortabel binnenklimaat te creëren dan dat het kan opwekken. In de zomer verbruikt de woning minder energie dan het kan opwekken en wordt de overige energie terug geleverd aan het net. Het overschot aan energie van de zomer kan in de winter gebruikt worden, zo is de woning over het hele jaar energie neutraal.

2.6 energie plus woning

Bij een energie plus woning is de opwekking van energie de belangrijkste factor. De woning wordt goed geïsoleerd met een hoge kierdichting. De rc-waarde is ongeveer 5,5 m^2K/W, dit is niet zo hoog als bij het passiefhuis. De energie plus woning wekt meer energie op dan het zelf kan gebruiken. De warmte die verloren gaat door de lagere rc-waarde weegt niet op tegen het plaatsen van een extra zonnepaneel. De woning investeert meer in de systemen dan in de gebouweigenschappen. De energie plus woning wekt energie op met zonnepanelen en kleinschalige windturbines. De energie die de woning opwekt en niet in de woning wordt gebruikt kan terug geleverd worden aan het net of gebruikt worden voor het oplaadpunt van de elektrische auto.

2.7 voorbeeld woningen

De volgende pagina's bevatten posters met de analyse van energiezuinige woningen. De woningen zijn verdeeld in de vier categorieën, passiefhuis, actiefhuis, energie nul woning en energie plus woning. Om een goede analyse te kunnen maken zijn er van elke categorie minstens twee woningen onderzocht. De posters zijn voor elke woning hetzelfde opgebouwd, zodat vergelijken makkelijker wordt. De titel geeft de categorie en de epc waarde van de woning weer. In de linker kolom staat uitleg over de woning met onderaan de locatie. De pictogrammen geven de gebruikte systemen en gebouweigenschappen weer, als een systeem niet voorkomt is dit pictogram vaag weergegeven. Bovenaan staan plattegronden en naast de tekst staan afbeeldingen van de woning.

passief huis - EPC = 0,40

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

PASSTIEF HUIS CONCEPT

De woning is gebouwd volgens het passiefhuis principe.
Dit is te herkennen aan de goed geïsoleerde buitenschil. De wanden, de vloer en het dak hebben een rc-waarde van 8,6 m2K/W.
De houten kozijnen zijn voorzien van drievoudige beglazing en de buitendeuren zijn extra geïsoleerd. Naast deze maatregelen is er ook goed gelet op de kierdichting en is er gebouwd zonder koudebruggen.

Doordat de woning luchtdicht gebouwd is, is een goed ventilatiesysteem van belang. In de woning wordt balans ventilatie met warmte terugwinning toegepast, zodat zo min mogelijk warmte naar buiten verloren gaat.

Door al deze maatregelen is er nog weinig energie nodig om in de overige warmtevraag te voorzien. Het warm water voor verwarming en warm tapwater wordt geregeld door de ATAG zonnegascombi HR. De zonnegascombi werkt samen met 4,23m2 aan zonlichtcollectoren.

De energievraag van de bewoner kan voor een deel worden opgevangen door de 18m2 zonnepanelen op het dak, die optioneel bij de woning geleverd wordt.

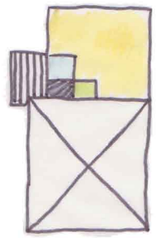
Woning; 't Orleans, Sliedrecht
Architect; Franke architecten

zuid - oost gevel

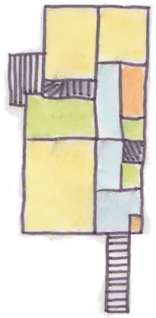
zuid gevel

noord - oost gevel

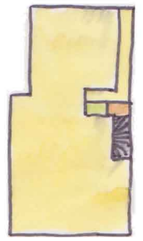
Sliedrecht, Zuid-Holland



kelder / dijkkamer



begane grond

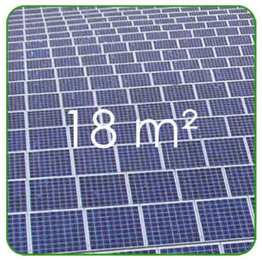


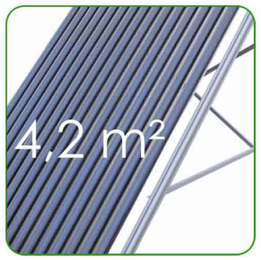
eerste verdieping

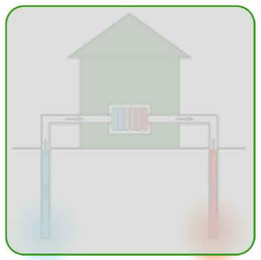
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

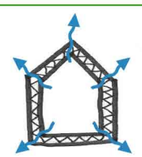
schaal: 1:300

N

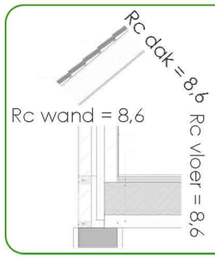








hoge kierdichting



inhoud
524 m³

BVO
162 m²

N: 8 m²
O: 7 m²
Z: 7 m²
W: - m²

U-glas = 0,6

balans ventilatie met warmteterugwinning

zonnegascombi HR

luchtverwarming radiator

zonnegascombi HR

passief huis - EPC = 0,39

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

PASSTIEF HUIS CONCEPT

De oriëntatie van de woning is belangrijk bij een passiefhuis. Deze woning heeft aan de oost en zuid kant grote raamoppervlakken. Via deze raamoppervlakken komt er veel zonlicht en zonne-warmte binnen. In de zomer kan de zonne-warmte geweerd worden door luiken die voor de ramen geschoven kunnen worden.

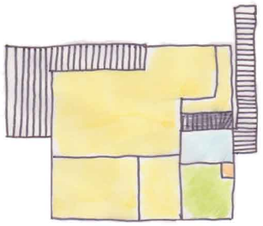
Om de gewonnen zonnewarmte niet verloren te laten gaan is de buitenschil van de woning goed geisoleerd. De wanden, de vloer en het dak hebben een rc-waarde van 8,6 t/m 8,8 m2K/W. De schil is voorzien van geïsoleerde houten sandwichkozijnen en buitendeuren en ramen met drievoudige beglazing. Naast deze maatregelen is er ook gelet op de kierdichting en is er gebouwd zonder koudebruggen.

Doordat de woning luchtdicht gebouwd is, is een goed ventilatiesysteem van belang. In de woning wordt balans ventilatie met warmte terugwinning toegepast, zodat zo min mogelijk warmte naar buiten verloren gaat.

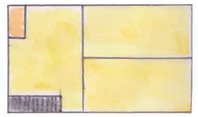
Door al deze maatregelen is er nog weinig energie nodig om in de overige warmtevraag te voorzien. Het warm water voor verwarming en warm tapwater wordt geregeld door de ATAG zonnegascombi HR. De zonnegascombi werkt samen met 4,23m2 aan zonlichtcollectoren.

Woning; Dijkvilla, Dalem
Architect; Franke architecten

zuid - west gevel



begane grond



eerste verdieping

legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

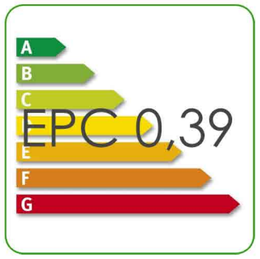
schaal: 1:300

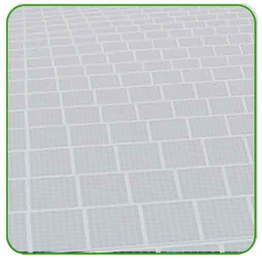
N

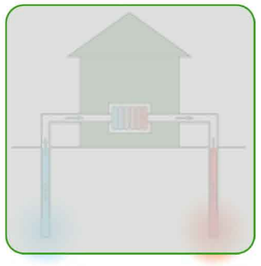
oost gevel

noord - oost gevel

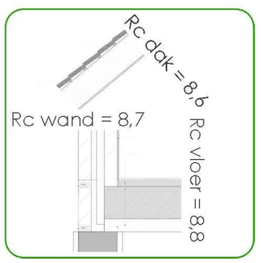
Dalem, Zuid-Holland

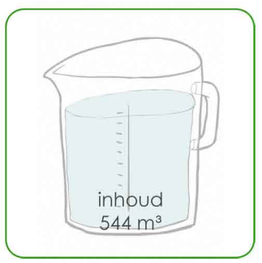






hoge kierdichting

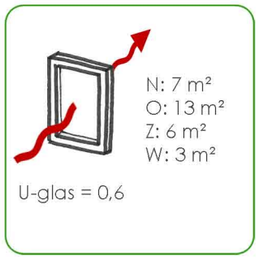




inhoud
544 m³

BVO
155 m²

Installatieruimte
2,2 m²



U-glas = 0,6

balans ventilatie met warmteterugwinning

zonnegascombi HR

luchtverwarming
radiator

zonnegascombi HR

actief huis - EPC = -0,12

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

ACTIEF HUIS CONCEPT

Deze woning is gebouwd volgens het actief huis concept. Bij een actief huis ligt de nadruk op de toepassing van energie opwekkende systemen.

De woning is voorzien van een geïntegreerde serre die voor passieve zonne-energie zorgt. Op de serre liggen bijzondere zonnepanelen. Dit zijn zogenaamde PVT-panelen. Deze panelen wekken tegelijkertijd elektriciteit en warmte om het tapwater te verwarmen.

Een anders systeem wat is gebruikt om energie te besparen is het ventilatiesysteem. In deze woning is een ventilatiesysteem met CO2 sturing toegepast. Dit systeem registreert de CO2 uitstoot van mensen in de woning. Hoe meer mensen, hoe meer er wordt geventileerd. Door alleen te ventileren als er vraag naar is, gaat er weinig warme lucht naar buiten verloren. CO2 gestuurde ventilatie zuigt frisse lucht door roosters naar binnen en de vuile lucht wordt mechanisch afgezogen.

De woning heeft een goede kierdichting en is voorzien van goede isolatie. De eisen voor isolatie en kierdichting zijn alleen niet zo streng als bij een passief huis. Bij dit actieve huis hebben ze een rc-waarde gekozen die rendabel is. Bij een hogere rc-waarde worden de muren dikker en de kosten hoger terwijl het warmte verlies naar buiten niet veel minder wordt.

Woning; VDM woning, Kollum
Architect; Inbo architecten

zuid - west gevel

oost gevel

zuid gevel

begane grond

eerste verdieping

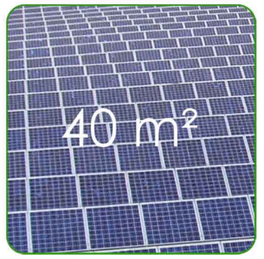
tweede verdieping / zolder

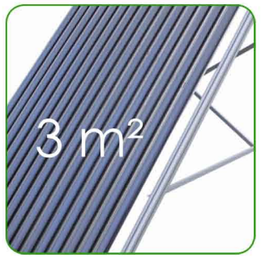
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

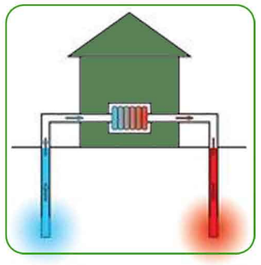
schaal: 1:300

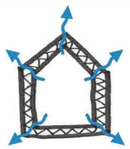
N

Kollum, Friesland

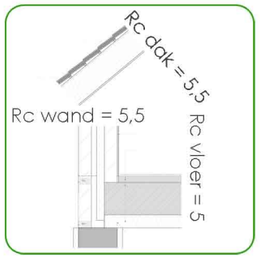






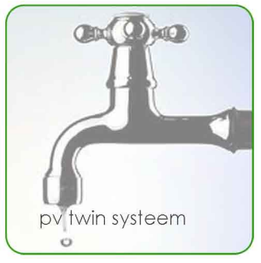


hoge kierdichting



N: 4 m²
O: 26 m²
Z: 14 m²
W: 23 m²

U-glas = 0,6



actief huis - EPC = -0,10

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

ACTIEF HUIS CONCEPT

Deze woning is gebouwd volgens het actief huis concept. Bij een actief huis ligt de nadruk op de toepassing van energie opwekkende systemen. Het huis heeft nog wel veel weg van het passiefhuis concept. Zo is bij de indeling van de woning bewust rekening gehouden met de situering op het perceel en de stand van de zon. Veel lichttoetreding aan de zonzijde en vertrekken waar minder warmte gevraagd wordt aan de noordkant.

De buitenschil van de woning heeft een hoge rc-waarde, met een gemiddelde rc-waarde van 5 m2K/W. Deze rc-waarde voldoet niet aan de eisen van passief bouwen. Het huis wekt de energie die nodig is om het huis een constante temperatuur te geven op doormiddel van zonnepanelen.

Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van een energie besparend ventilatiesysteem. Deze woning wordt geventileerd met een CO2 gestuurd ventilatiesysteem. Dit systeem registreert de CO2 uitstoot van mensen in de woning. Hoe meer mensen, hoe meer er wordt geventileerd. Door alleen te ventileren als er vraag naar is, gaat er weinig warme lucht naar buiten verloren. CO2 gestuurde ventilatie zuigt frisse lucht door roosters naar binnen en de vuile lucht wordt mechanisch afgezogen.

Voor het verwarmen van het warm tapwater is op de schuur een zonneboiler geplaatst. De boiler gebruikt de zonnewarmte om het warm tapwater te verwarmen.

Woning; Kootstra van der Veen, Kollum
Architect; Visser Ontwerpburo, Surhuisterveen

zuid - oost gevel

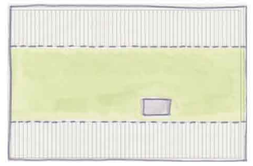
zuid - west gevel

oost gevel

Kollum, Friesland

begane grond

eerste verdieping

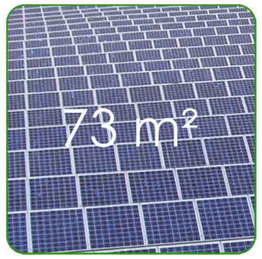


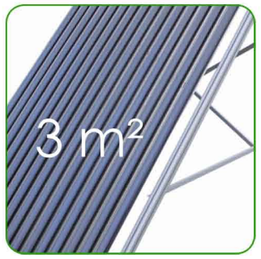
tweede verdieping / zolder

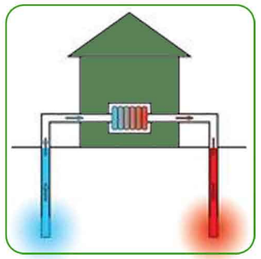
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

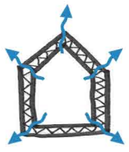
schaal: 1:300

N

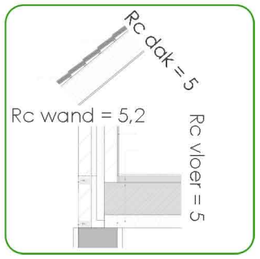


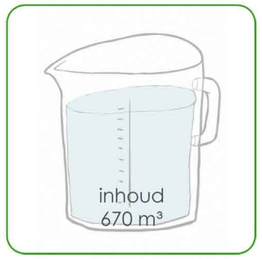






normale kierdichting





U-glas = 0,8

CO_2 gestuurd

LT vloerverwarming

zonneboiler

actief huis - EPC = 0,2

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

ACTIEF HUIS CONCEPT

De woning is onderdeel van een woningbouwproject in zwaagwesteinde waarin 24 starterswoningen zijn uitgevoerd met een lage epc. Voor deze woningen is gezocht naar een goede balans tussen energie besparende maatregelen en de kosten die dit met zich meebrengt.

De woningen zijn uitgevoerd met een buitenschil met rc-waarde 5 m2K/W. Tijdens de berekening is uitgegaan van ramen met HR++ glas en een daarbij behorende U-waarde van 1,8 W/m2K.

Op het zuidelijke deel van het dak ligt 20m2 aan zonnepanelen voor het opwekken van energie.

De verwarming en het warm tapwater worden verzorgd door de combiwarmtepomp die in verbinding staat met een bodemwarmtewisselaar. Ook de warmte uit het wegstromende douchewater wordt opnieuw gebruikt middels een douchewater warmte terugwinsysteem.

De ventilatie gebeurt doormiddel van balansventilatie met een hoog rendement warmte terugwinning.

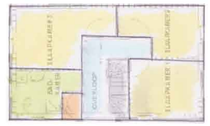
Woning; Project Zwaagwesteinde
Architect; Dorenbos Architekten

zuid - oost gevel

oost gevel

zuid - west gevel

begane grond



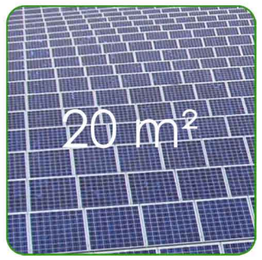
eerste verdieping

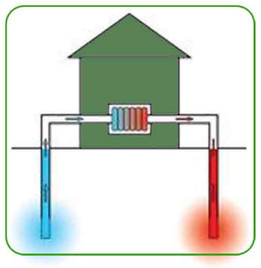
tweede verdieping / zolder

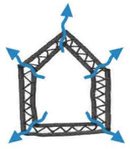
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

schaal: 1:300

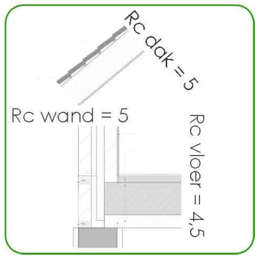
N

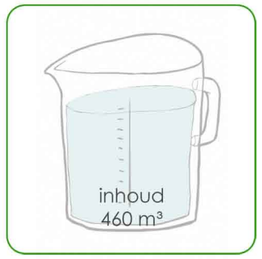






hoge kierdichting





U-glas = 1,8

Zwaagwesteinde, Friesland

energie nul woning - EPC = 0,19

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

ENERGIE NUL WONING CONCEPT

De nul energie woning in Duiven is gebouwd volgens het principe van passief huis. De woning voldoet aan de eisen om het een nul energie woning te noemen.

Een woning mag een nul energie woning genoemd worden als het over het hele jaar genomen energieneutraal is. Dit kan inhouden dat er in de winter energie van het elektriciteitsnet wordt gebruikt en dit in de zomer als er meer zon op de zonnepanelen schijnt weer wordt teruggeleverd aan het net, over het hele jaar genomen heeft de woning dan voor zijn eigen energie gezorgd.

De woning heeft een buitenschil met een hoge rc-waarde. De gemiddelde rc-waarde van de buitenschil is: 8 M2K/W. Daarnaast is er tijdens het bouwen extra goed gelet op de kierdichting. Naden tussen bouwdelen zijn dichtgeplakt met speciaal tape zodat er geen warmte verlies naar buiten mogelijk is.

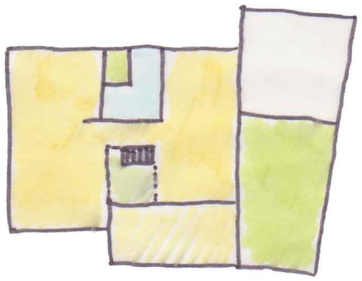
Voor de verwarming en ventilatie wordt gebruik gemaakt van één apparaat, de Vitotres 343 van Viessmann. Dit systeem bevat gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning. Een warmtepomp haalt de benodigde warmte uit de uitgaande ventilatielucht. Extra warmte wordt door de 5 m2 zonnecollectoren op het dak geleverd. Voor aanvullende verwarming wordt een tegelkachel op de benedenverdieping gebruikt.

Op het dak is 56 m2 aan zonnepanelen geïnstalleerd om te voorzien in de energiebehoefte van de bewoners. Dankzij deze zonnepanelen voorziet de woning in zijn eigen energie behoefte.

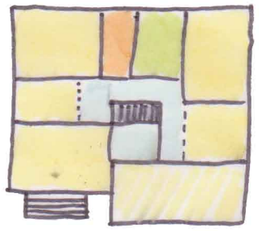
Woning; Nul energie woning, Duiven
Architect; Franke architecten

Duiven, Gelderland

zuid gevel



begane grond



eerste verdieping

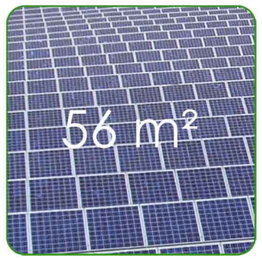
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

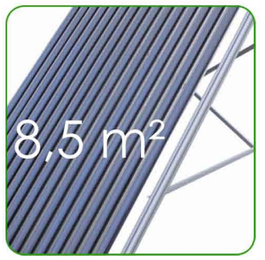
schaal: 1:300

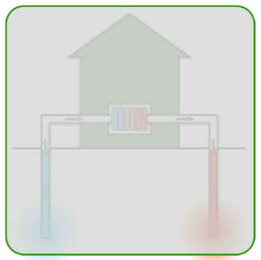
N

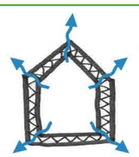
ecologische zwemvijver

zuid - west gevel

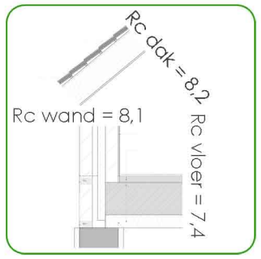


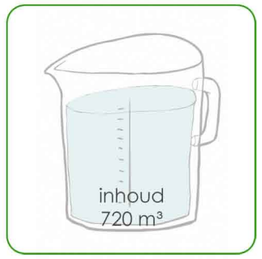






hoge kierdichting





N: 15 m²
O: 8 m²
Z: 29 m²
W: 13 m²

U-glas = 0,6

ENERGIE NUL WONING CONCEPT

De woning op het Steigereiland is de tweede energie neutrale woning die door Faro architecten is gebouwd op steigereiland. Faro architecten heeft eerst de woning steigereiland 1.0 gebouwd. Deze woning is goed bevallen. De architect heeft voor zichzelf een zelfde soort woning laten bouwen op steigereiland met enkele verbeteringen. Deze woning heet steigereiland 2.0.

De woning is gebouwd volgens het passief huis principe. De buitenschil heeft een hoge rc-waarde van 10 m2K/W. Naast de buitenschil wordt in de woning gebruik gemaakt van drie dubbelglas. Teveel aan zoninstraling wordt voorkomen door de diepe ligging van de horizontale ramen. De grote glasvlakken hebben regelbare zonwering.

Warm tapwater en ruimteverwarming wordt geleverd door de 14 m2 heatpipes (vacuümcollectoren), deze collectoren zijn geïntegreerd in het hekwerk van het dakterras.

De 12 m2 aan zonnepanelen en de twee windmolens van DonQi leveren genoeg energie om aan de energie behoefte van de bewoners te voldoen en in de naverwarming van het warm water te voorzien.

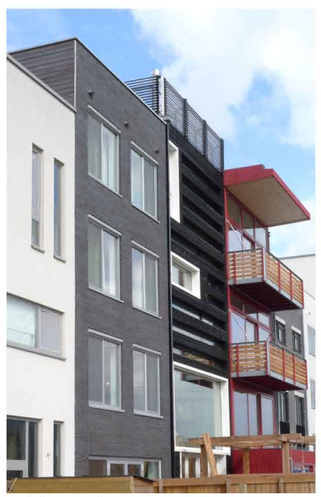
De balansventilatie zorgt voor een leefbaar binnenklimaat in de luchtdichte woning. De balansventilatie is uitgevoerd met een warmte terugwin systeem zodat er weinig warmte naar buiten verloren gaat. De aanvoer van lucht geschiedt direct van buiten maar wordt eerst opgewarmd door een Sole grondwarmtewisselaar.

Woning; Steigereiland 2.0, IJburg
Architect; FARO architecten

Steigereiland, Noord-Holland

noord gevel

noord gevel



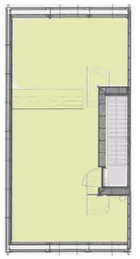
zuid gevel

begane grond

eerste verdieping

tweede verdieping

derde verdieping

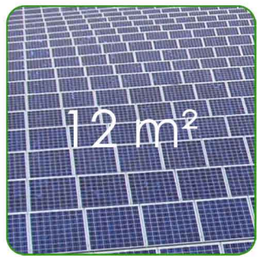


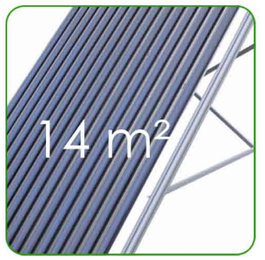
dakterras

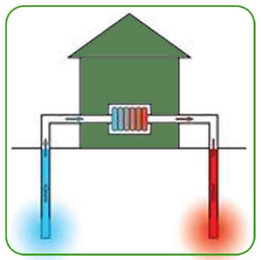
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

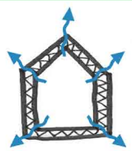
schaal: 1:300

N

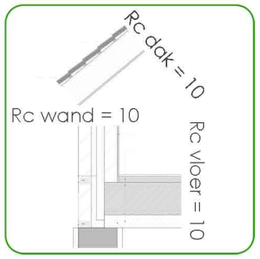


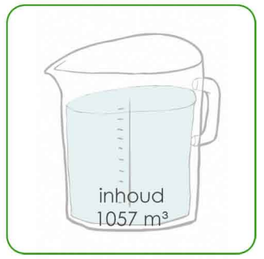






hoge kierdichting





N: 26 m²
O: - m²
Z: 29 m²
W: - m²

U-glas = 0,6

ENERGIE PLUS WONING CONCEPT

Het powerhouse in Leusden ziet eruit als een nieuwbouw woning in jaren dertig stijl. Aan de voorkant is weinig van de systemen te zien die gebruikt worden om energie te winnen.
Het powerhouse in Leusden is namelijk een energie leverende woning. Aan de voorkant is alleen een kastje te zien wat dient als oplaadpunt voor de elektrische auto en als vanaf de straat omhoog gekeken wordt is de kleinschalige windturbine te zien.

De buitenschil van de woning heeft een gemiddelde rc-waarde van 5,8 m2K/W. Daarnaast is er gebruik gemaakt van drie dubbelglas. De ramen hebben een geblokt patroon om aan de stijl van de jaren dertig te herinneren. Het drie dubbele glas is aan de buitenkant niet te herkennen.

Aan de achterkant van de woning die gelegen is op het zuiden, is goed te zien waar de energie vandaan komt om een energie leverende woning te worden. De achtergevel is voorzien van zonnecollectoren voor het warm tapwater en op het dak zijn zonnepanelen en een windmolen geïnstalleerd.

De woning wordt geventileerd met balansventilatie met warmte terugwinning de schone lucht wordt de woning ingeblazen via de vloer. De lucht wordt gereinigd door ionisatie voordat het de woning wordt ingeblazen. Naast de gebalanceerde ventilatie wordt er ook gebruik gemaakt van een warmtepomp met aardwarmte. Onder de woning zijn twee buizen verticaal de grond ingeboord.

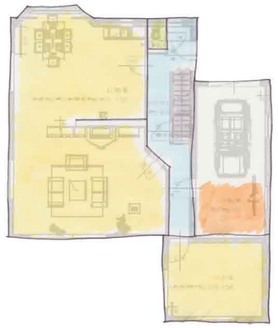
De energie die de woning overhoudt wordt gebruikt als oplaadpunt voor de elektrische auto.

Woning; Powerhouse Leusden
Architect; Johannes Out,
Innoconstruct

zuid gevel

noord - oost gevel

noord gevel


begane grond

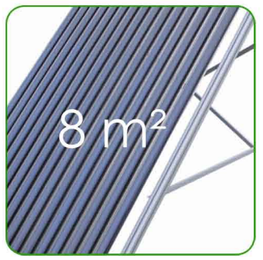
eerste verdieping

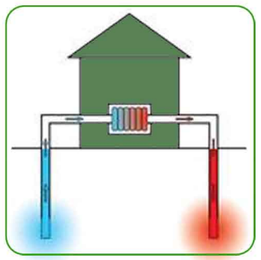
tweede verdieping / zolder

legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

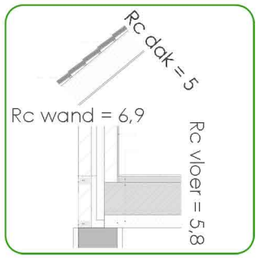
schaal: 1:300

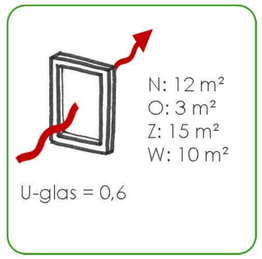
N





normale kierdichting





energie plus woning - EPC = 0,018

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

ENERGIE PLUS WONING CONCEPT

De HOTT, House Of Tomorrow Today is ontworpen volgens de Trias energetica. Het terugbrengen van het gebruik wordt gedaan met de goed geïsoleerde schil met een gemiddelde rc-waarde van 5,5 m2K/W. De schil wordt volledig luchtdicht gebouwd en de ramen zijn voorzien van 3 dubbel glas.

De tweede stap van de Trias energetica is het optimaal gebruik maken van duurzame energiebronnen. Het dakdeel dat op het zuiden is gericht ligt vol met ongeveer 100 m2 dunne folie zonnecellen. Deze zonnecellen voorzien de warmtepomp van energie en levert energie om de bewoners in hun energie behoefte te voorzien.

De zonneboiler levert warm water vanuit het boilervat als energie voor de laag temperatuur vloerverwarming en voor het warm tapwater.

In de woning wordt gebruik gemaakt van hybride ventilatie, de balansventilatie is met warmte terugwinning. De warme lucht wordt gebruikt door de warmtepomp om de woning bij te verwarmen wanneer dit nodig is. De natuurlijke ventilatie is toegepast omdat dit gezonder blijkt voor de bewoners.

De woning levert over een heel jaar genomen meer energie dan het gebruikt. De derde stap van de Trias energetica, het aanspreken van fossiele brandstoffen is niet meer nodig. De energie die over is, kan worden teruggeleverd aan het net of gebruikt worden als oplaadpunt voor de elektrische auto.

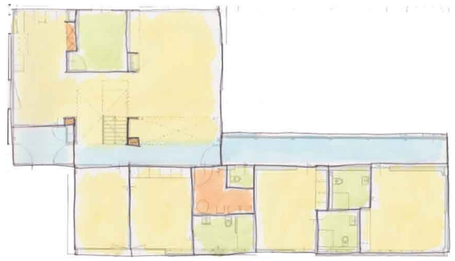
Woning; HOTT, Sterksel
Architect; WVTTK architecten

noord - oost gevel

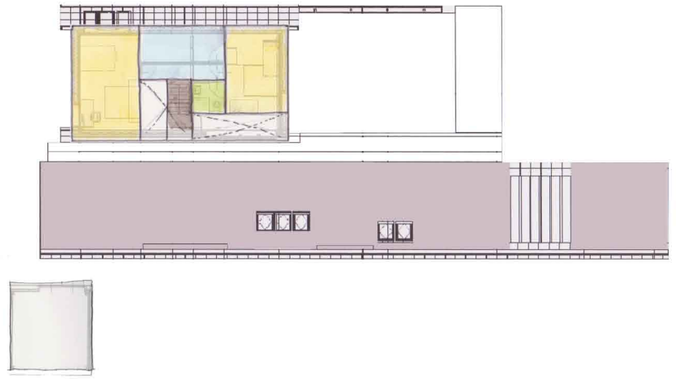
noord - west gevel

zuid - west gevel

Sterksel, Noord-Brabant



begane grond

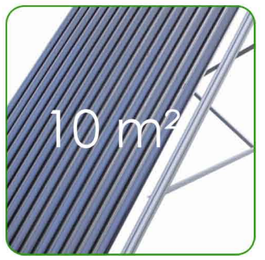


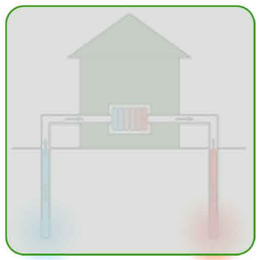
eerste verdieping

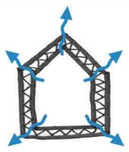
legenda
- verblijfsruimte
- installatieruimte
- stijgende delen
- verkeersruimte
- overige ruimte

schaal: 1:300

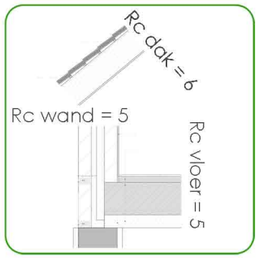
N

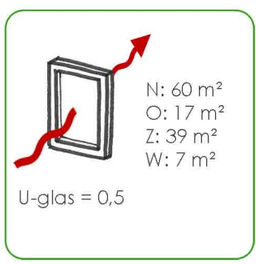






hoge kierdichting





2.8 resultaten analyse woningen

Woningen	Bouw wijze	EPC	BVO m^2	Inhoud m^3	RC-vloer M^2k/w	RC-dak M^2k/w	RC-wand M^2k/w	Glas W/m^2K	installatie ruimte m^2
t Orleans Sliedrecht	Massief bouw	0,40	161,5	524,4	8,6	8,6	8,6	0,6	3,7
Dijkvilla Dalem	Massief bouw	0,39	155	544	8,6	8,6	8,6	0,6	2,2
VDM Kollum	Hout skelet	0,12	143	896	5,0	5,5	5,5	0,6	4,4
Kootstra v/d Veen Kollum	Massief bouw	0,10	167	670	5,0	5,0	5,2	0,8	8,1
Zwaagwesteinde	Hout skelet	0,2	130,8	460	4,5	5,0	5,0	1,8	2,9
Nul energie Duiven	Hybride	0,19	185	720 *	7,4	8,2	8,1	0,6	3,9
Steigereiland 2.0 Amsterdam	Massief hout bouw	0,46	294	1057,2	10,0	10,0	10,0	0,6	12,2
Powerhouse Leusden	Massief bouw	0	294	1000	5,8	5,0	6,9	0,6	9,4
HOTT Sterksel	slim bouwen	0,018	320	960	5,0	6,0	5,0	0,5	7,3
		*excl. Serre Inhoud 115 m^3							

Woningen	Windenergie	Zonne-energie	Aardwarmte
t Orleans Sliedrecht	x	zonnepanelen 18 m^2 zonnecollectoren 4,23 m^2	x
Dijkvilla Dalem	x	zonnecollectoren 4,23 m^2	x
VDM Kollum	x	zonnepanelen 40 m^2 zonnecollectoren 3 m^2	aardwarmte
Kootstra v/d Veen Kollum	x	zonnepanelen 72,8 m^2 zonnecollectoren 3 m^2	aardwarmte
Zwaagwesteinde	x	zonnepanelen 20 m^2	aardwarmtewisselaar
Nul energie Duiven	x	zonnepanelen 56 m^2 zonnecollectoren 8,46 m^2	x
Steigereiland 2.0 Amsterdam	2	zonnepanelen 12 m^2 zonnecollectoren 14 m^2	aardwarmtewisselaar
Powerhouse Leusden	1	zonnepanelen 24 m^2 zonnecollectoren 8 m^2	gesloten warmte/ koude opslag
HOTT Sterksel	x	zonnepanelen 100 m^2 zonnecollectoren 10 m^2	x

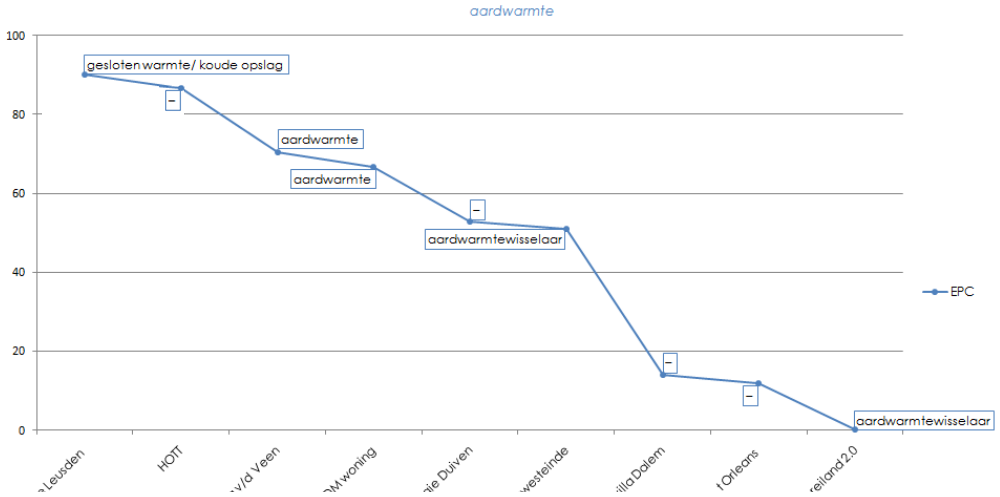
Raam Noord m²	Gevel noord m²	% van gevel noord	Raam Oost m²	Gevel Oost m²	% van gevel oost	Raam Zuid m²	Gevel Zuid m²	% van gevel zuid	Raam West m²	Gevel West m²	% van gevel west
8,3	50,3	16,4	7,5	88,2	8,5	6,8	38,9	17,6	-	-	-
7,3	65,9	11,1	13,0	47,7	27,3	6,3	33,0	19,0	2,5	47,7	5,2
3,6	127,5	2,8	26,3	100,9	26,1	14,4	128,5	11,2	23,1	100,6	23,0
4,1	70,3	5,8	15,0	67,1	22,3	18,0	70,3	25,6	15,4	67,1	22,9
-	-	-	10,9	40,6	26,8	6,9	57,0	12,1	7,2	40,6	17,7
15,1	48,3	31,3	7,7	50,8	15,2	29,1	48,3	60,2	12,6	45,9	27,3
26,0	79,8	32,6	-	-	-	28,8	79,8	36,1	-	-	-
12,0	59,8	20,0	2,6	67,0	3,9	14,6	61,5	23,8	10,2	67,0	15,2
59,7	217,8	27,4	16,7	63,3	26,4	38,6	208,2	18,5	6,6	63,3	10,5

verwarmingssysteem	Verwarmen	Warm tapwater	Ventileren
zonnegascombi	luchtverwarming radiator	ATAG HR zonnegascombi	balansventilatie met warmte terugwinning
zonnegascombi HR	luchtverwarming radiator	ATAG HR zonnegascombi	balansventilatie met warmte terugwinning
warmtepomp	lt vloerverwarming	PV twin systeem	mechanische afvoer, natuurlijke invoer met CO2 melder
warmtepomp	lt vloerverwarming	zonneboiler	mechanische afvoer, natuurlijke invoer met CO2 melder
combiwarmtepomp	lt vloerverwarming	combiwarmtepomp	balansventilatie met warmte terugwinning
warmtepomp-ventilatielucht	lt vloerverwarming	warmtepomp Vitotres 343	balansventilatie met warmte terugwinning
warmtepomp houtkachel	lt vloerverwarming	14 m² heatpipes	balansventilatie met warmte terugwinning
warmtepomp	lt vloerverwarming	Schüco zonnewarmtecollectoren	balansventilatie met warmte terugwinning
warmtepomp lucht/ lucht	lt vloerverwarming	zonneboiler	hybride ventilatie

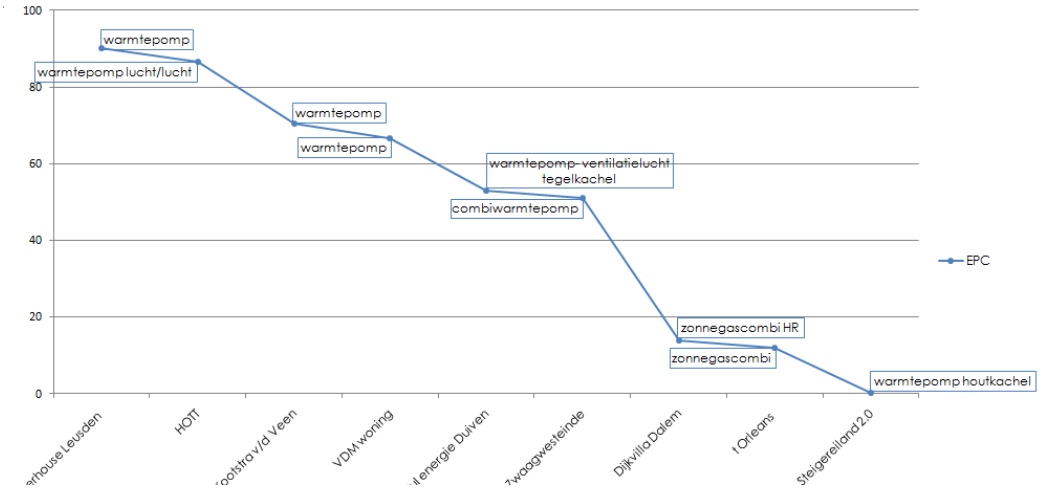
2.9 analyse en conclusies resultaten

De belangrijkste waarden van de woningen zijn in een grafiek tegen elkaar uitgezet op basis van de epc waarde. Uit de grafieken en de analyse is op te maken dat:

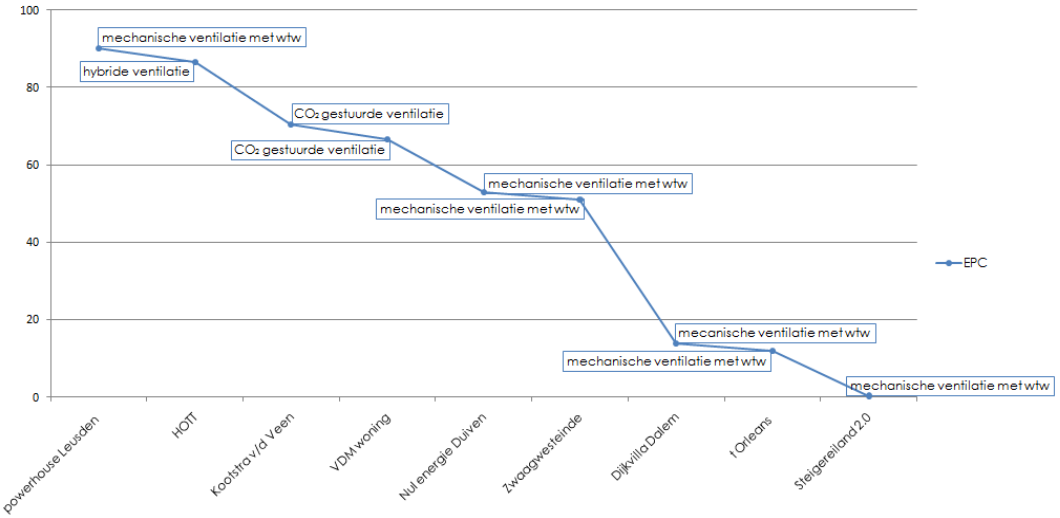
1. Uit de analyse blijkt dat een woning met een beter epc vaker een systeem heeft wat gebruik maakt van aardwarmte.



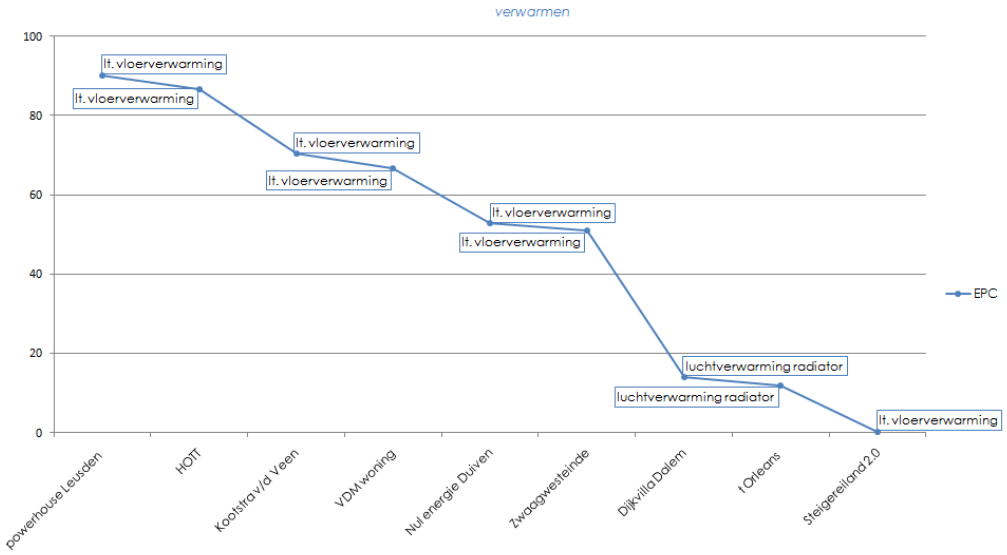
2. Uit de analyse blijkt dat een woning met een beter epc vaker een warmtepomp als verwarmingssysteem gebruikt.



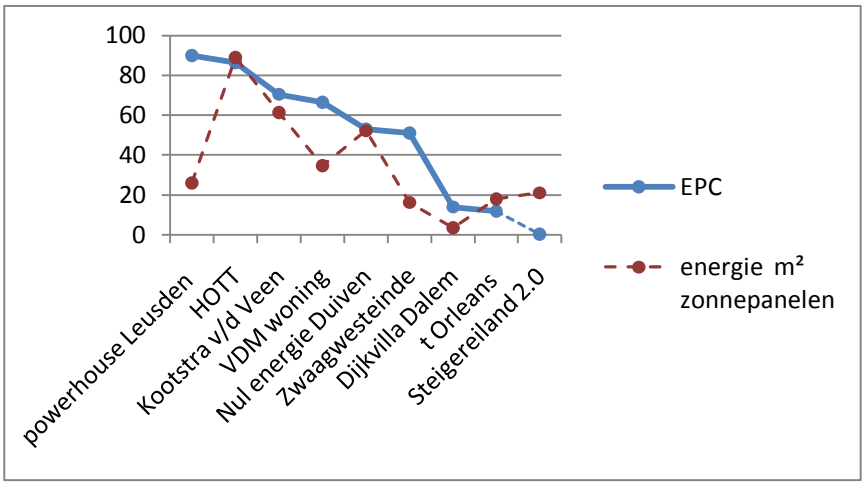
3. In de ventilatiesystemen is geen duidelijke regelmaat te vinden, mechanische ventilatie wordt zowel bij een hoge als bij een lage epc-waarde toegepast, hetzelfde geldt voor natuurlijke ventilatie.

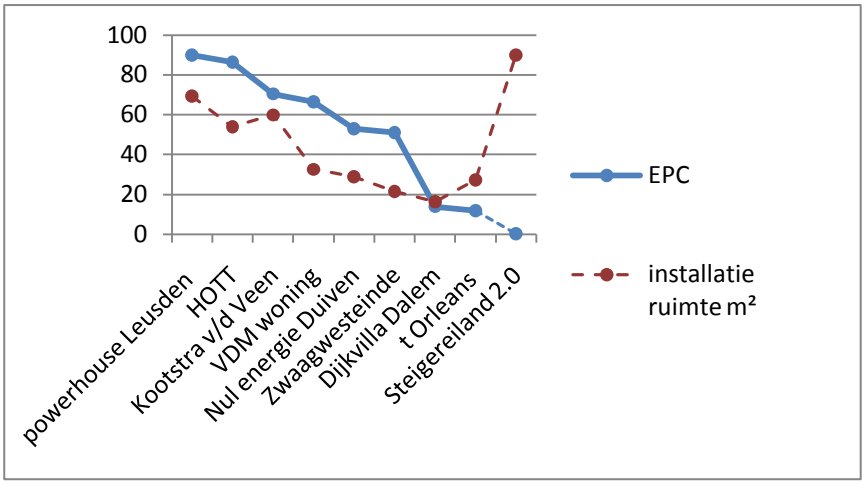


4. Uit de analyse blijkt een woning met een beter epc vaker laag temperatuur vloerverwarming toe te passen als verwarming.

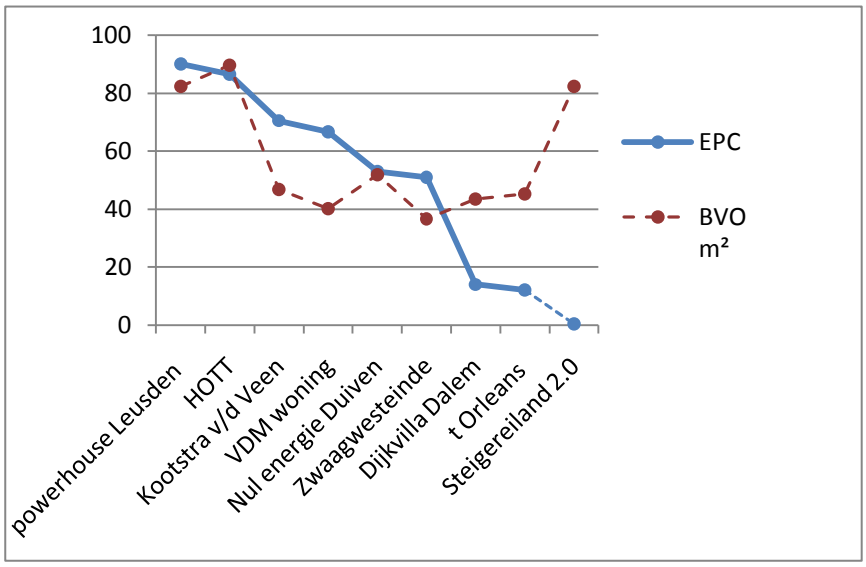


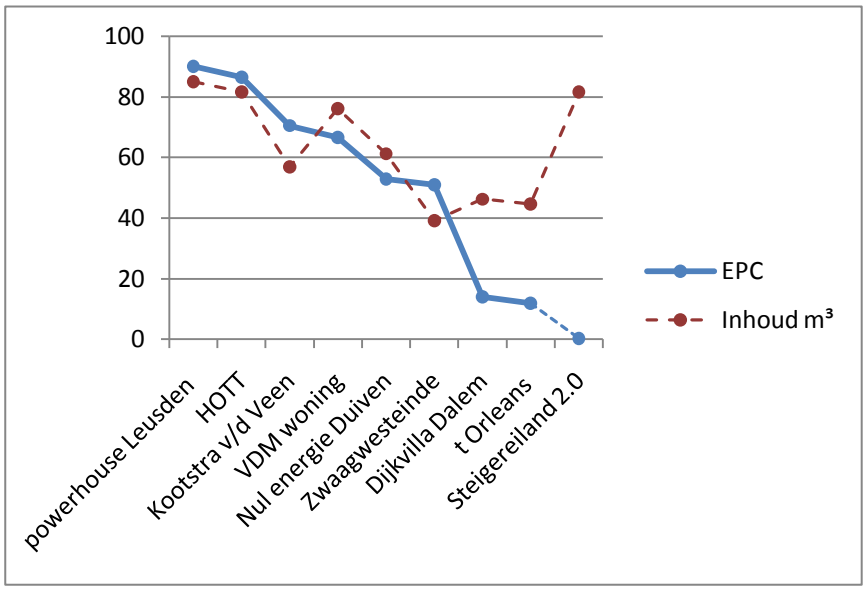
5. Zoals verwacht gebruikt een woning met een hoge epc meer energie opwekkende systemen en heeft meer vierkante meters installatieruimte.



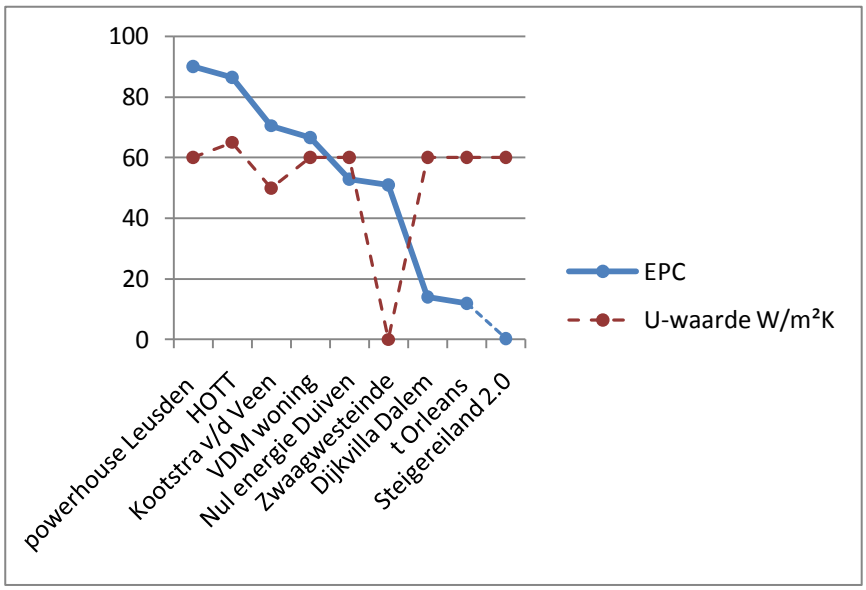


6. Uit de analyse blijkt dat een woning met meer bruikbaar vloeroppervlak en inhoud een beter epc heeft.

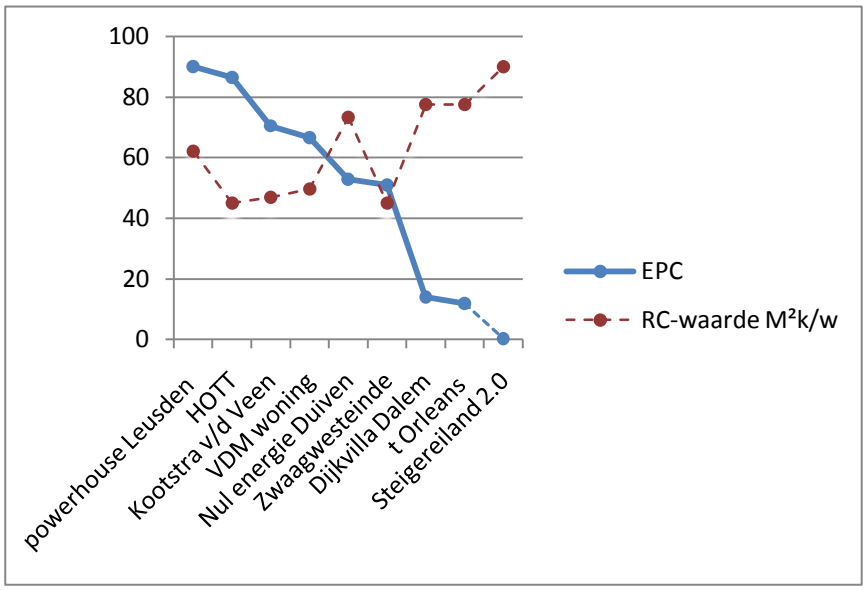




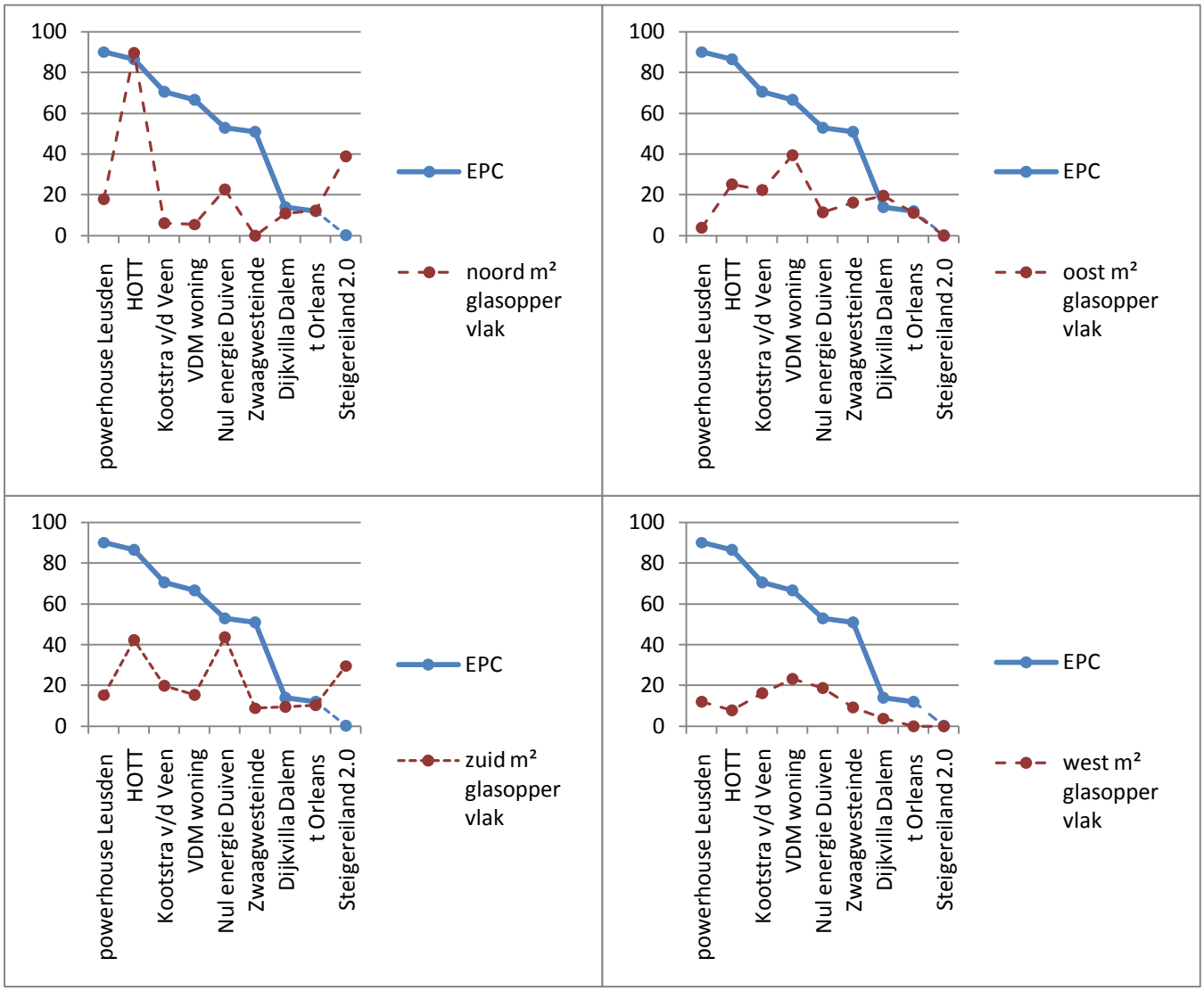
7. Uit de analyse blijkt dat de U-waarde en rc-waarde geen invloed hebben op de epc.

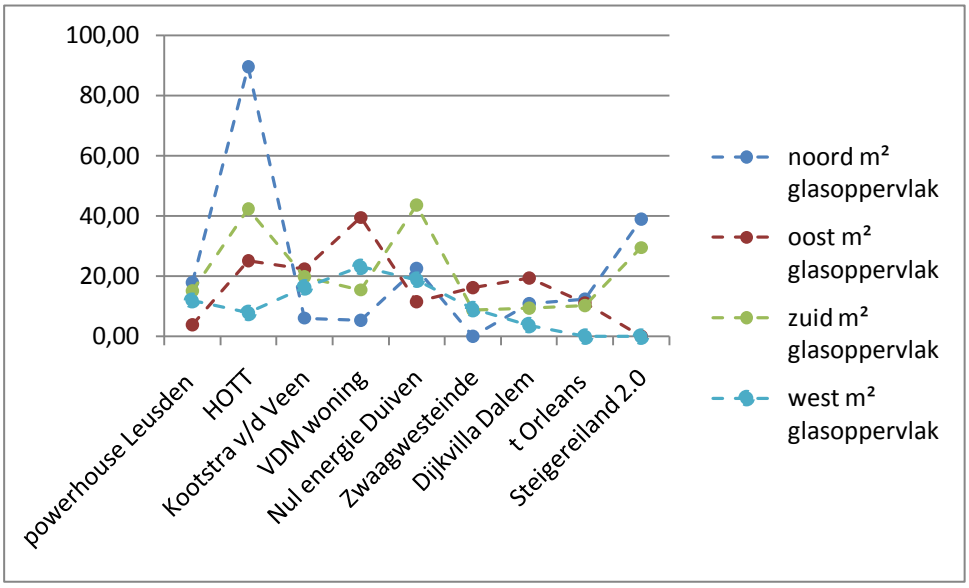


8. De situering lijkt niet van invloed op de epc.



9. De hoeveelheid glasoppervlak per gevel lijkt niet van invloed op de epc, verwacht werd dat er meer glasoppervlak op het zuiden georiënteerd zou zijn, uit de analyse blijkt dit niet het geval te zijn.





EPC berekeningen

3.1 inleiding

In dit hoofdstuk worden epc berekeningen gemaakt met de volgende epc score: 0,6 – 0,4 – 0,2 – 0,0. De berekeningen worden uitgevoerd aan de hand van een villa ontworpen door derksen | windt architecten. Deze villa wordt gebruikt als referentiewoning. Met de uitvoer van deze berekeningen worden de benodigde installatietechnische systemen voor het ontwerp bepaald.

3.2 uitgangspunten berekening

De berekeningen worden uitgevoerd aan de hand van een recent ontworpen villa. De bouwaanvraag is voor januari 2011 ingediend, waardoor de villa is goedgekeurd met een epc score van 0,8. Voor de berekening zullen de onderstaande gegevens gebruikt worden:

Indeling gebouw:

- Begane grond, vloeroppervlak: 103 m^2
- 1e verdieping, vloeroppervlak: 72 m^2
- Totaal vloeroppervlak: 175 m^2

Gevels begane grond:

- Voorgevel zuid, 21,6 m^2 metselwerk
- Voorgevel zuid, 2,8 m^2 geïsoleerde deur
- Voorgevel zuid, 3,8 m^2 open geveldelen
- Zijgevel oost, 21,0 m^2 metselwerk
- Zijgevel oost, 13,2 m^2 open geveldelen
- Achtergevel noord, 22,5 m^2 metselwerk
- Achtergevel noord, 5,7 m^2 open geveldelen
- Zijgevel west, 29,9 m^2 metselwerk
- Zijgevel west, 1,9 m^2 geïsoleerde deur
- Zijgevel west, 2,4 m^2 open geveldelen

Gevels en dak 1e verdieping:

- Voorgevel zuid, 58,7 m^2 schuin dak
- Voorgevel zuid, 8,3 m^2 plat dak dakkapel
- Voorgevel zuid, 5,7 m^2 zijkant dakkapel
- Voorgevel zuid, 6,0 m^2 open geveldelen dakkapel
- Zijgevel oost, 22,4 m^2 metselwerk
- Zijgevel oost, 2,5 m^2 open geveldelen
- Achtergevel noord, 58,7 m^2 schuin dak
- Achtergevel noord, 8,3 m^2 plat dak dakkapel
- Achtergevel noord, 5,7 m^2 zijkant dakkapel
- Achtergevel noord, 6,0 m^2 open geveldelen dakkapel
- Zijgevel west, 21,0 m^2 metselwerk
- Zijgevel west, 3,9 m^2 open geveldelen

Afbeelding 3.2.1 & afbeelding 3.2.2: aanzichten referentiewoning

De basisberekening is uitgevoerd met het epc berekeningsprogramma EPW V2.1. Met dit programma is het zeer lastig een lage epc score te halen zonder toevoeging van gelijkwaardigheidverklaringen. De internetsite uniec.eu heeft een herberekening programma voor de epc berekening ontwikkeld. Het herberekening programma is uitgevoerd met veel verschillende systemen waarvan de gelijkwaardigheidverklaringen zijn goedgekeurd door TNO, Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek.

3.3 EPC-berekening

Voor de berekening is rekening gehouden met de bouwwijze. Houtskeletbouw is een lichte bouwmethode waardoor de woning snel opwarmt en snel warmte afgeeft. Massiefbouw is een zware bouwmethode en neemt warmte op waardoor de woning langzaam opwarmt en langzaam warmte afgeeft aan de omgeving. De verschillende berekeningen zijn uitgevoerd met massiefbouw en houtskeletbouw als bouwwijze. De berekeningen inclusief gelijkwaardigheidsverklaringen zijn terug te vinden in bijlage 1.

3,4 resultaten

Uit de berekeningen is te halen dat de volgende systemen minimaal nodig zijn om een epc score onder de 0,6 te halen. Op de posters zijn de resultaten van de berekeningen met massiefbouw als bouwmethode weergegeven. Uit de berekeningen blijkt dat massiefbouw beter scoort dan houtskeletbouw. Voor dezelfde EPC zijn er bij houtskeletbouw meer systemen nodig om de gestelde epc score te behalen.
De rc-waarde is gesteld op 6,0 m^2K/W, uit onderstaande tabel is af te lezen dat deze rc-waarde het meeste effect heeft. Bij een hogere rc-waarde zakt de epc steeds minder. Tussen een rc van 4,0 en een rc van 6,0 is een verschil van 0,09 punten, tussen een rc van 6,0 en een rc van 8,0 is dit verschil nog maar 0,02 punten. Vandaar dat voor dit project de rc-waarde op 6,0 m^2K/W is gesteld.

rc-waarde m^2K/W	U-waarde W/m^2K	Epc score
4,0	0,8	0,66
6,0	0,8	0,57
8,0	0,8	0,55
10,0	0,8	0,54
12,0	0,8	0,53
12,0	0,6	0,51

Tabel 3.4.1 Rc-waarde & U-waarde t.o.v epc score

Technische eisen - EPC = 0,6

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

Gebruikte systemen

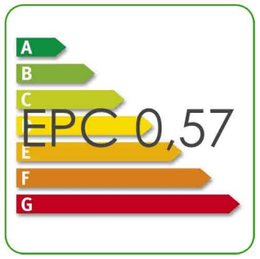
individuele HR - combiketel
Bosch 30 HRC
Vloer- en/of wandverwarming - lage temperatuur
Cw klasse 4
Afmeting: 85x44x35

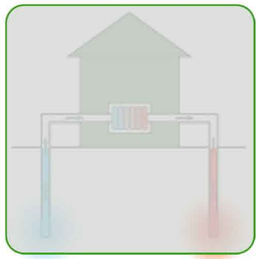
Bosch 30 HRC ketel

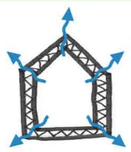
Gebalanceerde ventilatie - centraal
Brink 2-zone CO2-regeling, 95% WTW 100% bypass
afmeting: 602x675x420

afzuig en warmte terugwin unit

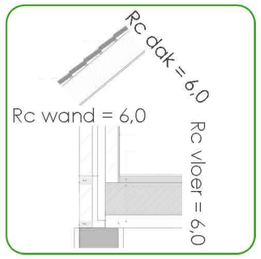
CO_2 melder

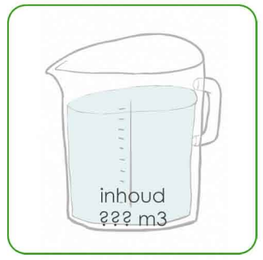






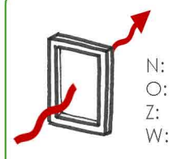
goede kierdichting





inhoud
??? m3

BVO
??? m2



N: m²
O: m²
Z: m²
W: m²

U-glas = 0,8

gebalanceerde ventilatie
met CO_2 melder

HR - combiketel

LT vloerverwarming

HR - combiketel

Technische eisen - EPC = 0,4

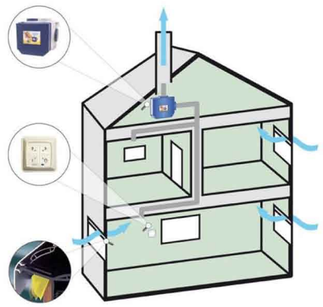
derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

Gebruikte systemen

i
Itho WPU - 55
Individuele combi-warmtepomp
vloer- en/of wandverwarming - lage temperatuur
cw klasse 4
Verticale bodemwisselaars
Ta < 30°C
Warmtepomp voor verwarming en warmtapwater
Geen buffervat
Wel vrije koeling in de woning
afmeting: 1025x480x600

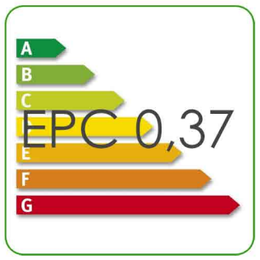
Itho WPU - 55 warmtepomp

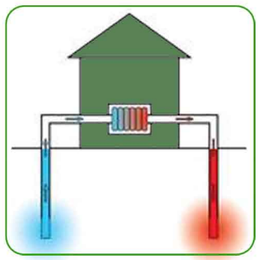
DUCO CO2 system
Ventilatiesysteem met Zelf Regelende - roosters
afmeting afzuigunit: 355x294x290

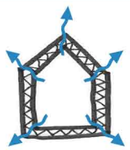


DUCO CO_2 systeem

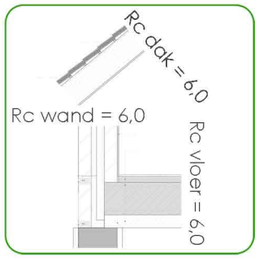
CO_2 melder





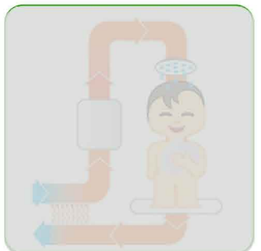


goede kierdichting



inhoud
??? m3

BVO
??? m2



U-glas = 0,8

N: m²
O: m²
Z: m²
W: m²

ventilatie met zelf regelende roosters

combi warmtepomp

LT vloerverwarming

combi warmtepomp

Technische eisen - EPC = 0,2

derksen | windt architecten uitgevoerd door maaike bron

Gebruikte systemen

iltho WPU-55
Individuele combi-warmtepomp
vloer- en/of wandverwarming - lage temperatuur
cw klasse 4
Verticale bodemwisselaars
Ta < 30°C
Warmtepomp voor verwarming en warmtapwater
Geen buffervat
Wel vrije koeling in de woning
afmeting: 1025x480x600

Itho WPU - 55 warmtepomp

DUCO Tronic system CO_2
Ventilatiesysteem met elektronisch gestuurde
Zelf Regelende - roosters
afmeting afzuigunit: 355x294x290

DUCO Tronic systeem

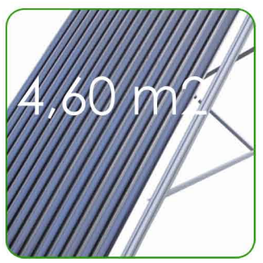
Heitech Technea Douchepijp-wtw-V3-2,1m2
Douche warmte terug winning aangesloten op zowel de koude poort van de douchemengkraan als de inlaat van het toestel

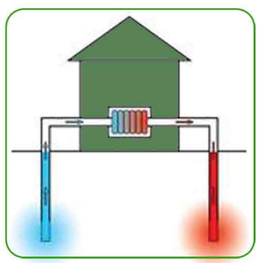
HR Solar hrs 200/5AR - 4,60 m2
Zuid georienteerd
33° Hellingshoek
afmeting collector: 2119x1183x94
twee collectoren bij het systeem

HR Solar collector

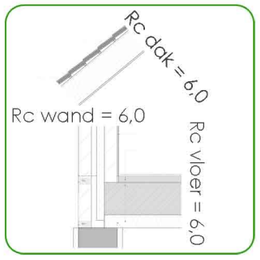
Zonnepaneel Polykristallijn
136 WP/ m2
Zuid georienteerd
33° Hellingshoek
afmeting: verschillend

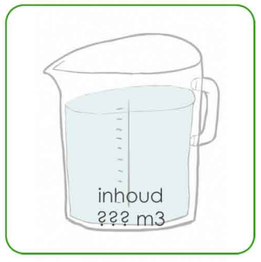
Polykristallijn zonnepanelen

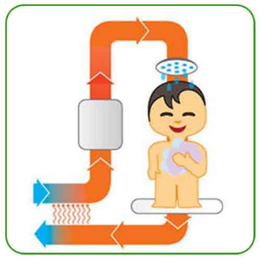


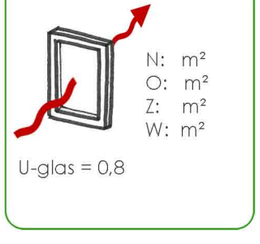


goede kierdichting









Gebruikte systemen

Itho WPU-55
Individuele combi-warmtepomp
vloer- en/of wandverwarming - lage temperatuur cw klasse 4
Verticale bodemwisselaars
Ta < 30°C
Warmtepomp voor verwarming en warmtapwater
Geen buffervat
Wel vrije koeling in de woning
afmeting: 1025x480x600

Itho WPU - 55 warmtepomp

DUCO Tronic system CO_2
Ventilatiesysteem met elektronisch gestuurde Zelf Regelende - roosters
afmeting afzuigunit: 355x294x290

DUCO Tronic systeem

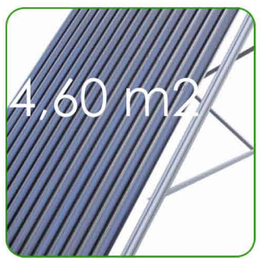
Heitech Technea Douchepijp-wtw-V3-2,1m2
Douche warmte terug winning aangesloten op zowel de koude poort van de douchemengkraan als de inlaat van het toestel

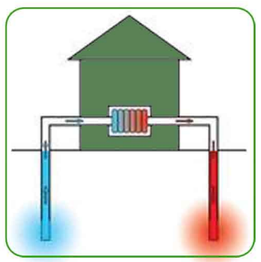
HR Solar hrs 200/5AR - 4,60 m2
Zuid georienteerd
33° Hellingshoek
afmeting collector: 2119x1183x94
twee collectoren bij het systeem

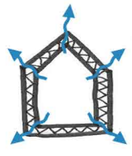
HR Solar collector

Zonnepaneel Polykristallijn
136 WP/ m2
Zuid georienteerd
33° Hellingshoek
afmeting: verschillend

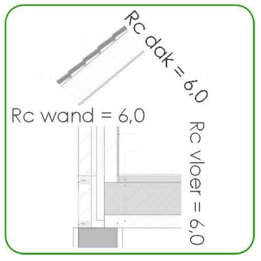
Polykristallijn zonnepanelen

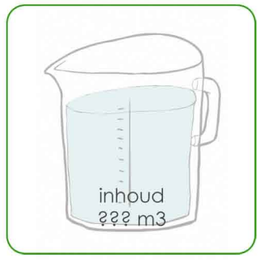






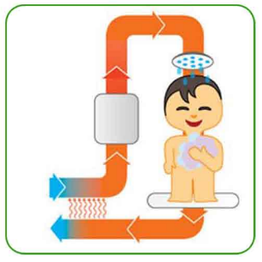
goede kierdichting

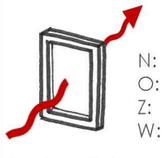




inhoud
??? m3

BVO
??? m2





N: m²
O: m²
Z: m²
W: m²

U-glas = 0,8

ventilatie met elektronisch gestuuurde zr roosters

combi warmtepomp

LT vloerverwarming

combi warmtepomp

3.5 conclusie

De resultaten van de berekeningen geven duidelijk weer dat massiefbouw beter scoort dan houtskeletbouw. Een epc onder de 0,6 is te behalen met een rc-waarde van 6,0 m^2K/W en drie laags glas met een u-waarde van 0,8 W/m^2K de overige toepassingen zijn per epc score verschillend. De volgende systemen zijn minimaal nodig om epc score van 0,6 – 0,4 – 0,2 en 0,0 te behalen:

EPC	EPC behaald	bouwmethode	RC-waarde	U-waarde	verwarmen	ventileren
0,6	0,57	massiefbouw	6,0	0,8	Bosch 30 HRC	Brink, 2-zone CO2
0,6	0,59	houtskeletbouw	6,0	0,8	Bosch 28 HRC	Brink, 2-zone CO2
0,4	0,37	massiefbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55	DUCO CO2 system
0,4	0,39	houtskeletbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55	DUCO CO2 system
0,2	0,20	massiefbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55	DUCO Tronic system CO2
0,2	0,20	houtskeletbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55	DUCO Tronic system CO2
0,0	0,05	massiefbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55	DUCO Tronic system CO2
0,0	0,05	houtskeletbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55	DUCO Tronic system CO2

EPC	EPC behaald	Douche WTW	Zonnecollector	zonnepaneel
0,6	0,57	X	X	X
0,6	0,59	X	X	X
0,4	0,37	X	X	X
0,4	0,39	X	X	X
0,2	0,20	Heitech Technea	HR Solar	$5m^2$
0,2	0,20	Heitech Technea	HR Solar	$6m^2$
0,0	0,05	Heitech Technea	HR Solar	$20m^2$
0,0	0,05	Heitech Technea	HR Solar	$25m^2$

Het ontwerp

4.1 inleiding

Het vorige hoofdstuk beschreef welke aanpassingen en maatregelen nodig zijn om een bepaalde epc score te behalen. In dit hoofdstuk wordt een ontwerp gemaakt en het ontwerpproces beschreven. Het ontwerp wordt gemaakt zonder rekening te houden met de gegevens uit voorgaande hoofdstukken. Het ontwerp wordt dus ontworpen zonder dat er rekening gehouden wordt met energiezuinige maatregelen. Nadat het ontwerp is gemaakt wordt het teruggekoppeld naar de te behalen epc scores. In het volgende hoofdstuk worden de bevindingen daarvan weergegeven.

4.2 analyse locatie

De gemeente Den Haag heeft in de wijk Wateringse Veld vier kavels te koop aangeboden waarop particulieren, vrijstaande grondgebonden, woningen mogen ontwerpen. Twee van deze kavels worden samengevoegd en gebruikt als locatie voor het ontwerp.

- De locatie ligt in het Randstedelijk gebied.
- De locatie ligt in de buurt van de kustlijn.

Afbeelding 4.2.1: ligging kaveldeel in Nederland

Afbeelding 4.2.2: ligging kaveldeel in provincie Zuid-Holland

- De locatie is gelegen tussen Delft en Den Haag.
- De locatie behoort bij de gemeente Den Haag.
- De uitvalsweg de A12 is binnendoor te bereiken via Den Haag.
- De uitvalsweg de A4 is te bereiken via de wijk wateringen.
- In het Wateringse Veld komen ruim 22.000 mensen te wonen.

Afbeelding 4.2.3: Omgeving Kaveldeel

- In 1994 is het Wateringse veld grondgebied van Den Haag geworden en zijn de eerste VINEX-woningen gebouwd.
- De kavel is gelegen in een deel van de ecologische zone.
- De wijk en de woningen zijn gebouwd in de jaren 30 stijl.
- In het hart van de wijk staan een basisscholencluster en kinderdagverblijf.
- De wijk bestaat voornamelijk uit grondgebonden eengezinswoningen.
- Met bus 30 is station Rijswijk binnen 6 minuten te bereiken. De bushalte is ongeveer 8 minuten lopen.
- Met tram 16 is Den Haag Centraal station in 31 minuten te bereiken. De tramhalte is ongeveer 7 minuten lopen.
- Overdag is het rustig in de straat, doordat de meeste bewoners aan het werk zijn.
- De woningen verschillen in prijsklasse, van middenklasse tot het duurdere segment.
- De kavel is gelegen in een kinderrijke buurt met voldoende speelgelegenheden.
- De tomatenlaan is een autoluwe straat, er komt voornamelijk bestemmingsverkeer.

4.3 programma van wensen

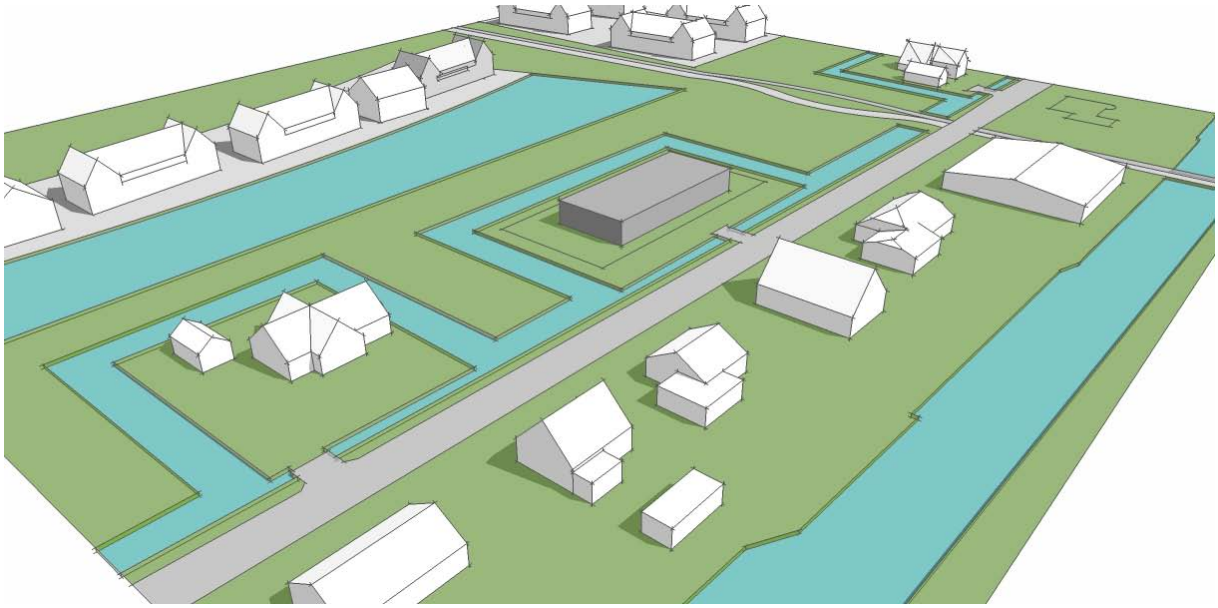
Wensen vanuit gemeente/ omgeving

Afbeelding 4.3.1: kaveldeel wateringen (niet op schaal)

De afbeelding is op ware grote in bijlage 2 te vinden.

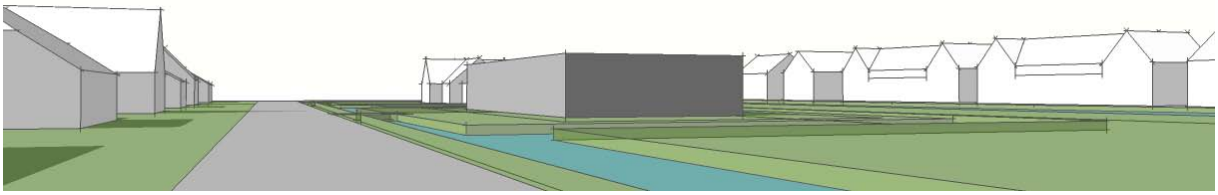
- De geluidsoverlast berekening wijst uit dat er maximaal 39 dB geluidsbelasting van de straat afkomstig is, de voorkeursgrenswaarde ligt bij 48 dB. Berekening is uitgevoerd door ingenieursbureau Oranjewoud.
- De woning mag een maximale nokhoogte van negen meter hebben en een maximale goothoogte van vier meter.
- De kavel heeft een oppervlakte van 733 m^2
- Het hoofdgebouw moet binnen de grenzen van het bouwkavel gebouwd worden.

De omliggende bebouwing is in onderstaande afbeeldingen te zien. Het rode gebouw is het maximaal te bebouwen oppervlakte van twee kavels.



Afbeelding 4.3.2: omgeving in vogelvlucht

Afbeelding 4.3.3: omgeving van bovenaf



Afbeelding 4.3.4 & 4.3.5: omgeving op ooghoogte

Technische programma van wensen vanuit onderzoek

Het technisch programma van wensen is gebaseerd op de conclusie van de woningenanalyse. De analyse van energiezuinige woningen is terug te vinden in hoofdstuk twee van deze scriptie.

- Uit de analyse lijkt dat een woning met een beter epc vaker een systeem heeft wat gebruik maakt van aardwarmte.
- Uit de analyse lijkt dat een woning met een beter epc vaker een warmtepomp als verwarmingssysteem gebruikt.
- In de ventilatiesystemen is geen duidelijke regelmaat te vinden, mechanische ventilatie wordt zowel bij een hoge als bij een lage epc-waarde toegepast, hetzelfde geldt voor natuurlijke ventilatie.
- Uit de analyse lijkt een woning met een beter epc vaker laag temperatuur vloerverwarming toe te passen als verwarming.
- Zoals verwacht gebruikt een woning met een hoge epc meer energie opwekkende systemen en heeft meer vierkante meters installatieruimte.
- Uit de analyse lijkt dat een woning met meer bruikbaar vloeroppervlak en inhoud een beter epc heeft.
- Uit de analyse lijkt dat de U-waarde en rc-waarde geen invloed hebben op de epc.
- De situering lijkt niet van invloed op de epc.
- De hoeveelheid glasoppervlak per gevel lijkt niet van invloed op de epc, verwacht werd dat er meer glasoppervlak op het zuiden georiënteerd zou zijn, uit de analyse blijkt dit niet het geval te zijn.

De Opdrachtgever

Fictieve situatie:

'De heer Kees de Boer is 35 jaar oud en woont momenteel in het centrum van Den Haag. Hij wil graag naar een rustige buurt verhuizen, gelegen nabij het centrum van Den Haag. De heer de Boer is getrouwd en heeft twee kinderen. De heer de Boer heeft een voltijd baan bij de bank in Den Haag. Waar hij elke dag met de auto naartoe gaat. Mevrouw de Boer werkt parttime bij een adviesbureau en zorgt op woensdag en vrijdag voor de kinderen. Mevrouw de Boer heeft ook haar eigen auto. De kinderen gaan naar de basisschool en daarna naar de BSO. De heer en mevrouw de Boer willen een woning op maat laten maken en hebben rond de acht ton te besteden, voor een direct bewoonbare woning. Ze hebben een kavel op het oog in het Wateringse veld.'

Wensen vertaalt naar programma van wensen

<u>basis wensen</u>

- Het moet een nieuw te bouwen vrijstaande woning worden.
- Eigentijdse uitstraling
- Lichte en ruime woning
- Een plaats waar twee auto's kunnen staan.

<u>Wensen voor de entree en verkeersruimtes</u>

- Een voordeur bij de straatzijde en de mogelijkheid om achterom binnen te komen.
- De entree moet gemakkelijk te bereiken zijn vanaf de straat.
- Een entree met overkapping, zodat bezoekers droog voor de deur kunnen staan, wanneer dit in de gedachte van het ontwerp past
- Een ruime opzet van de plattegrond
- Een speelruimte voor de kinderen, zodat niet al het speelgoed in de woonkamer staat.
- Bij de voordeur een ruime hal met een toilet

<u>Woonwensen</u>

- Een openhaard waarvan het schoorsteenkanaal is weggewerkt op de verdieping.
- Veel ruimte, licht en zicht in de woonkamer. Met maximale hoogte.

<u>Wensen slaapkamers</u>

- Vier goede slaapkamers en twee badkamers

- De ruimste kamer wordt de hoofdslaapkamer, voorzien van eigen badruimte en veel kastruimte.
- De overige drie kamers moeten in de buurt van de tweede badkamer liggen.
- Vanaf de kamers moet er voldoende zicht naar buiten zijn.
- Veel ruimte, licht en zicht in de slaapkamers.
- Een kamer die kan dienen als klein kantoor/ werkruimte.

Wensen keuken

- De keuken moet een leefkeuken worden, met ruimte voor een grote eettafel.
- De bijkeuken moet direct toegankelijk zijn vanuit de keuken en van buiten.

Overige wensen

- Misschien een stuk overdekt terras, wanneer dit past in de gedachte van het ontwerp.

Programma van wensen naar relatieschema

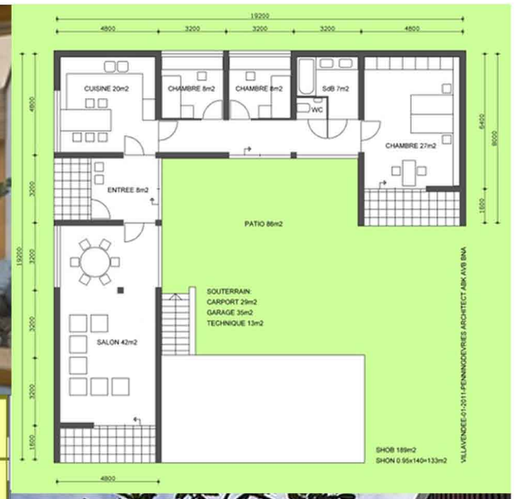
Voor de ruimtes worden de minimale maten bepaald en daarna worden ze aangepast naar de te besteden ruimte. De opdrachtgever van dit ontwerp heeft een riante leefwijze. Een woning met minimale maten past niet bij zijn leefwijze, vandaar dat de ruimtes groter zijn dan de minimale afmetingen. In het relatieschema worden de ruimtes met elkaar verbonden en in zones gedeeld.

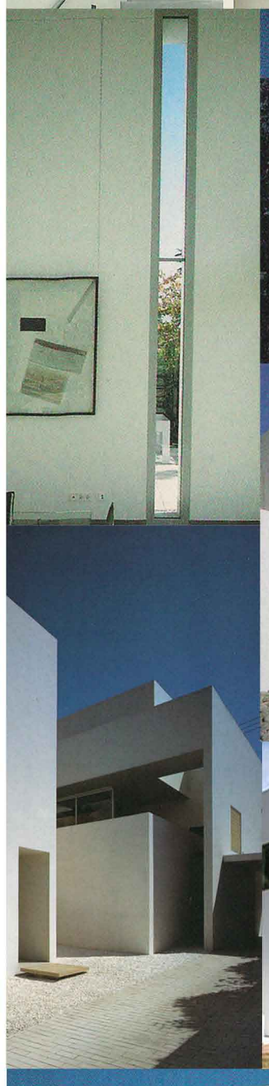
Afbeelding 4.3.6: relatieschema

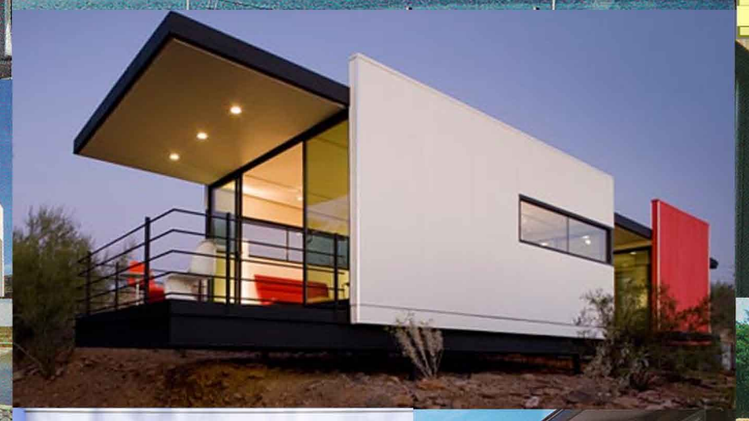
Relatieschema naar vlekkenplan

De zones uit het relatieschema worden in het vlekkenplan opnieuw gebruikt. In het vlekkenplan worden de zones ingedeeld op de locatie. Waar in de plattegrond moeten de zones komen te liggen? Welk uitzicht is gewenst vanaf een zone? Deze vragen worden beantwoord met het vlekkenplan.

Afbeelding 4.3.7: vlekkenplan


19200
4800
3200
3200
3200
4800
CUISINE 20m2
CHAMBRE 8m2
CHAMBRE 8m2
SdB 7m2
WC
CHAMBRE 27m2
ENTREE 8m2
PATIO 86m2
SOUTERRAIN:
CARPORT 29m2
GARAGE 35m2
TECHNIQUE 13m2
SALON 42m2
SHOB 189m2
SHON 0.95x140+133m2
VILLAVENDEE-01-2011-PENNINGDEVRIES ARCHITECT ABK AVB BNA





4.4 Het ontwerp

Het ontwerp concept achter de eigentijdse villa in het Wateringse veld in Den Haag is licht, luxe en ruimte. De villa is gesitueerd op een ruim kavel van 1847 vierkante meter dat samen met het programma van wensen van de opdrachtgever de mogelijkheid bood om de villa gelijkvloers te ontwerpen. De beleving van ruimte en licht komen hierbij tot uiting in de indeling en duidelijke routing van het gebouw.

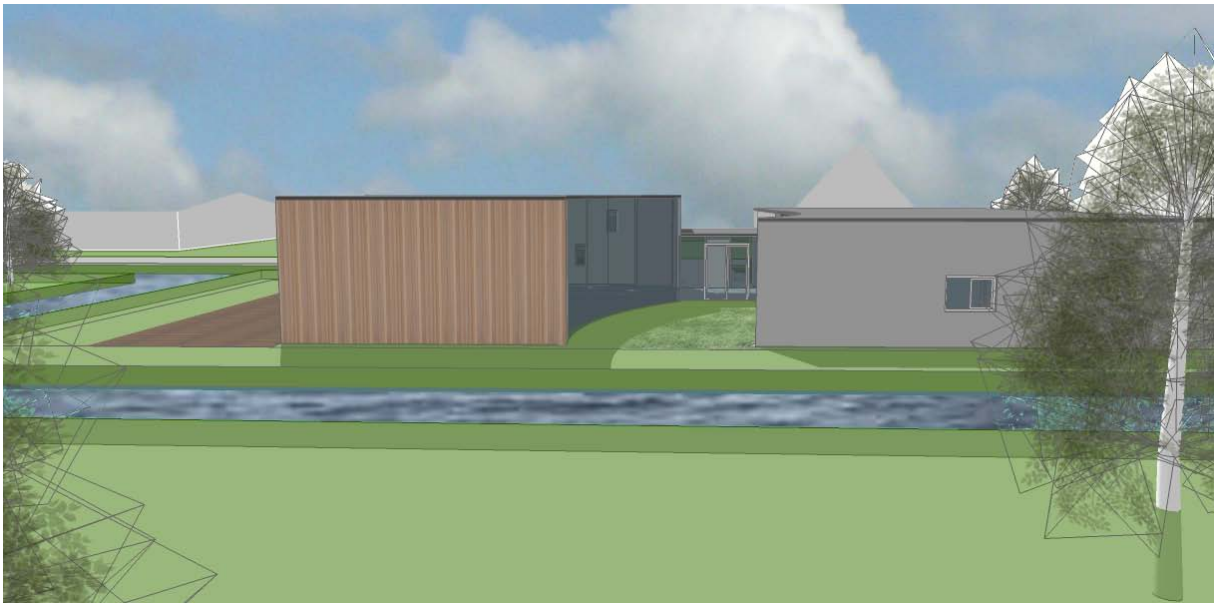
De villa is opgebouwd uit twee hoofdvolumes gescheiden door een transparante entree en een binnentuin met twee gekromde gevels. In elk volume van de woning is een andere woonfunctie te vinden. In het deel links van de entree bevinden zich alle slaapvertrekken met slaapkamers voor de ouders, kinderen en gasten. Ook de installatieruimte heeft hier een plek gekregen. Rechts van de entree bevinden zich het leefgedeelte met de woonkamer, keuken en werkkamer met bibliotheek. De kromming in de gevels van de binnentuin en de spiegeling van het glas, halen als het ware de tuin en de groene omgeving naar binnen.

De entree is door zijn afwijkende vorm en transparantie duidelijk aanwezig en herkenbaar voor een bezoeker. Deze worden ontvangen in een ruime hal met direct zicht op de binnentuin. De duidelijke routing en het verschil in hoogte van het plafond zal de aandacht van de bezoeker meteen op de mooie ruimte met eettafel richten die is ingericht als toonkamer van de woning. Hierdoor bestaat voor de bezoeker geen twijfel waar het leefgedeelte van de woning zich bevindt en komt hij niet in de verleiding het linker deel van de woning te betreden. Een dubbele deur biedt toegang tot de woonkamer met grote openslaande deuren naar het terras.

Voor de gebruikers van de woning, hun gasten en voor een toevallige passant wordt het verschil in privé (links) en publiek (rechts) van de woning goed zichtbaar. Het linker deel is lager, minder transparant en is bekleed met wit stucwerk. Het rechter deel is daar en tegen hoog, transparant en bekleed met houten gevel delen. Zo zullen er twee gevoelens opgeroepen worden; een van geborgenheid en rust en een van vriendelijkheid, warmte en openheid.

Afbeelding 4.4.1: Bovenaanzicht

Afbeelding 4.4.2: Vogelvlucht

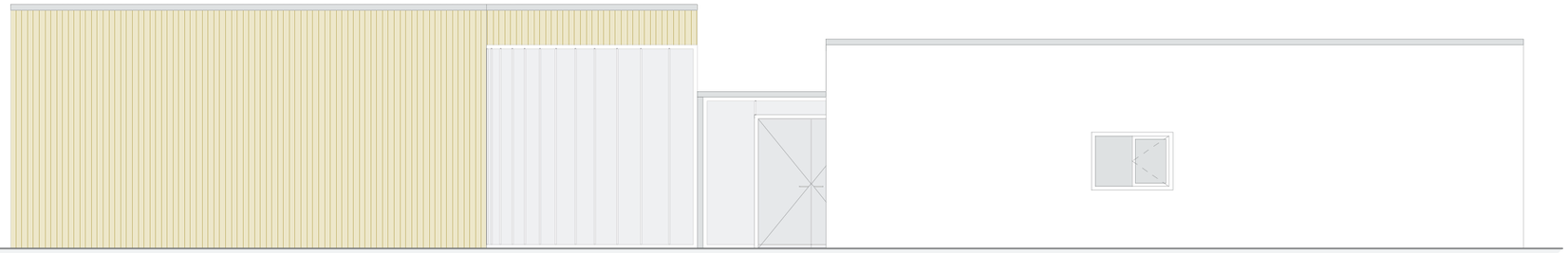


Afbeelding 4.4.3: Oost gevel

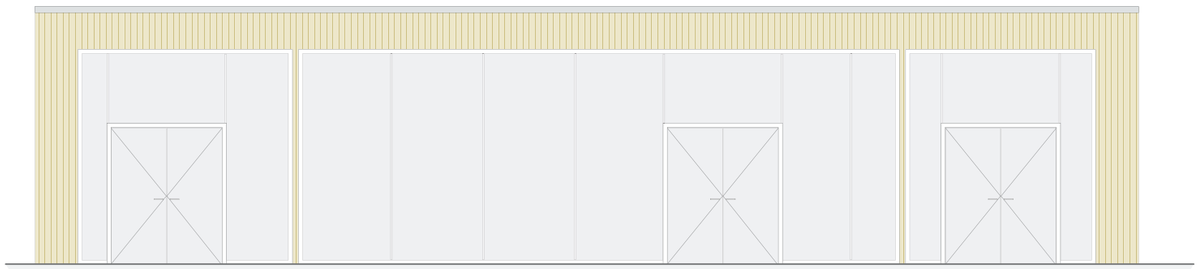
Afbeelding 4.4.4: Zuid/ West gevel

Plattegrond 1:100

Noord gevel 1:100



Oost gevel 1:100

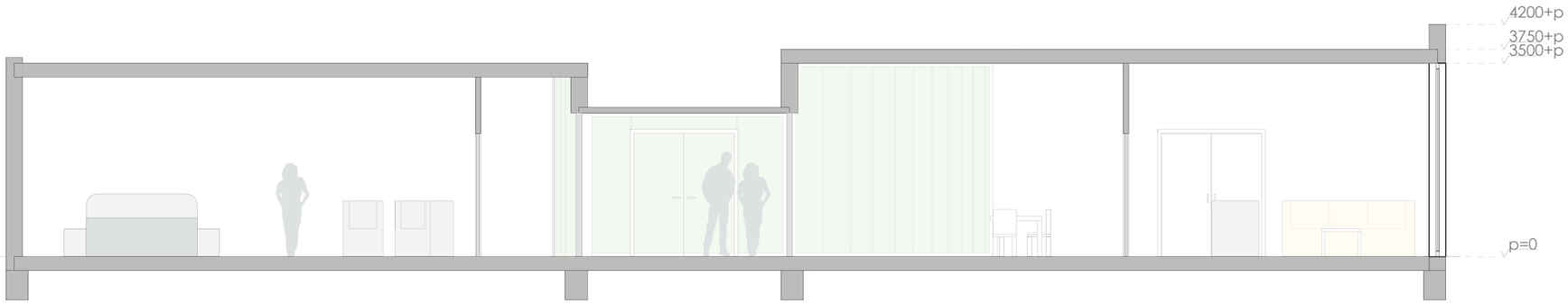


Zuid gevel 1:100

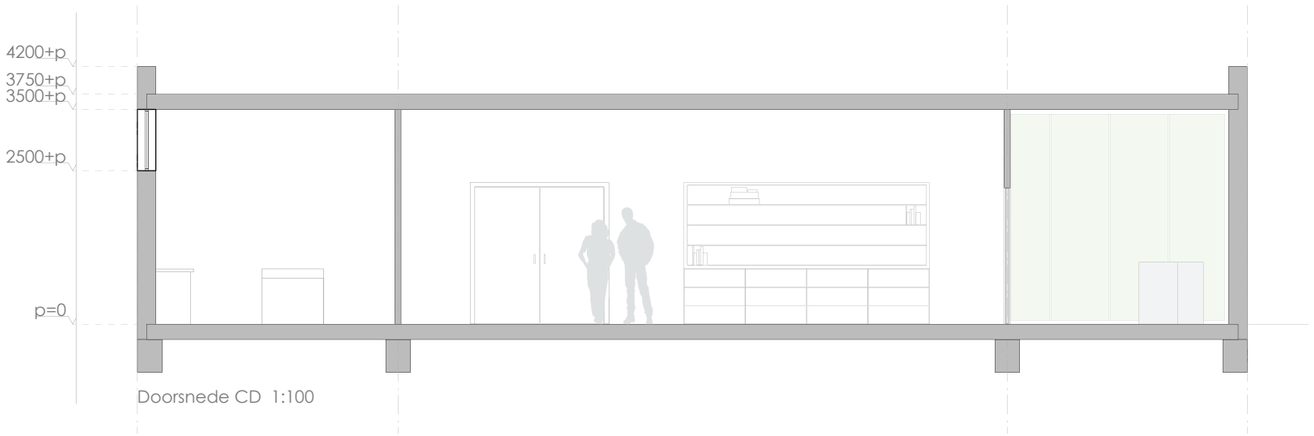
West gevel 1:100

Patio noord gevel 1:100

Patio zuid gevel 1:100



Doorsnede AB 1:100



Doorsnede CD 1:100

Conclusie: Samenkomst doelstelling, onderzoek en ontwerp

5.1 inleiding

In het vorige hoofdstuk is een ontwerp gemaakt zonder, tijdens het ontwerpproces rekening te houden met energiezuinige maatregelen en aanpassingen, zoals bezonning, transparantie en oriëntatie.
In dit hoofdstuk wordt een epc berekening gemaakt van het ontwerp met dezelfde bouwkundige maatregelen en systemen als de referentiewoning van hoofdstuk drie voor de verschillende epc scores.
In onderstaande tabel zijn de maatregelen en systemen per epc score weergegeven.
Door het ontwerp te vergelijken met de score van de referentiewoning kan onderzocht worden of er tijdens het ontwerpproces al rekening gehouden moet worden met transparantie, bouwvolume e.d.

EPC score	EPC score behaald	bouwmethode	RC-waarde	U-waarde	verwarmen	ventileren
0,6	0,57	massiefbouw	6,0	0,8	Bosch 30 HRC (HR-ketel)	Brink, 2-zone CO2 (zelfregelende roosters)
0,4	0,37	massiefbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55 (warmtepomp)	DUCO CO2 system (electrisch gestuurde roosters)
0,2	0,20	massiefbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55 (warmtepomp)	DUCO Tronic system CO2 (electrisch gestuurde roosters)
0,0	0,05	massiefbouw	6,0	0,8	Itho WPU-55 (warmtepomp)	DUCO Tronic system CO2 (electrisch gestuurde roosters)

EPC score	EPC score behaald	Douche WTW	Zonnecollector	zonnepaneel
0,6	0,57	X	X	X
0,4	0,37	X	X	X
0,2	0,20	Heitech Technea	HR Solar 4,6m^2	5m^2
0,0	0,05	Heitech Technea	HR Solar 4,6m^2	20m^2

Tabel 5.1.1 benodigde maatregelen en systemen met de daarbij behorende epc score

5,2 directe terugkoppeling

Het ontwerp wordt ingevoerd in de epc berekening met bovengenoemde bouwkundige maatregelen en systemen. De verschillende epc scores geven onderstaand resultaat. In hoofdstuk drie is de referentiewoning ingevoerd in de epc berekening met dezelfde bouwkundige maatregelen en systemen. Ook de resultaten daarvan staan in onderstaande tabel.

Woning/ epc	0,6	0,4	0,2	0,0
Referentie woning	0,57	0,37	0,21	0,05
Ontwerp	0,60	0,37	0,27	0,21

Tabel 5.2.1 directe terugkoppeling epc scores

In bovenstaande tabel is te zien dat bij een epc score van 0,6 en 0,4 de referentiewoning en het ontwerp ongeveer dezelfde score halen. Hieruit is op te maken dat voor een epc van 0,6 en 0,4 geen rekening gehouden hoeft te worden met energiezuinig bouwen tijdens het ontwerpproces. De architect hoeft dus tijdens het maken van het ontwerp geen rekening te houden met trias energetica, hij kan vrij ontwerpen zolang bovengenoemde maatregelen en systemen worden toegepast.

5,3 onderzoek verschil in epc 0,2

In tabel 5.2.1 is een verschil te zien tussen de epc score van de referentiewoning en de epc score van het ontwerp. Dit verschil begint bij een epc van 0,2. Tussen het ontwerp en de referentiewoning zitten enkele verschillen zoals; volume, oppervlakte en transparantie. In onderstaande stappen wordt het ontwerp veranderd, naar waarden die meer overeen komen met de ingevoerde waarden van de referentiewoning. Per verschil wordt naar de invloed op de epc score gekeken.

1) In het ontwerp zijn veel hoge en grote ramen aanwezig. Bij de referentiewoning is het percentage glasoppervlak een stuk minder. Dit zou weleens het verschil kunnen zijn tussen beide epc scores.
Om dit te onderzoeken wordt het percentage glasoppervlak van het ontwerp, hetzelfde gemaakt als het percentage glasoppervlak van de referentiewoning. In onderstaande tabel zijn de percentages per gevel terug te vinden. De derde kolom geeft het percentage glasoppervlak per gevel van de referentiewoning weer. Dit percentage wordt gebruikt om het aantal vierkante meters glasoppervlak van het ontwerp te verlagen. In de laatste kolom zijn de nieuwe vierkante meters glasoppervlak per gevel vermeld. Door het glasoppervlak percentueel gelijk te stellen wordt onderzocht of de hoeveelheid vierkante meters glasoppervlak invloed heeft op de epc score.

	Referentiewoning		**Ontwerp**		
Gevel	**Totaal opp. Gevel m²**	**% raam**	**Totaal opp. Gevel m²**	**% raam**	**% raam gelijkgesteld m²**
Noord	106,9	10,9 %	131	40,8 %	14,27
Oost	59,1	26,5 %	86,9	12,7 %	23
Zuid	106,9	9,2 %	128,5	76,6 %	11,6
West	59,1	10,7 %	95	12,9 %	10,6

Tabel 5.3.1 percentage glasoppervlak per gevel

Hieruit blijkt dat het verlagen van de vierkante meters raamoppervlak de epc score verlaagt van:
0,27 -> **0,24**

Daarnaast is nog onderzocht of de gevel waar het raamoppervlak wordt aangepast van belang is.
Voor de berekening zijn alle gevels ingevoerd zoals ze in het ontwerp voorkomen. Het gebruikte percentage glasoppervlak per gevel staat in tabel 5.3.1 in de vijfde kolom. Het glasoppervlak wordt per gevel aangepast naar de nieuwe waarde, de overige gevels blijven onaangepast. De nieuwe waarde staat in de laatste kolom van tabel 5.3.1. Nadat de berekening is uitgevoerd voor de noord gevel, worden alle waarden weer teruggezet zoals in kolom vijf van tabel 5.3.1en wordt de volgende gevel aangepast. Dit herhaalt zich voor alle gevels. In onderstaande tabel is het resultaat te zien van deze invoer.

	Het ontwerp	**Alle gevels gelijk**
Zonder aanpassingen	0,27	0,30
Noord gevel	0,27	0,28
Oost gevel	0,30	0,28
Zuid gevel	0,24	0,28
West gevel	0,27	0,28
Alle gevels aangepast	0,24	0,24

Tabel 5.3.2 epc scores aangepast raamoppervlak per gevel

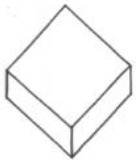
In de tabel is te zien dat de epc score bij de oost gevel hoger wordt, dit komt doordat er glasoppervlak bijkomt in plaats van weggaat. Het meeste resultaat wordt behaald bij de zuid gevel. Dit kan mogelijk komen omdat op de zuid gevel het meeste glasoppervlak weggehaald wordt. In het ontwerp bestond de zuid gevel voor 76,6 % uit glas, dit wordt teruggebracht naar 10,7 %.
Om te onderzoeken of de oriëntatie van de gevel uitmaakt, zijn alle gevel gelijk gemaakt. De verschillende oppervlaktes van de gevels zijn bij elkaar opgeteld en door vier gedeeld. Dit levert een gevel oppervlak van 110,35 m² per gevel. In de gevel komt een glasoppervlak van 43,8 m², dit is ook het

gemiddelde van vier gevels. De berekening wordt hetzelfde uitgevoerd als bovenstaande berekening. De gevels behouden de oude waarde en één gevel wordt aangepast naar de nieuwe waarde. De nieuwe waarde is 14,86 m^2 glasoppervlak.
In de laatste kolom van tabel 5.3.2 staan de resultaten van de oriëntatie berekening. Uit de tabel is af te lezen dat de epc score gelijk blijft als de verschillende gevels aangepast worden. Hieruit is op te maken dat de oriëntatie van de gevel waar het glasoppervlak verminderd wordt niet uitmaakt.

Uit het onderzoek glasoppervlak kan geconcludeerd worden dat:

- het verlagen van de vierkante meters raamoppervlak de epc score verlaagt van: **0,27** -> **0,24**
- Het glasoppervlak in de zuid gevel verlagen bij het ontwerp het meeste effect heeft.
- De oriëntatie van de gevel waar het glasoppervlak verminderd wordt niet uitmaakt.

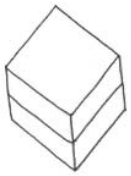
2) De epc is verlaagt van 0,27 naar 0,24 maar is nog niet gelijk aan de referentiewoning met een epc van 0,21. Het tweede verschil is de oppervlakte van de woning. De oppervlakte van het ontwerp wordt aangepast van 400 m^2 naar 200 m^2, daarbij wordt ook de oppervlakte van de gevels kleiner.



Na aanpassing van het vloeroppervlak en geveloppervlak verlaagt de epc van:
0,24 -> **0,23**

- Het verkleinen van het vloeroppervlak en geveloppervlak heeft invloed op de epc score.

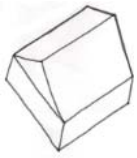
3) Het ontwerp is een gelijkvloerse woning terwijl de referentie woning uit twee lagen bestaat. Dit zou het verschil tussen 0,23 en 0,21 in de epc score kunnen zijn. Om dit te onderzoeken wordt het ontwerp aangepast van een gelijkvloerse woning, naar een woning bestaande uit twee lagen. Het vloeroppervlak wordt aangepast van 200 m^2 naar 100 m^2 per verdieping met een plat dak. Door de lagen op elkaar te stapelen, komt er meer gevel bij. Het geveloppervlak veranderd van 239,4 m^2 naar 344.4 m^2, er komt 105 m^2 gevel bij.



Door het op elkaar stapelen van de lagen verandert de epc van **0,23** -> **0,20**

- Het ontwerpen van een woning met meerdere lagen draagt bij aan de verlaging van de epc score.

4) Het verschil van epc 0,20 van het aangepaste ontwerp en epc 0,21 van de referentiewoning zal liggen aan het dakoppervlak. De referentiewoning heeft een schuin dak en het ontwerp een plat dak.



5,4 onderzoek verschil in epc 0,0

Ook de epc van 0,0 is bij het ontwerp niet gelijk aan de epc van de referentiewoning. Voor de epc van 0,0 worden dezelfde stappen genomen om de epc te verlagen als bij hoofdstuk 5.3 onderzoek verschil in epc 0,2.

1) Na aanpassing van het raamoppervlak verlaagt de epc van **0,21** -> **0,16**
2) Na aanpassing van het vloeroppervlak verlaagt de epc van **0,16** -> **0,08**
3) Door het op elkaar stapelen van de lagen verandert de epc van **0,08** -> **0,08**

4)De epc score verschilt nog met 0,03 punten ten opzichte van de referentiewoning. Echter bij de verlaging naar 0,2 is de score van het ontwerp bij stap vier al gelijk aan de score van de referentiewoning. Bij de verlaging van epc 0,0 is dit niet het geval. Dit kan komen doordat het vloeroppervlak nog iets groter is dan bij de referentiewoning. Door het vloeroppervlak te verlagen naar

175 m^2, dit is gelijk aan het vloeroppervlak van de referentiewoning, veranderd de epc van **0,08** -> **0,05** waarmee de epc score gelijk is aan die van de referentiewoning. Bij een zodanig lage epc score is er bijna geen verschil tussen plat dak en een schuin dak.

5,5 conclusies

In dit hoofdstuk is de epc score van het ontwerp vergeleken met de epc score van de referentiewoning. Waar er verschil optreedt, is in verschillende stappen geprobeerd te achterhalen waardoor het verschil in epc score optreed. Onderstaande conclusies zijn uit het onderzoek te halen.

- Bij een epc score van 0,6 & 0,4 hoeft geen rekening gehouden te worden met energiezuinig bouwen tijden het ontwerpproces, zolang de systemen en maatregelen uit tabel 5.1.1 worden toegepast.
- het verkleinen van de vierkante meters raamoppervlak, zorgt voor verlaging in de epc score.
- Het glasoppervlak in de zuid gevel verlagen bij het ontwerp het meeste effect heeft.
- De oriëntatie van de gevel waar het glasoppervlak verminderd wordt niet uitmaakt.
- Het verkleinen van het vloeroppervlak en geveloppervlak heeft invloed op het verlagen van de epc score.
- Het ontwerpen van een woning met meerdere lagen draagt bij aan de verlaging van de epc score.

5,6 discussie

In hoofdstuk drie is gekeken naar het behalen van de epc scores 0,6 - 0,4 - 0,2 & 0,0 met zo min mogelijk ingrepen. De systemen voor verwarming, ventilatie en warm tapwater zijn eerst zo rendabel mogelijk gemaakt. Als laatste is er gekeken naar het gebruik van zonnecollectoren en zonnepanelen. Het opwekkingssysteem van zonne-energie wordt op het dak geplaatst en is in veel gevallen vanaf de buitenzijde van het gebouw zichtbaar, hierdoor wordt in veel gevallen het architectonisch ontwerp bepaald, vandaar dat deze maatregel als laatste is toegepast. Om het verschil in de ontwerpvrijheid te kunnen onderzoeken zijn voor zowel het ontwerp als voor de referentiewoning de maatregelen en systemen gelijk gehouden. Waar er verschil optreedt in de epc score is doormiddel van het aanpassen van de gebouweigenschappen zoals, volume, vloeroppervlak en transparantie geprobeerd te achterhalen waardoor het verschil in epc score optreed. De epc score kan verlaagd worden door het toepassen van meer zonnepanelen of windenergie. Om een eerlijke vergelijking te maken zijn in het ontwerp de gebouweigenschappen aangepast in plaats van te kiezen voor extra zonnepanelen.

Evaluatie proces afstuderen

Het begin van de afstudeerperiode begon met het kennismaken met het bedrijf en een opzet maken voor het plan van aanpak. In het plan van aanpak is geschreven hoe de afstudeerperiode is opgebouwd, wat de onderzoeksvraag is en wat de afbakening van de opdracht is. Al snel werd duidelijk dat ik goed moet verwoorden waar mijn afstudeeropdracht over gaat, om miscommunicatie te voorkomen. Nadat het plan van aanpak was gemaakt en goedgekeurd, ben ik begonnen met de analyse.

Voor de analyse ben ik opzoek gegaan naar woningen in Nederland met een epc score onder de 0,6. Al snel kam ik erachter dat er verschillende ontwerpvisies voor energiezuinige woningen bestaan. Ik heb de vier meest voorkomende ontwerpvisies gekozen en van elke ontwerpvisie minimaal twee voorbeeldwoningen gezocht. Het zoeken naar een energiepuls woning was er lastig. Er zijn nog maar twee energie plus woningen in Nederland, waarvan er pas één is gebouwd. Het architectenbureau van HOTT is erg trots op hun ontwerp en ze vonden het niet erg als ik de woning in mijn afstudeerscriptie zou noemen. De architectenbureaus van de andere woningen vonden het meestal ook niet erg om informatie toe te sturen. Niet van alle woningen kreeg ik de gegevens toegestuurd die ik nodig had, maar met zoeken op het internet of zelf uitrekenen, heb ik alle gegevens kunnen verzamelen. De gegevens van de geanalyseerde woningen zijn op de posters gezet om ze gemakkelijk te kunnen vergelijken. Voor de posters heb ik leren werken met photoshop. Photoshop kende ik al een beetje maar heb tijdens deze periode echt goed geleerd wat er allemaal met photoshop gemaakt kan worden.

N a de analyse ben ik begonnen met het onderzoeken welke maatregelen en systemen er nodig zijn om de epc score te verlagen. Dit is onderzocht voor de epc score van 0,6 en 0,0 met twee stappen daar tussen in van 0,4 en 0,2. Aan de hand van een referentiewoning van gemiddeld formaat heb ik epc berekeningen gemaakt om te onderzoeken welke maatregelen en systemen minimaal nodig zijn voor de verschillende epc scores. Via het berekeningsprogramma van de epc was het lastig een lage epc score te halen, zonder gebruik te maken van gelijkwaardigheidverklaringen. Door te zoeken via het internet ben ik op de site van Uniec.eu gekomen, dit is een herberekeningsite voor het epc programma. De berekening wordt in het epc programma ingevoerd en daarna herberekend met gelijkwaardigheidverklaringen voor verwarmen, warm tapwater, ventilatie, douche wtw en zonnecollectoren. Uit deze berekening zijn de minimaal benodigde maatregelen en systemen gekomen.

Om de impact van energiezuinig bouwen op de ontwerpvrijheid te onderzoeken is er een ontwerp gemaakt zonder rekening te houden met de aandachtspunten van energiezuinig bouwen. Voor het ontwerp is een mooie locatie uitgekozen. Ik ben naar de locatie toegegaan en heb veel foto's van de omgeving gemaakt. Voor een ontwerp is een kavel niet het enige wat nodig is, ook een opdrachtgever speelt een grote rol in het ontwerpproces, hij is degene die er later in gaat wonen. Het ontwerp is gemaakt om de impact te kunnen onderzoeken, een echte opdrachtgever is hier niet bij betrokken. De opdrachtgever heeft wel een belangrijke rol in het ontwerpproces, vandaar dat er een fictieve opdrachtgever is gemaakt. Nu er een locatie en opdrachtgever zijn kan er begonnen worden met de eerste opzet.

De architecten hebben overleg met de opdrachtgever. Wat zijn, zijn eisen en wensen en welke ruimtes heeft de woning nodig. Er wordt gekeken naar het leefpatroon van de opdrachtgever. Aan dit leefpatroon worden ruimtes gekoppeld. Voor de ruimtes worden de minimale maten bepaald en daarna worden ze aangepast naar de te besteden ruimte. De opdrachtgever van dit ontwerp heeft een riante leefwijze. Een woning met minimale maten past niet bij zijn leefwijze, vandaar dat de ruimtes groter zijn dan de minimale afmetingen. De verschillende ruimtes worden in een relatieschema getekend. Per ruimte wordt er gekeken naar de relaties met andere ruimtes. In het relatieschema worden de ruimtes met elkaar verbonden en in zones gedeeld. De zones uit het relatieschema worden

op de locatie verdeeld in een vlekkenplan. Het vlekkenplan geeft weer, waar de zones op de kavel komen te liggen, rekening houdend met de entree en routing.

Door een duidelijk stappenplan te volgen komt de opzet van het ontwerp geleidelijk op papier te staan. Van de opzet moet een definitief ontwerp gemaakt worden, hier had ik de meeste moeite mee. Ik heb veel verschillende opzetten voor plattegronden en gevelbeelden getekend, maar het lukte me niet goed te zien wat er goed aan de plattegrond was en welke delen in de volgende opzet weer gebruikt konden worden. Tijdens deze periode heb ik veel begeleiding gehad en anders naar het ontwerp leren kijken. Ik heb nog steeds moeite met de laatste stap, het omzetten van een opzet naar het perfect ontwerp, maar dit zal door goed oefenen en vaak doen veranderen. De plattegrond, gevelbeelden en doorsneden zijn getekend in Vector Works. Met dit programma had ik nog nooit getekend. Ik heb één keer uitleg gehad en daarna zelf geoefend met tekenen. Af en toe nog wat tips gekregen over het programma en nu kan ik er goed mee werken. Vector Works is een prettig programma om mee te werken.

Het laatste deel van het onderzoek was het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Het ontwerp is gebouwd zonder rekening te houden met energiezuinig bouwen, dit ontwerp is dus gemaakt zonder beperking in de ontwerpvrijheid. Voor het ontwerp wordt dezelfde epc berekening gemaakt als van de referentiewoning is gemaakt. In de berekening worden de maatregelen en systemen ingevoerd die in hoofdstuk drie zijn onderzocht voor de verschillend epc scores. Zo ontstaat een eerlijke vergelijking tussen het ontwerp en de referentiewoning. Als de epc score van het ontwerp en de referentiewoning niet overeenkomen moet er gekeken worden waar dit aan ligt. Dit is onderzocht door kleine veranderingen te maken in de berekening van het ontwerp. De veranderingen hadden betrekking op: transparantie, vloeroppervlak en het aantal bouwlagen. Uiteindelijk is daar de conclusie uitgekomen.

Dit afstudeerproject heeft me veel geleerd over architectuur en bouwfysica, nadat ik dit project heb afgesloten kan ik nog steeds niet kiezen welk vakgebied ik later wil uitoefenen. Gelukkig hebben meer studenten problemen met het kiezen tussen bouwfysica en architectuur en is er bij de TU Eindhoven een speciale master waarin bouwfysica met architectuur kan worden gecombineerd. Voor deze master heb ik met opgegeven en ik kijk er naar uit hier na de vakantie mee te beginnen.

Literatuuropgave

Boeken:

Haak, A.J. & Leever- van den Burgh, D. (1994). De menselijke maat (zesde druk) Delftse universitaire pers.

Neufert, E. & Neufert, P. & Baiche, B. (2002). Neufert Architects' Data (3e herziende druk) John Wiley and Sons ltd.

Cerver, A.C. (2000) Huizen van over de hele wereld. Könemann Keulen

Smidt, R. de (2008-07) Quikscan zeer energiezuinige woningen in Nederland.

Post van der Molen, J.H. (2007) Passiefhuistechnologie in Nederland(2e oplage) Stichting Passief Huis Holland

Web:

http://www.senternovem.nl/gebiedsontwikkeling/excellente_gebieden/ (informatie duurzaam) (27-01-2011)
http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/Default.aspx?sid=8 (duurzame projecten verzamelsite)(24-01-2011)
http://www.actiefbouwen.eu/?page_id=197 (actief huis)(26-01-2011)
http://www.jm-energieadvies.be/php.php (passief huis)26-01-2011)
http://www.hetspinsel.nl/page.aspx?l=NL&id1=604 (nul energiewoning)(26-01-2011)
http://www.passiefhuis.nl/ (passiefhuis) (26-01-2011)

woningen Kollum
http://www.weromwenningen.nl/duurzaamfotoalbum.asp (31-01-2011)
http://www.vdm.nl/concept_house_prototype.ashx (08-02-2011)
http://www.vdm.nl/projecten_1.ashx (08-02-2011)

Zwaagwesteinde
http://www.seinenprojectontwikkeling.nl/default.asp?p=3&s=4](31-01-2011)
http://www.duurzaamgebouwd.nl/20090210-wereldprimeur%3A-energieleverend-hr-actiefhuis-van-seinen (31-01-2011)
http://www.seinenprojectontwikkeling.nl/default.asp?p=3&s=6(31-01-2011)
http://www.duratherm.nl/referentie_projecten/alle_projecten.php?filtersoort=3 (10-02-2011)
http://www.dorenbosarchitekten.nl/projecten/item/107 (28-02-2011)
24 duurzame starterswoningen in zwaagwesteinde, drs J.C. Jol, drs M. van Schalkwijk, april 2006(pdf)

HOTT
http://picasaweb.google.com/wvttkarchitecten/0903HoTTSterksel#5542346100624960866 (01-02-2011)
http://www.actiefbouwen.eu/?tag=actiefhuis (01-02-2011)
http://www.slimbouwen.nl/index.php?id=223 (01-02-2011)
http://www.wvttkarchitecten.nl/projects.php?project_cat=13&project=0903&photo=7&info_pane=text (01-02-2011)
http://www.senternovem.nl/energieneutraalbouwen/nieuws/2010/hottwoning_krijgt_zeer_lage_epc_van_0018.asp (08-02-2011)
HOTT | House of Tomorrow Today, WVTTK architecten 30 oktober 2010 (pdf)

Powerhouse
P+ Bouwtrends, Year 2, nr. 2, May + June 2009, pg. 4-11(pdf bestand energieplushuis week 2)
http://www.innoconstruct.nl/nl/home/test-banner (24-01-2011)

Steigereiland 2.0
http://www.architectenweb.nl/aweb/projects/project.asp?PID=13720 (2-02-2011)
http://www.faro.nl/?projecten=steigereiland-2-0 (2-02-2011)
http://www.passiefhuismarkt.nl/nieuws/archief/open-huis-steigereiland-20/ (2-02-2011)
http://www.buildingbusiness.com/awards/ingezonden/details.asp?id=163 (08-02-2011)

Passief huizen
http://www.frankearchitekten.nl/ (31-01-2011)
Passiefhuistechnologie in Nederland, PH Holland stichting, april 2007 (pdf)

Berekeningen hoofdstuk drie
http://www.praktischduurzaam.nl/energiezuinig-bouwen/ (21-03-2011)
http://www.ph-bouwadvies.nl/epc-06-varianten/ (23-03-2011)
http://www.hrsolar.nl/hrsolar_producten (20-04-2011)
http://www.boschcvketels.nl/ (21-04-2011)
http://www.technea.nl/uploads/documents/specificaties_douchepijp_wtw_v3.pdf (21-04-2011)

Analyse omgeving ontwerp
http://www.wateringseveld.nl/page.php?wijk=3 (05-04-2011)
http://www.denhaag.nl/home/bewoners/stadsdelen-en-wijken/Escamp/to/Wateringse-Binnentuinen-1.htm (06-04-2011)

Bijlage

1. Epc berekeningen houtskeletbouw en massiefbouw referentiewoning
2. afbeelding kaveldeel wateringen op schaal
3. Overige epc berekeningen