

Afstudeeronderzoek

EPC 0,0 in de woningbouw



Frank Oudenes

07-01-2014



Colofon

Titel: Afstudeer onderzoek EPC 0,0
Plaats: Arnhem
Datum: 07-01-2014
Versie: 3.0
Status: Definitief
Omvang: 37 pagina's

Auteur: Dhr. F. Oudenes
Studentnummer: 502306
Adres: Franshalsstraat 12
Postcode: 2931 CC
Plaats: Krimpen aan de Lek
Telefoonnummer: 06-22818814
E-mail: frank@delangenvdberg.nl
Opleiding: Bouwkunde, deeltijd

Afstudeerperiode: 17-05-2013 t/m 07-01-2014

1e Afstudeerbegeleider
Dhr. J.P. van Dalen
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Faculteit Bouwkunde
Postbus 5375
6802 EJ Arnhem

2e Afstudeerbegeleider
Dhr. E. Boel
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Faculteit Bouwkunde
Postbus 5375
6802 EJ Arnhem

Bedrijfsbegeleider
Dhr. E. Buijense
Adjunct directeur bouw
Postbus 15
2860 AA Bergambacht
Tel. 06-10805091
eddy@delangenvdberg.nl

Voorwoord

Als afsluiting van mijn HBO opleiding bouwkunde aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen rest mij nog het maken van een afstudeerrapport. Door het uitvoeren van dit rapport zijn zowel de toepassingen in de praktijk als de verkregen kennis tijdens de opleiding met het onderzoek samengevoegd in dit verslag.

Ik heb er voor gekozen om onderzoek te doen naar de haalbaarheid van een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0,0 in de woningbouw dat volgens de verwachtingen in 2020 door de overheid gesteld wordt. Ik merk in de markt dat het verlagen van de EPC eis een hot item is. Er spelen veel bedrijven en adviseurs op de vraag in, met verschillende oplossingen om maar aan de gestelde eis te voldoen. Het leek mij zeer interessant om uit te zoeken welke bouwkundige en installatie technische producten er toegepast kunnen worden om aan de eis van een EPC 0,0 te voldoen. Daarnaast wordt er bekeken of dat dit financieel haalbaar is.

Er zijn verschillende onderzoeken gedaan om te kijken met welke combinaties zowel bouwkundig als installatietechnisch het beste resultaat behaald kan worden.

Tijdens het onderzoek heb ik veel informatie en medewerking gekregen van verschillende ketenpartners binnen onze organisatie. Hier ben ik ze erg dankbaar voor.

Graag wil ik mijn dankwoord uitspreken naar mijn familie en vrienden.
Bedankt voor het support gedurende de hele opleiding en de ondersteuning tijdens het afstudeeronderzoek.

In het speciaal wil ik bedanken, mijn bedrijfsbegeleider Dhr. E. Buijense, eerste begeleider Dhr. J.P. van Dalen en mijn tweede begeleider Dhr. E. Boel. Dank voor de begeleiding de afgelopen tijd, het overleggen / discussiëren van verschillende uitkomsten en de sturing ten tijde van het afstudeeronderzoek.

Ik wens u veel plezier bij het lezen van deze afstudeerscriptie!

Arnhem 07-01-2014

Frank Oudenes

Samenvatting

Aanleiding

Vanuit de wetgeving moeten nieuw te bouwen woningen per 1 januari 2011 ten minste voldoen aan een EPC van 0,6. De verwachting is dat vanaf 2015 de norm verlaagd wordt naar een EPC van 0,4 en dat er in 2020 een EPC norm van 0,0 wordt gesteld.

Doel

Het doel van het onderzoek is: Onderzoeken of dat met het huidige ontwerp de 5 starterswoningen in het plan “ De kromme draai ” te Ammerstol met de verouderde EPC van 0,8 te laten voldoen aan de toekomstige eis in 2020, namelijk een EPC van 0,0.

Onderzoek

Om dit doel te behalen zijn er verschillende onderzoeken gedaan. Zo is de theoretische kant bekeken door middel van het literatuuronderzoek, regels en wetgeving en de EPC berekeningen. Door het afnemen van interviews met mensen die ieder vanuit een ander oogpunt naar de EPC kijken, het praktijkonderzoek en de bouwkundige / technische oplossingen is de praktische kant bekeken. Ook is er onderzoek gedaan naar de financiële haalbaarheid om ook een antwoord te kunnen geven op de vraag of dat alle extra investeringen rendabel zijn.

Resultaten

De EPC berekeningen die gemaakt zijn in het programma Uniec 2.0 dienen als hulpmiddel om te komen tot een afweging van wat er bouwkundig en wat er installatietechnisch toegepast kan worden om het gestelde doel te behalen. De resultaten worden weergegeven in grafieken, figuren en tabellen.

Conclusie

Er is een oplossing bedacht om te komen tot een EPC van 0,0 bij de 5 starterswoningen te Ammerstol. In hoofdlijnen wordt er gebruik gemaakt van een hybride warmtepomp. De bron voor de warmtepomp is de buitenlucht, in samenwerking van 22 m² PV-panelen en een douchepijp WTW wordt de EPC van 0,0 behaald. De meerkosten zijn totaal € 11.857,- en kunnen binnen de gestelde woonduur terugverdiend worden. Daardoor is de extra investering rendabel. De specificatie en uitwerkingen zijn terug te vinden in hoofdstuk 4 en 5 van het afstudeeronderzoek.

Advies

Het afstudeeronderzoek wordt bij het vastgoedontwikkeling bureau aangeboden en kan gebruikt worden als leidraad bij de ontwikkeling van verschillende woningen. De EPC eis van 0,0 is voor dit moment nog aan de strenge kant maar komt in een snel tempo dichterbij. In dat geval kunnen we er op voorbereid zijn indien de vraag er wel is.

Inhoudsopgave

Colofon.....	2
Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	4
Inhoudsopgave.....	5
Lijst van figuren en tabellen.....	6
Afkortingen.....	7
1. Inleiding.....	8
1.1 De Langen en van den Berg	8
1.2 Aanleiding van het onderzoek	8
1.3 Probleemstelling	9
1.4 Doelstelling	9
1.5 Onderzoeksvragen	9
1.6 Afbakening	10
1.7 Onderzoeksstrategie	10
1.8 Onderzoeksmodel	11
1.9 Leeswijzer	12
2. Literatuuronderzoek.....	13
2.1 De oorsprong van de EPC	13
2.2 Reeds gedane onderzoeken	13
2.3 EPC berekeningen	14
3. Praktijkonderzoek.....	15
3.1 Bouwkundige uitgangspunten	15
3.3 Infiltratie	15
3.4 Installatie systemen	15
4. Toepassen van systemen en financiële gevolgen.....	16
4.1 Project omschrijving	16
4.2 Standaard EPC 0,8 woning	17
4.3 Invloed EPC	19
4.4 EPC 0,0 woning	23
4.5 Financiële onderbouwing	25
4.6 Haalbaarheid extra investering	26
4.7 Conclusie hoofdstuk 4	29

5. Slotconclusie en aanbevelingen.....	30
5.1 Conclusie deelvragen	30
5.1.1 Conclusie deelvraag 1	30
5.1.2 Conclusie deelvraag 2	31
5.1.3 Conclusie deelvraag 3	31
5.1.4 Conclusie deelvraag 4	31
5.2 Conclusie hoofdvraag	32
5.3 Advies	33
5.3.1 Aanbevelingen	33
5.3.2 Voolopige EPC berekening	33
5.3.3 Subsidie	33
5.3.4 Kwaliteitsborging	34
Slotwoord.....	35
Bibliografie.....	36
Bijlagen.....	37

Afkortingen

De afkortingen en begripsbepalingen die in dit afstudeeronderzoek gebruikt worden zijn hieronder weergegeven.

EPN	Energie Prestatie Norm.
EPC	Energie Prestatie Coëfficiënt.
EPG	Energie Prestatie Gebouwen.
C.V.	Centrale Verwarming.
Hr-ketel	Hoog rendement ketel.
PV-Panelen	Fotovoltaïsche cellen (Grieks photos: licht, en voltnaar de eenheid van elektrische spanning).
Infiltratie	Hoeveelheid lucht die de woning binnendringt aantal $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$.
Uniec2.0	Rekenpakket voor het maken van EPC berekeningen.
WKO	Warmte Koude Opslag.
LED verlichting	Light-Emitting Diode verlichting.

1. Inleiding

Dit onderzoek is zelfstandig opgezet om advies te geven aan De Langen & van den Berg B.V. Het onderzoek is uitgevoerd in het kader van de afstudeeropdracht voor het afronden van mijn HBO opleiding bouwkunde aan de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen. Hoofdstuk 1 is in de volgende onderdelen verdeeld:

1.1 De Langen en van den Berg

Bouwbedrijf De Langen & van den Berg B.V. en De Langen van den Berg Vastgoed B.V. heeft de afgelopen 75 jaar haar concurrentiekracht bewezen. Zij zijn inmiddels uitgegroeid tot een modern en middelgroot bouwbedrijf en realiseren projecten van klein tot groot. Het vertrekpunt is altijd een efficiënt bouwproces dat resulteert in een optimale productkwaliteit. Een gedegen werkvoorbereiding, planmatig werken, de inzet van ervaren leidinggevend en vaklieden, een doelstelling tot 100% oplevering en goede nazorg zijn daarvoor hun middelen.

De visie is: Bouw op Zeker!

1.2 Aanleiding van het onderzoek

Vanuit de wetgeving dienen nieuw te bouwen woningen per 1 januari 2011 ten minste te voldoen aan een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) van 0,6. De verwachting is dat vanaf 2015 de norm verlaagd wordt naar een EPC van 0,4 en dat er in 2020 een EPC wordt gesteld 0,0. Voor de 5 starterwoningen is er onderzoek gedaan naar de maatregelen die nodig zijn om met de bestaande bouwmethodiek en een woning te laten voldoen aan de toekomstige eis namelijk een EPC van 0,0.

Door de marktontwikkelingen die de bouwnijverheid in Nederland hard raakt, is er door De Langen & van den Berg besloten om voorlopig de startende kopers als hoofddoelgroep te zien. Mede door de overheid aangekondigde verandering van de bouwwetgeving in 2020, is dit voor ons als vastgoedontwikkelaar een uitdaging om voor die tijd een passend concept te ontwikkelen welke voldoet aan de nieuwe wetgeving.

Ook zijn wij genooddaakt om te blijven investeren om zo onze concurrentiepositie te kunnen blijven behouden op deze toch al moeizame markt. Wij willen graag de bouwtijd verkorten en woningen energiezuiniger ontwikkelen door het toepassen van duurzame materialen en installaties. Daarom is De Langen en van den Berg zeer geïnteresseerd in het ontwikkelen van een financieel haalbare EPC 0,0 woning voor de doelgroep starters.

1.3 Probleemstelling

Door de hier bovenstaande aanleiding van het onderzoek kan de volgende probleemstelling geformuleerd worden:

Door de marktontwikkelingen en de aangekondigde verandering van de bouwwetgeving in 2020 moet er een passend concept ontwikkeld worden voor de doelgroep starters.

1.4 Doelstelling

De koper vraagt naar kwaliteit, met het oog op de toekomst. De inzichten in de toekomst zeggen dat er vraag komt naar een energiezuinige woning die is beter op de wens van de koper aansluit. Dit komt mede doordat energiestijgingen extreem zullen zijn. Echter moeten deze investeringen wel binnen een bepaalde periode worden terug verdiend in verband met de woonduur van een gemiddelde starter.

Vanuit De Langen & van den Berg zijn er naast de technische uitgangspunten ook nog andere uitgangspunten opgesteld. Er wordt gestreefd naar een korte doorlooptijd op de bouwplaats en naar een bouwsysteem wat transparantie en flexibiliteit geeft naar de koper.

De gedachte binnen De Langen & van den Berg is dat door het uit ontwikkelen van een gecombineerd en een vereenvoudigd bouwsysteem met ketenpartners er meer resultaat geboekt kan worden en een kwalitatief beter eindproduct wordt geproduceerd.

1.5 Onderzoeksvragen

Door de probleemstelling en de doelstelling samen te voegen resulteert dit tot de hoofdvraag en deelvragen van het afstudeeronderzoek. Door de onderzoeksvragen te beantwoorden wordt de gestelde doelstelling behaald.

De hoofdvraag van dit afstudeeronderzoek is als volgt:

- *Met welke middelen kunnen de 5 starterwoningen in het plan “De kromme draai” te Ammerstol op een economische verantwoorde worden ontwikkeld en voldoen aan de EPC 0,0?*

Om de hoofdvraag te beantwoorden wordt er gebruik gemaakt van deelvragen, deze luiden als volgt:

1. *Wat is de oorsprong en hoe werkt de EPC?*
2. *Welke bouwkundige en installatietechnische systemen zijn toe te passen in het concept?*
3. *Is het concept financieel haalbaar?*
4. *Is de extra investering rendabel?*

1.6 Afbakening

Het afstudeerproject zal op bepaalde onderdelen afgebakend worden. De volgende punten zullen worden aangestipt, maar niet in detail worden onderzocht.

- Detail berekening van de installaties.
- Geluidswering berekening van de woning.
- Vergelijking van het uitgewerkte concept ten opzichte van de concurrentiekrachten.
- Duurzaamheid van de toegepaste materialen.

1.7. Onderzoeksstrategie

De onderzoeksstrategie is gemaakt om bepaalde keuzes weer te geven waarop het onderzoek wordt uitgevoerd. Ten tijden van het onderzoek is het van belang dat de verschillende afwegingen die gemaakt worden ook inzichtelijk zijn en er een duidelijke rede wordt omgegeven waarom er op een bepaald onderwerp wel of niet dieper / breder wordt ingegaan.

Om de gestelde onderzoeksvragen te beantwoorden is er gekozen om zowel een literatuuronderzoek als een praktijkonderzoek te doen. Aangezien het om een bestaand ontwerp gaat, is de nadruk van het onderzoek bij de praktijk neergelegd.

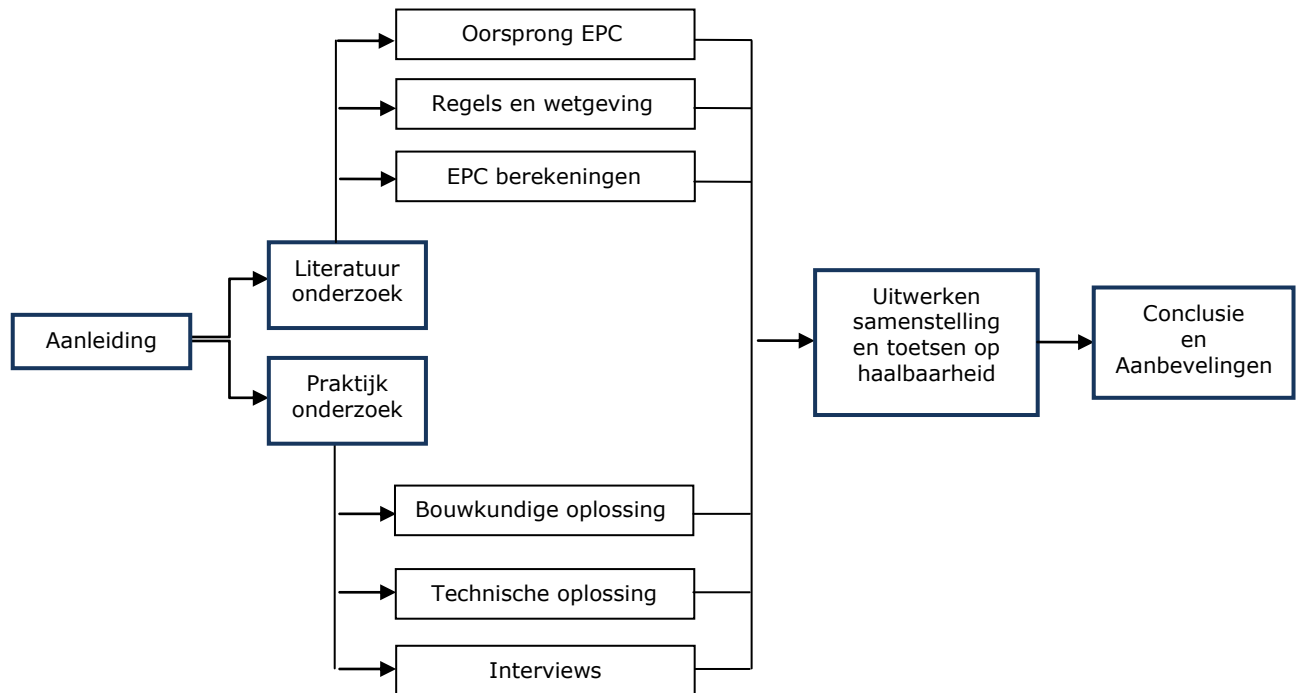
Hiervoor zijn er tijdens de onderzoeksfase van het afstudeerproject verschillende bouwmethodieken tegen het licht gehouden om zo een afweging te maken voor een bepaald bouwsysteem. Hierbij is te denken aan een prefab beton casco, houtskeletbouw en nieuwe innovaties zoals ICF (Insulated Concrete Forms) blokken. Door de Langen & van den Berg is de wens uitgesproken om niet af te wijken van de bestaande bouwmethodiek.

Er in samenspraak met de afstudeerbegeleiders afgesproken om te onderzoeken of dat er met de bestaande bouwmethodiek van de 5 Hof woningen te Ammerstol een EPC van 0,0 te behalen is. Door een analyse van bouwmaterialen en installaties kan er een richting worden bepaald wat de meest effectieve oplossingen zijn. Al deze afwegingen zijn gekoppeld aan eisen en voorwaarden van het bestaande ontwerp voor de woningen.

Door te kijken naar verschillende systemen en samenstellingen zullen er verschillende oplossingen mogelijk zijn. Uiteindelijk wordt er één samenstelling verder uitgewerkt op bouwkundig, installatietechnisch en financieel gebied.

1.8 Onderzoeksmodel

Hieronder is in figuur 1 het onderzoeksmodel weergegeven. Dit model geeft de opbouw van het onderzoek weer.



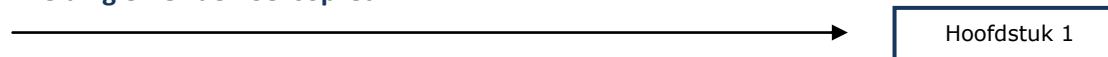
Figuur 1, Onderzoeksmodel

1.9 Leeswijzer

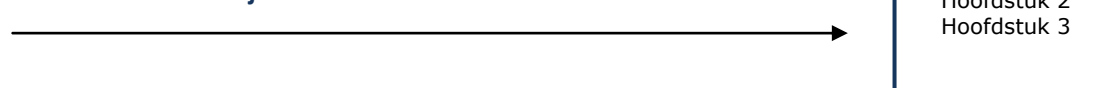
Deze leeswijzer is bedoeld om overzicht te bieden in dit afstudeerverslag. De verschillende fases van het onderzoek zijn onderverdeeld in vijf hoofdstukken namelijk:

- Hoofdstuk 1: Hierin wordt de inleiding, aanleiding van het afstudeeronderzoek en de omschrijving weer gegeven.
- Hoofdstuk 2 : Hierin wordt een samenvatting gegeven van de relevante informatie die opgedaan is in het literatuuronderzoek. Het gaat hier om de filosofie achter de EPC maar ook welke regels en wetgeving er van toepassing zijn.
- Hoofdstuk 3 : In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de bevindingen in het praktijkonderzoek, interviews en zowel de bouwkundige als de technische uitwerkingen aan bod die betrekking hebben op het onderzoek.
- Hoofdstuk 4: Hierin wordt de samenstelling van de bouwkundige en installatietechnische toepassingen voor de EPC 0,8 en 0,0 woning inzichtelijk gemaakt. Ook wordt er duidelijk aangegeven waarom er wel of niet voor een bepaalde samenstelling van systemen is gekozen. Vervolgens worden de consequenties financieel inzichtelijk gemaakt. Tevens wordt er inzichtelijk gemaakt of dat de extra investering rendabel is op basis van een terug verdienen model.
- Hoofdstuk 5: Hierin wordt de eindconclusie op gemaakt en aanbevelingen gegeven om de woning te laten voldoen aan een EPC van 0,0.

Inleiding en Onderzoeksopzet



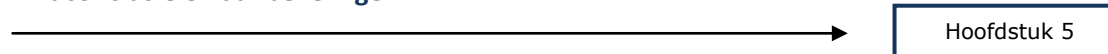
Literatuur en Praktijkonderzoek



Toepassen van systemen en financiële gevolgen



Eindconclusie en aanbevelingen



Figuur 2, Opbouw afstudeeronderzoek

2. Literatuuronderzoek

Hoofdstuk 2 bevat het literatuuronderzoek. Deze onderbouwt de theoretische kant van het afstudeeronderzoek. Hierin is gekeken naar de oorsprong en werking van de EPC, regels en wetgeving, reeds gedane onderzoeken omtrent de EPC en de EPC berekeningen die als leidraad dienen om een EPC van 0,0 te behalen.

2.1 De oorsprong en hoe werkt de EPC

In de jaren 70 zijn door de oliecrisis de energiebesparende maatregelen op gang gekomen. Door verschillende onderzoeken en berekeningen toentertijd nam de gedachte om duurzaam te denken toe. De EPC is sinds 1995 een instrument van het Nederlandse klimaatbeleid. Door energiebesparing en toepassing van duurzame energie wordt de verbranding van fossiele brandstoffen beperkt.

Sinds 1 juli 2012 is EPC eigenlijk EPG (Energie Prestatie Gebouw) geworden. Echter beide termen worden door elkaar gebruikt evenals EPN. Er dient ter alle tijde voor de woningen en utiliteitsgebouwen gerekend te worden met de NEN7120.

2.2 Reeds gedane onderzoeken

In 1999 heeft de overheid een eerste evaluatie van de EPC uit laten voeren en in 2010 een tweede. Uit deze onderzoeken bleek dat er in de praktijk een grote spreiding in het werkelijk energieverbruik was. Bij woningen met dezelfde EPC was tussen hoog en laag verbruik een factor 2 verschil. Er bestond een vermoeden dat deze spreiding in verbruik mede veroorzaakt werd door het gedrag van de bewoners. Dit leidde tot de conclusie dat het energieverbruik van een woning afhankelijk is van techniek en gedrag. In het onderzoek zijn dus zowel de technische als de gedragsfactoren die het energiegebruik van de woning beïnvloeden onderzocht en in de praktijk gemeten.

De conclusies en aanbevelingen n.a.v. het onderzoek waren:

Dat het energiegebruik van een woning een resultante is van technische en gedragsfactoren. Het is mogelijk de energie vraag van een woning te modeleren. De EPC waarde en het type woning bepalen hoe groot de gemiddelde warmtevraag is, maar de spreiding van de warmtevraag wordt mede bepaald door het gedrag van huishoudens.

Daarom is het de moeite waard om aandacht aan gedrag te besteden en wel omdat er met simpele gedragsmaatregelen zoals: de thermostaat graadje lager, minder lang douchen en minder vertrekken onnodig te verwarmen. Om de technische maatregelen van nieuwbouw huizen hun grootste rendement te laten hebben is het juiste gedrag een voorwaarde.

Ten slotte moeten we ook concluderen dat gedrag de besparingspotentie van techniek te niet kan doen.

Figuur 1, Bron: F. Oudenes

Figuur 2, Bron: F. Oudenes

2.3 EPC berekeningen

Om het afstudeeronderzoek theoretisch te onderbouwen en afwegingen te kunnen maken tussen de verschillende bouwkundige, technische en installatiesystemen is er zowel een EPC berekening gemaakt van het oorspronkelijke ontwerp met een EPC van 0,8 als van het ontwerp met een EPC van 0,0.

De berekeningen zijn gemaakt in het berekeningsprogramma Uniec 2.0. Dit software programma is een volledig EPC-rekenpakket dat rekt volgens NEN 7120, NEN 8088 en NEN 1068. De berekeningen vind u terug in [bijlage 01](#). In de EPC worden alle kenmerken van de woning ingevoerd, zoals de ligging, zonlichttoetreding en belemmeringen. Vervolgens worden de Rc-waardes van de vloeren, gevels en dak aangegeven en de U waardes van de beglazingen. Ook wordt de infiltratie ingevuld en vervolgens kunnen de installatiesystemen geselecteerd worden.

Bron 1 : <http://www.passiefhuisplatform.be/>

Bron 2 : <http://www.timax.nl/bouwbesluit/epc-epg-ep-normering-historie/>

Bron 3 : http://www.lente-akkoord.nl/wp-content/uploads/2010/02/LA_KopStaart.pdf

Bron 4 : agentschap.nl. <http://www.agentschapnl.nl/content/ervaringen-met-epc-van-06-lager-praktijkvoorbeelden>

Bron 5 : <http://uniec2.nl/>

3. Praktijkonderzoek

Om de haalbaarheid van de oplossingen die bedacht zijn om de 5 hof woningen te Ammerstol uit te voeren met een EPC van 0,0 is er een praktijkonderzoek gedaan. In dit praktijkonderzoek zijn er in eerste instantie interviews afgenomen met verschillende adviseurs en specialisten binnen onze ketensamenwerking, die ieder een andere kijk hebben op het verlagen van de EPC. De interviews zijn terug te vinden in [bijlage 02](#). Vervolgens zijn de bouwkundige en installatietechnische systemen tegen het licht gehouden welke geadviseerd zijn door onze ketenpartners en gekeken welke toegepast kunnen worden binnen het concept.

3.1 Bouwkundige uitgangspunten

Op basis van de adviezen die door de specialisten in de interviews gegeven zijn worden de bouwkundige uitgangspunten bepaald. Eerst moet er gekeken worden welke bouwvorm en systematiek het beste binnen De Langen en van den Berg past. Het bedrijf is van origine gespecialiseerd in seriematige woningbouw, met als bouwmethodiek stapelbouw. Aangezien het ook een bestaand ontwerp betreft is er daarom ook vanuit de directie de wens uitgesproken om niet af te wijken van de bestaande bouwmethodiek.

De stapelbouw kent vele verschillende soorten eigenschappen. Een daarvan is dat de constructie minder schommelingen heeft bij temperatuurveranderingen. Mede daardoor zal er minder verwarmd moeten worden en een hoger comfort ontstaan.

3.2 Infiltratie

Zoals reeds eerder vermeld is de EPC berekening een leidraad in dit afstudeeronderzoek. Er is in de EPC een luchtdichtheids klasse 3 uitstekend ingevuld. Dit wil zeggen dat de infiltratie in de woning $q_{v10} = 0,25 \text{ dm}^3/(\text{s.m}^2)$ is. De luchtdichtheidsklasse wordt vanuit de SBR opgesteld en is terug te vinden in het SBR/infoblad 030. De uitgangspunten die volgens de SBR bij de verschillende luchtdichtheid klassen worden voorgeschreven zijn terug te vinden in [bijlage 03](#).

3.3 Installatie systemen

Het behalen van een EPC van 0,0 kan niet alleen door middel van bouwkundige aanpassingen, daar zijn ook installatietechnische aanpassingen voor benodigd. Het is van belang dat er een installatie wordt ontworpen die goed uitvoerbaar is, gemakkelijk in het gebruik maar ook financieel haalbaar is. Er zijn tegenwoordig veel verschillende systemen op de markt die ieder zijn voor en nadelen hebben, daarom is het ook zaak dat er een goede afweging in de toe te passen installaties wordt gemaakt.

De installaties kunnen we verdelen in een 5 tal systemen namelijk:

- Verwarming- en warmtapwater systeem
- Koeling systeem
- Douchewarmteterugwinning systeem
- Ventilatie systeem
- Zonnestroom systeem

4. Toepassen van systemen en financiële gevolgen

4.1 Projectomschrijving

De locatie waar de nieuwbouwwoningen gebouwd worden, was voor een deel bestemd als agrarisch gebied. Een ander deel was bestemd voor moestuinen. De locatie ligt nabij de basisschool De Kromme Draai. Het hier aanwezige slagenlandschap vinden we terug in het stedenbouwkundig ontwerp. Het project “De Kromme draai” vormt een fraaie aanvulling op de al bestaande bebouwing.

Woningen

Op basis van een ruim woonconcept heeft Venster architecten uit Moordrecht de woningen specifiek voor deze plek ontworpen. Daarbij hebben zij ervoor gezorgd dat de kwaliteiten van de locatie maximaal zijn benut. De woningen zijn ontwikkeld met aandacht voor materiaalgebruik, architectuur en kleurkeuze. Het eenduidige kleur- en materiaalgebruik en eenzelfde plastic smeden de nieuwbouw tot een ruimtelijk samenhangend geheel.

Oriëntatie en kenmerken van de 5 Hof woningen te Ammerstol



Figuur 3, Artist impression 5 Hof woningen te Ammerstol

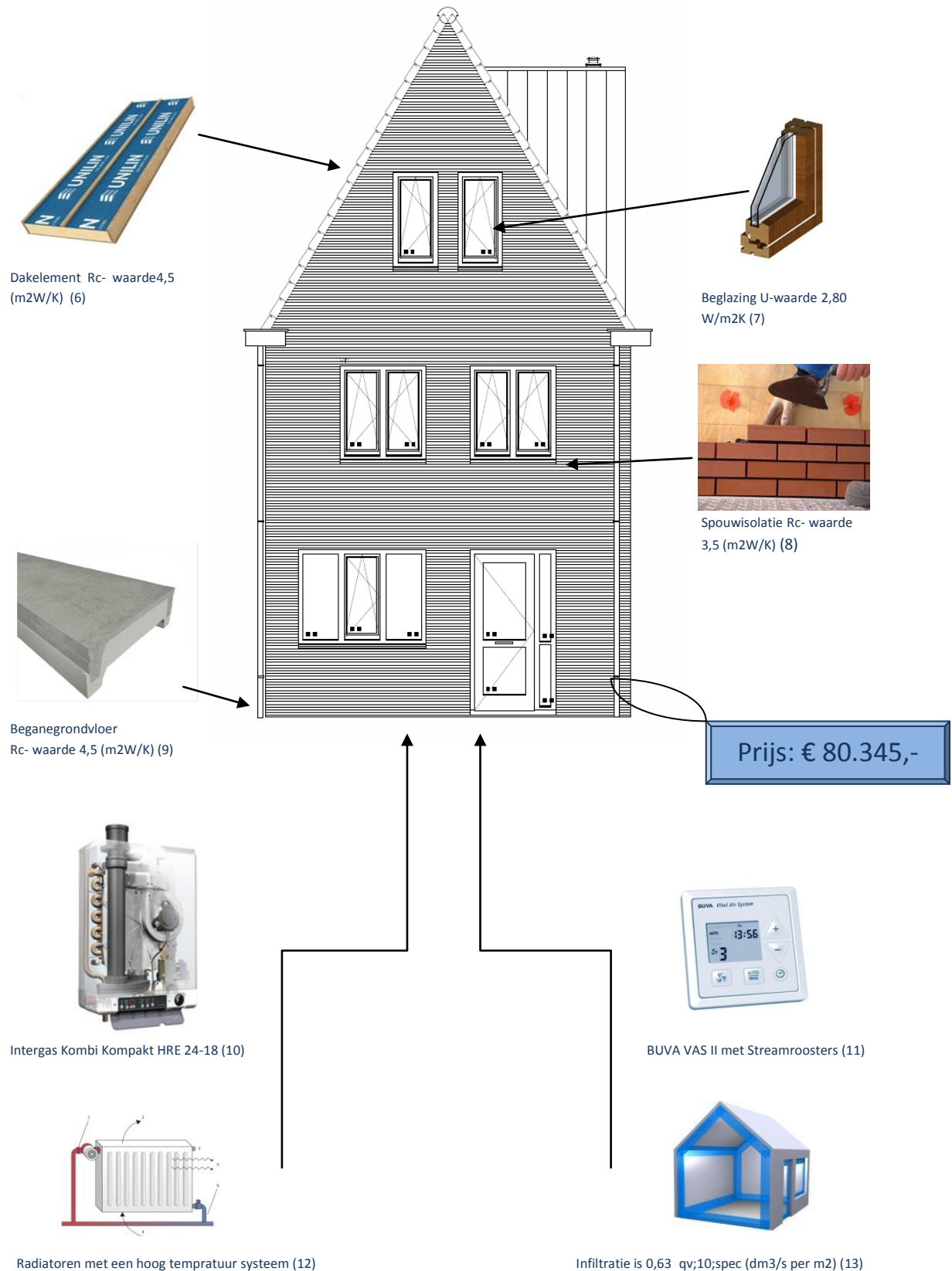


Figuur 4, Oriëntatie 5 Hof woningen te Ammerstol

Kenmerken	
Beukmaat	5100 mm (binnen de muren)
Woningdiepte	9300 mm
Verdiepingshoogte	2640 mm
Gebruiksoppervlakte Ag	123,30 m²
Verliesoppervlakte A _{verlies}	161,86 m²
Verhouding Ag / A _{verlies}	0,67 procent
Begane grondvloer	47,40 m²
Dak	66,02 m²
Voorgevel dicht	19,41 m²
Voorgevel ramen	8,20 m²
Achtergevel dicht	19,02 m²
Achtergevel ramen	12,30 m²
Dak ramen	1,00 m²
Deuren	1,43 m²
Paneelvullingen	2,28 m²

Figuur 5, Kenmerken van de woning

4.2 Standaard EPC 0,8 woning



Prijs specificatie EPC 0,8 woning

Bouwkundig:

Begane grondvloer Rc-waarde 4,5 (m2W/K)	€ 1.458,-
Isolatie spouw Rc-waarde 3,5 (m2W/K)	€ 622,-
Kozijnen en beglazingen U-waarde 2,80 (W/m2K)	€ 7.433,-
Dakelementen Rc-waarde 4,5 (m2W/K)	€ 5.051,-
Overige bouwkosten	€ 57.917,-
Totaal	€ 72.481,-

Installatie technisch:

Intergas Kombi Kompakt HRE 24-18 CW- 3	€ 3.863,-
Radiatoren met een hoog temperatuur systeem	€ 2.710,-
BUVA VAS II met Streamroosters	€ 1.269,-
Infiltratie is 0,63 qv;10;spec (dm3/s per m2)	€ 0,-
Totaal	€ 7.842,-

Prijs: € 80.323,-

Figuur 3, Bron: De langen en van den Berg

Figuur 4, Bron: De langen en van den Berg

Figuur 5, Bron: F. Oudenes

Figuur 6, Bron: <http://www.unilininsulation.com/nl/productinformatie/dakelementen/SandwichSW/Paginas/-%20Sandwich%20Plus.aspx>. [Online] 04 2013.

Figuur 7, Bron: <http://www.teknovista.nl/producten/draai-kiepraam/>

Figuur 8, Bron: <http://klus-info.nl/klussen/muren-en-wanden/metselen>

Figuur 9, Bron: http://www.betonson.com/productleaflet/betonson_productkenmerken_geisoleerde-kanaalplaatvloer_ivp200.pdf. [Online] 04 2013.

Figuur 10, Bron: <http://www.intergas-verwarming.nl/lijsen/files/Bediening%20Kombi%20Kompakt%20HRE%20882.357-03.pdf>. [Online] 05 2013.

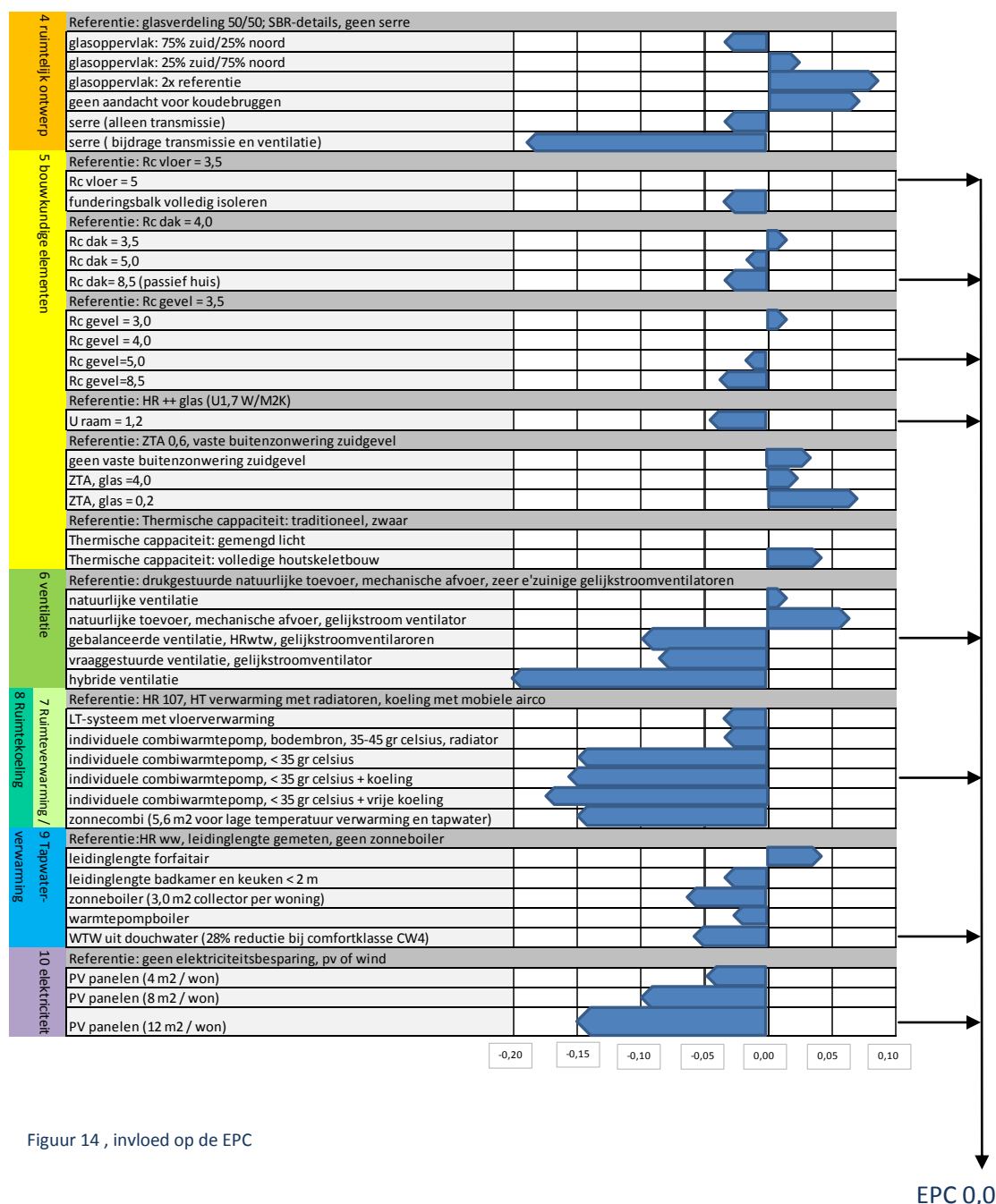
Figuur 11, Bron: <http://www.buva.nl/site/onze-producten/ventilatie/woonhuisventilatoren/product/boxstream-woonhuisventilator.69.html>. [Online] 05 2013.

Figuur 12, Bron: <http://www.pelletkachels.nl/pelletkachel-met-cv-aansluiting/>

Figuur 13, Bron: <http://www.luchtdichtbouwen.nl/passiehuus>

4.3 Invloed op EPC

Zoals eerder aangegeven hebben de Rc-waarden van de thermische schil een aardige invloed op de EPC. Echter is het zo dat installatietechnische ingrepen ook invloed hebben op de EPC. In figuur 14 is een overzicht gegeven van de invloed op de EPC bij toepassing van het criterium.



Figuur 14, invloed op de EPC

Figuur 14, Bron: F. Oudenes

Zoals we in de tabel kunnen zien zijn er verschillende bouwkundige en installatietechnische onderdelen die invloed hebben op de EPC berekening. Aan de hand van deze tabel zijn er oplossingen bedacht om een EPC van 0,0 te behalen. Ook wordt toegelicht waarom er voor een bepaalde samenstelling is gekozen.

Infiltratie:

De infiltratie is een belangrijk punt in de EPC berekening. Hoe beter de luchtdichtheid van de woning is, des te minder warmteverlies. In de bestaande situatie is de luchtdichtheid 0,63 qv;10;spec (dm³/s per m²). In de berekening voor een EPC 0,0 is er met een luchtdichtheidsklasse van 0,25 qv;10;spec (dm³/s per m²) gerekend. Om de infiltratie nog verder naar beneden bij te stellen is bij dit bouwsysteem niet realistisch. Daarbij lopen de kosten voor de afdichtingen hoog op om van een infiltratie van 0,10 te behalen. Om aan een infiltratie van 0,25 te voldoen verdienen alle afdichtingen in en om de kozijnen, kap en vloeren de nodige aandacht.

Rc-waarde begane grondvloer:

Voor de begane grondvloer is er een Rc-waarde van 6,5 (m²W/K) gerekend. Bij het invullen van hogere waardes voor de begane grondvloer in de EPC berekening kwamen er geen verlagingen van de EPC meer uit voort. Tevens hoeft het bouwkundige tekenwerk met de daarbij horende details bij het toepassen van een Rc-waarde van 6,5 (m²W/K) nagenoeg niet aanpast te worden. De meerkosten voor het toepassen van een begane grondvloer met een Rc-waarde van 6,5 (m²W/K) is € 4,80 per m², daarom is er voor deze oplossing gekozen.

Rc-waarde dak:

De grootste transmissie verliezen zitten in de gevel en het dak. Zoals we in de tabel kunnen zien is door het dak goed te isoleren een grote winst in de EPC te behalen. In de berekening is er van een Rc-waarde van 8,0 (m²W/K) uit gegaan. Dit kan alleen behaald worden door het toepassen van een sporen kap. Hierdoor moet het daksysteem dus aangepast worden. Er is voor een Rc-waarde van 8,0 gekozen omdat bij het toepassen van een Rc-waarde van 9,0 of hoger er overgestapt moet worden naar een ander isolatie materiaal. De kosten van het toepassen van een ander isolatiemateriaal en de verwerking ervan zijn ca. 40 % duurder ten opzichte van een Rc-waarde van 8,0. De meerkosten bij het toepassen van een sporenkap met een Rc-waarde van 8,0 zijn ca. € 21,- per m².

De bouwkundige gevolgen zijn minimaal, het dak pakket wordt alleen iets dikker. Wel verdienen de afdichtingen en aansluitingen van de kap de nodige aandacht.

Rc-waarde gevel

Zoals we in de tabel kunnen zien, is het toepassen van Rc-waarde in de gevel van 3,0 (m²W/K) een slecht effect op een EPC van 0,0. In de berekening is er gerekend met een Rc-waarde van 4,5 (m²W/K). Er is ten tijden van het onderzoek ook een hogere Rc-waarde voor de gevel ingevuld in de berekening. Bij het invullen van een Rc-waarde van 10,0 (m²W/K) ging de EPC met 0,002 naar beneden. Dit is te verklaren, omdat over het algemeen de gevels van de woning relatief weinig m² bevatten. De extra kosten voor het toepassen van een Rc-waarde van 10,0 is ca. 250 % duurder. Mede daardoor wegen de extra kosten niet op tegen het rendement van wat er in de EPC berekening behaald wordt. Een Rc-waarde van 4,5 (m²W/K) kan gemakkelijk behaald worden door het toepassen van hagedruk steenwol isolatieplaat met een dikte van 135 mm. De meerkosten zijn € 8,60 per m² en door deze toepassing is het aanpassen van de bouwkundige tekeningen en details niet noodzakelijk.

Kozijnen en U-waarde beglazingen

Voor de kozijnen komt er bij het toepassen van een EPC 0,0 wel iets meer kijken. Zo moeten er overal dubbele kierafdichtingen toegepast worden en worden de kozijnen voorzien van trippelbeglazing met U-waarde 0,80 W/m²K. De bouwkundige detailleringen veranderen nagenoeg niet, wel is het noodzaak dat de aansluiting tussen kozijnen / binnen spouwblad afgeplakt worden om zo de aan een infiltratie van 0,25 qv;10;spec (dm³/s per m²) te kunnen voldoen. De meerkosten om de kozijnen en beglazingen te laten voldoen volgens de EPC 0,0 is € 2.165,- per woning.

Ventilatie

In de standaard situatie kon er nog volstaan worden met zelfregulerende roosters en MV-afzuig box. Zoals we in de tabel kunnen zien is deze oplossing alleen geschikt voor een EPC 0,6 eis en komt dit niet eens in de buurt om aan de EPC 0,0 eis te kunnen voldoen. Daarom moet hier een ander ventilatiesysteem worden toegepast. Er is voor een Brink Renovent HR gekozen, dit komt o.a. door de warmtewisselaar. Dit is een tegenstroom warmtewisselaar met een rendement van 95%. Dit betekent dat de koude, frisse buitenlucht wordt opgewarmd tot bijna de binnentemperatuur. Om de lucht aan en af te voeren zijn twee ventilatoren nodig. Dit zijn gelijkstroom ventilatoren met een laag energieverbruik. Het unieke van de Renovent HR is dat er constant volume ventilatoren in zitten. Je stelt de luchthoeveelheid in en hij regelt zelf het toerental. De meerkosten voor het toepassen van een ander type ventilatiesysteem is € 2.231,- per woning. De productinformatie over de Brink Renovent HR is terug te vinden [bijlage 4](#)

Verwarming / Koeling

Voor de verwarming zijn er veel oplossingen te bedenken. In de tabel staan een aantal varianten die goede en een minder goede invloed hebben op de EPC. Er zijn verschillende varianten onderzocht. Zo is er gekeken naar het toepassen van een combiwarmtepomp met als bron bodemwarmte. De kosten voor het aanleggen van een bron waar 5 woningen mee verwarmd kunnen worden is € 9.000,-. Daarnaast bestaat er de kans dat er in het gebied geen vergunning wordt verleend voor het aanleggen van een bron. Dit is de rede dat er voor gekozen om een individuele hybride combiwarmtepomp, < 35 graden Celsius + koeling met als bron de buitenlucht toe te passen. De zogenaamde Itho Daalderop HP Cool Cube. De HP Cool Cube is een energiezuinig toestel. In nieuwbouwwoningen kan dit hybride verwarmingssysteem een energiebesparing tot wel 60% realiseren. Ook de CO₂-uitstoot wordt flink verminderd. De verwarming is gebaseerd op een laag temperatuur vloerverwarming systeem.

De HP Cool Cube kan daarnaast niet alleen verwarmen, maar ook koelen. Bij hoge temperaturen kan de warmtepomp warmte uit de woning onttrekken. Deze warme lucht wordt vervolgens afgeven aan de buitenlucht om daarmee de woning koelen. Dit wordt 'topkoeling' genoemd, wat wil zeggen dat de temperatuur in de woning tot 5 °C gekoeld kan worden ten opzichte van de buitentemperatuur. De koeling is in de zomer nodig anders raakt, door de goede isolatie van de gevels en het dak, de woning oververhit. De meerkosten voor dit systeem zijn € 1.500,- per woning. De productinformatie over de Itho Daalderop HP Cool Cube is terug te vinden [bijlage 5](#)

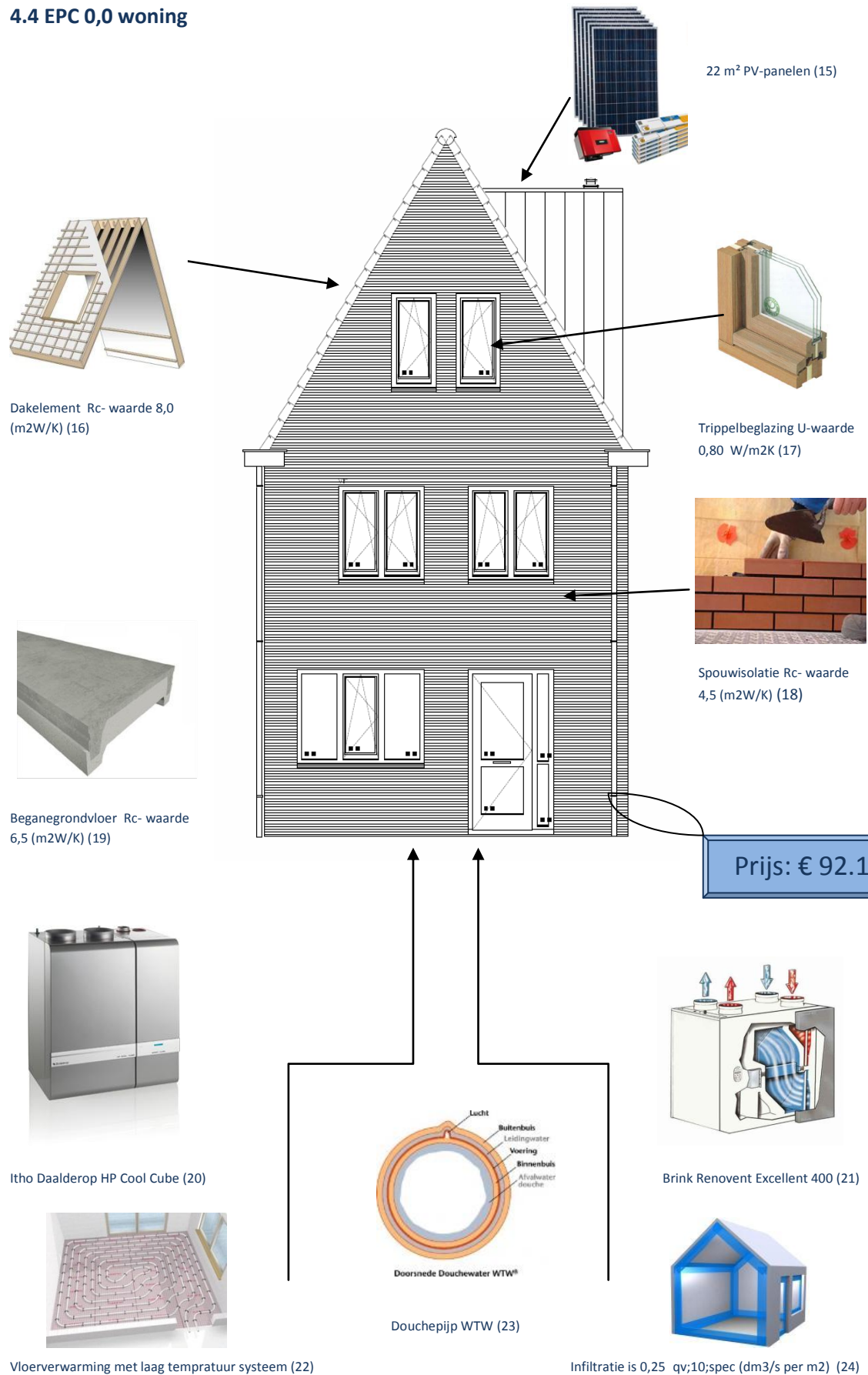
Tapwater verwarming / Zonnestroom

Door het toepassen van een individuele hybride combiwarmtepomp wordt het opwekken van het warmtapwater gerealiseerd door middel van 22 m² PV-panelen in combinatie met een douchepijp WTW. Dit is zeer energiezuinig maar brengt wel de nodige kosten met zich mee ten opzichte van de standaard woning. Er is ten tijden van het onderzoek ook gekeken naar het toepassen van een zonneboiler systeem voor het opwekken van warm tapwater. De meerkosten voor dit systeem bedragen € 1.800,- per woning. Bij het maken van de berekening kwam naar voren dat de EPC waarde van een zonneboiler systeem in de EPC berekening gelijk staat aan het extra toepassen van 4 m² PV-panelen. Het kwam er op neer dat er een zonneboiler systeem toegepast kon worden in samenwerking met 18 m² PV-panelen een douchepijp WTW of het toepassen van 22 m² PV-panelen een douchepijp WTW. De kosten voor de 4 m² PV panelen bedraagt ca. € 800,- Het verschil is € 1.000,- Daarom is er voor gekozen om gebruik te maken van PV panelen in combinatie met een douchepijp WTW.

In de oude situatie wordt er niet eens gesproken over zogenaamde hernieuwbare energie. De meerkosten voor dit systeem zijn wel fors namelijk € 5.300,- per woning.

De productinformatie over de douche WTW en het zonnestelsel is terug te vinden [bijlage 6](#) en [bijlage 7](#)

4.4 EPC 0,0 woning



Prijs specificatie EPC 0,0 woning

Bouwkundig:

Begane grondvloer Rc-waarde 6,5 (m2W/K)	€ 1.683,-
Isolatie spouw Rc-waarde 4,5 (m2W/K)	€ 878,-
Kozijnen en beglazingen U-waarde 0,80 (W/m2K)	€ 8.112,-
Dakelementen Rc-waarde 8,0 (m2W/K)	€ 6.600,-
Overige bouwkosten	€ 56.560,-
Totaal	€ 73.833,-

Installatie technisch:

Itho Daalderop HP Cool Cube	€ 4.797,-
Vloerverwarming met laag temperatuur systeem	€ 3.250,-
Brink Renovent Excellent 400	€ 3.500,-
Douchepijp WTW	€ 900,-
Zonnestroom 22 m ²	€ 4.400,-
Infiltratie is 0,25 qv;10;spec (dm3/s per m2)	€ 1.500,-
Totaal	€ 18.347,-

Prijs: € 92.180,-

Figuur 15, Bron: <http://www.boschcvketels.nl/producten/solarsystemen/solarsystemen/solar-pv.html>

Figuur 16, Bron: <http://www.joostdevree.nl/shtmls/scharnierkap.shtml>

Figuur 17, Bron: <http://kamistad.net/pic-3/uniglas.html>

Figuur 18, Bron: <http://klus-info.nl/klussen/muren-en-wanden/metselen>

Figuur 19, Bron: http://www.betonson.com/productleaflet/betonson_productkenmerken_geisoleerde-kanaalplaatvloer_ivp200.pdf. [Online] 04 2013.

Figuur 20, Bron: <http://www.ithodaalderop.nl/producten/warmtepompen/luchtwater/hp-cool-cube>

Figuur 21, Bron: <http://www.brinkclimatesystems.nl/installateurs/ventilatie/producten/centraalventileren/Renovent-HR.aspx>

Figuur 22, Bron: <http://www.verwarmingswinkel.nl/cnVloerverwarming>

Figuur 23, Bron: <http://www.luchtdichtbouwen.nl/passiefhuis>

4.5 Financiële onderbouwing

Om de woning aan een EPC van 0,0 te laten voldoen wordt er zowel bouwkundig als installatie technisch meer gevaagd dan in de reeds ontwikkelde woning met een EPC van 0,8. In het praktijkonderzoek zijn er verschillende oplossingen aangedragen om aan de vraag te kunnen voldoen. Er is van de bestaande bouw een elementen begroting gemaakt zie [bijlage 8](#). Op basis van die begroting zijn alle onderdelen die aangepast moeten worden financieel inzichtelijk gemaakt en hieronder afgebeeld.

Energetische Maatregelen t.o.v. de bestaande begroting					EPC 0,8		Verschil
22	Aankoop Rockwool 443 HP platen 135 mm dik	354,02	m2	12,40	€ 4.389,85	€ 3.090,59	
	Isolatie verwerken	354,02	m2	10,00	€ 3.540,20	€ 1.239,07	
					€ 7.930,05	€ 4.329,66	3.600,38
23	Ripcassette vloer Rc=6,5	233,73	m2	36,00	€ 8.414,28	€ 7.245,63	1.168,65
24	Prefab kap Rc=8,0	375,05	m2	88,00	€ 33.004,40	€ 25.255,87	7.748,53
30	Buiten kozijnen en deuren U-waarde= 0,89	1,00	pst	32.837,50	€ 32.837,50	€ 28.145,00	4.692,50
	Houten openslaande deuren						
34	Driedubbel glas	44,33	m2	174,25	€ 7.724,50	€ 2.659,80	5.064,70
55	Gasinstallatie						
	Hybride warmtepomp / HR Ketel Itho Daalderop HP Cool+	5,00	st	4.797,00	€ 23.985,00	€ 19.319,00	4.666,00
	Base Cube 24/30 13L CW 4						
60	Verwarming						
	Levering en montage vloerverwarming	5,00	st	3.250,00	€ 16.250,00	€ 13.550,00	2.700,00
61	Ventilatie						
	Brink Renovent Excelent 400, 2 zone CO2-regeling	5,00	st	3.500,00	€ 17.500,00	€ 6.346,00	11.154,00
*	Hernieuwbare energie						
	Heitech Doucheppijp wtw V3- 2,1 m	5,00	st	900,00	€ 4.500,00	€ -	4.500,00
	PV-cellen 22 m2	110,00	m2	200,00	€ 22.000,00	€ -	22.000,00

Figuur 24, Totaal overzicht aan te passen energetische maatregelen

Zoals in het bovenstaande overzicht is te zien, zijn sommige onderdelen financieel niet erg ingrijpend. Het toepassen van een hogere Rc-waarde voor de begane grondvloer brengt nauwelijks meerkosten met zich mee. Daar in tegen zijn de installaties fors duurder. Dit komt onder andere door het toepassen van de douche WTW en de PV-cellen, deze zijn bij een EPC 0,8 niet nodig. De gehele begroting van de EPC 0,0 woning is terug te vinden in [bijlage 9](#)

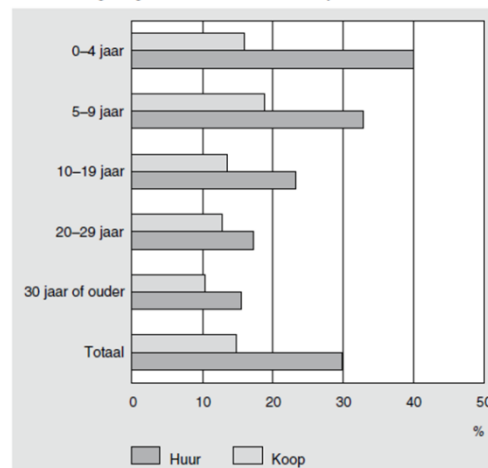
Figuur 24, Bron: F. Oudenes

4.6 Haalbaarheid extra investering

Wat blijkt uit de elementenbegroting is dat de meerkosten voor het bouwen van de 5 woningen met een EPC van 0,0 € 59.273 bedragen. Als dit gedeeld wordt door 5 dan zijn de meerkosten € 11.854,- per woning.

De extra investering is ca. 15% ten opzichte van de EPC 0,8 woning. Dit geld moet in een bepaalde tijd terug verdiend worden, anders is de investering het niet waard. Daarom moet eerst de woonduur vast gesteld worden. Dit doen we door middel van een relatie te leggen tussen de leeftijd en woonduur. Als men langer op één plek woont dan is de sociale zekerheid groter en de kans kleiner dat iemand zal gaan verhuizen. Ook is er een verband met leeftijdsgrenzen. Iemand die aan het begin van zijn carrière staat zal sneller verhuizen door groeiende economische gesteldheid en iemand die op de top van zijn carrière woont vaak al op de plek waar men oud wordt.

15. Verhuiscategorieën naar woonduur en koop/huur



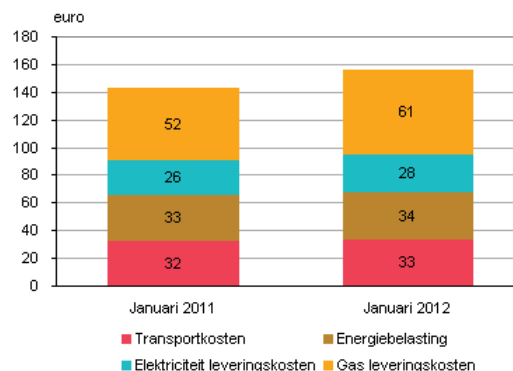
Bron: WoON 2006, bewerking RPB.

Figuur 25, Overzicht woonduur

De gemiddelde woonduur per woning ligt rond de 14 jaar in Nederland. Er is te zien dat er in de eerste 10 woonjaren al 30% is verhuist naar een andere woning. Voor starters is dit gemiddeld rond de **7 jaar** dat de woning niet meer voldoet aan de huidige wensen. Dit zal dan ook een ijkpunt worden in de berekening voor terugwinning van de duurzame investeringen voor de koper.

Hoge stijging energierekening

De hogere energierekening komt voornamelijk door de stijging van de leveringskosten voor gas met 9 euro. Deze leveringskosten hangen voor een deel af van de olieprijs, die in 2011 sterk is gestegen. Doordat energie veelal vooraf wordt ingekocht, komt die stijging van de olieprijs pas in januari 2012 in de energietarieven tot uiting. Naast de hogere leveringskosten van elektriciteit droegen ook de transportkosten en de energiebelasting bij aan de stijging van de energierekening.



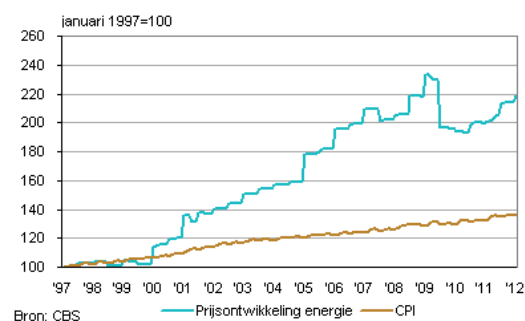
Bron: CBS

Figuur 26, Verschil maandelijkse energierekening

Figuur 25, Bron: <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres>

Figuur 26, Bron: CBS onderzoekscijfers

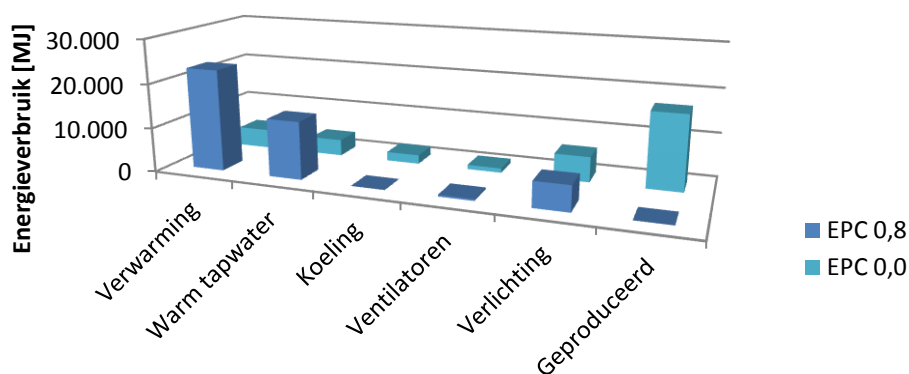
In 15 jaar zijn de energieprijzen ruim 3 keer zo hard gestegen als de prijzen van andere goederen en diensten. De energieprijzen waren in januari 2012 bijna 120 procent hoger dan 15 jaar geleden. De consumentenprijsindex (CPI)(de gemiddelde prijsverandering van goederen en diensten die huishoudens aanschaffen) nam tussen januari 1997 en januari 2012 met 35% toe. Als deze stijging doorzet in de komende 30 jaar zullen de kosten grof gezegd in 2042 rond de € 343,- per maand zijn. Dat is € 187,- meer dan de huidige situatie.



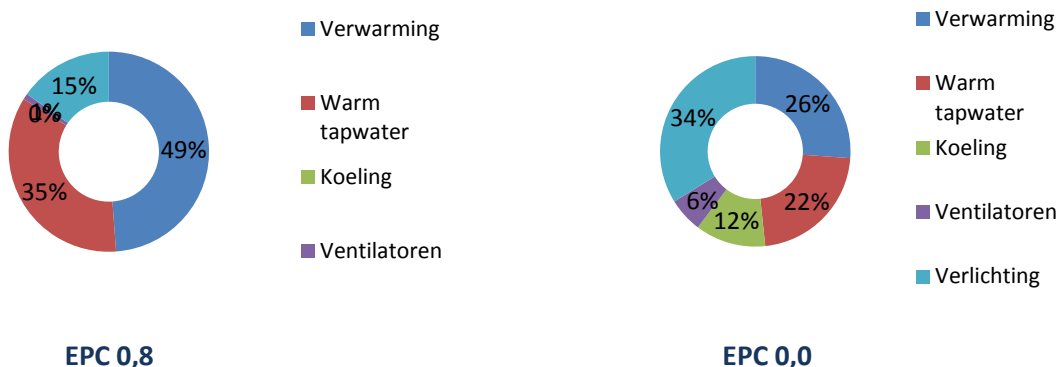
Figuur 27, Prijs ontwikkelingen energievraag

Energie verbruik

Aangezien de energieprijzen stijgende zijn, is het van belang om te weten wat het energie verbruik van de EPC 0,8 en 0,0 woning is. In onderstaande grafiek zijn de totale energie verbruiken uitgezet. De geproduceerde energie van de PV-panelen is negatief weergegeven aangezien deze opgewekt wordt.



Figuur 28, Energieverbruik EPC 0,8 / EPC 0,0



Figuur 29, Overzicht verbruik energie in %

Zoals we in figuur 20 kunnen zien zit het grootste verschil in de opwekker (Hr-ketel of warmtepomp). In de volgende tabel zijn de maatregelen en de onderlinge resultaten tussen een EPC van 0,8 en 0,0 weergegeven.

Figuur 27, Bron: CBS onderzoekscijfers
Figuur 28, Bron: F. Oudenes
Figuur 29, Bron: F. Oudenes

Energie kosten

De energieconsumptie in een woning is verdeeld over; warmtapwater, verlichting, huishoudelijke apparaten en verwarming. De verwarming van een woning drukt heel zwaar op de energierekening. Een halvering van het energieverbruik is dus al snel een besparing van 30% in het totale verbruik. Gekeken naar welke van deze onderdelen de meeste kosten met zich mee brengen, komt ook het verwarmen van de woning naar voren. In januari 2012 is een huishouden per maand aan gas en elektriciteit gemiddeld € 156,- kwijt (zie figuur 19). Waarvan ca. 55% gebruikt wordt voor het warmtapwater en verwarming. De overige 43 % is het consumenten verbruik. Al met al is dit € 13,- meer dan een jaar eerder (stijging van 8,5%). Dit doorgerekend zal betekenen dat in 2020 de energierekening (lineair) gestegen is met € 92,00 per maand. Het gebouw gebonden energiegebruik in de EPC 0,8 woning wordt berekend op een verbruik van 75 kWh/m². Ca. 57 % van de totale energie rekening = € 90,- x 12 komt neer op een € 1081,- op jaar basis. Ook al zal de EPC 0,0 woning zijn eigen energie opwekken. Er blijft altijd energie benodigd van een externe leverancier aangezien de opslag van de opgewekte energie nog niet optimaal is. Om realistisch te blijven wordt er daarom gerekend dat er voor de EPC 0,0 woning ca. 15 kWh/m² benodigd is aan gebouwgebonden energiegebruik.

Berekend op prijs van 1kWh/m².a = € 0,14 per/kWh
Berekend op een woon opp. van 103 m²

Type woning	EPC 0,8	EPC 0,0	Verschil
Specifieke warmte behoefte	75kWh/m ²	15 kWh/m ²	60 kWh/m ²
Energie kosten	€ 1081	€ 210,-	€ 871,-

	EPC 0,8	EPC 0,0		Energie stijging 8,5% per jaar
Jaren	energielasten per jaar	energielasten per jaar	Sub totaal	Terugverdientijd in jaren
1	€ 1.081,00	€ 210,00	€ 871,00	13,61
2	€ 1.172,89	€ 227,85	€ 945,04	12,55
3	€ 1.272,58	€ 247,22	€ 1.025,36	11,56
4	€ 1.380,75	€ 268,23	€ 1.112,52	10,66
5	€ 1.498,11	€ 291,03	€ 1.207,08	9,82
6	€ 1.625,45	€ 315,77	€ 1.309,68	9,05
7	€ 1.763,62	€ 342,61	€ 1.421,01	8,34
8	€ 1.913,52	€ 371,73	€ 1.541,79	7,69
9	€ 2.076,17	€ 403,33	€ 1.672,85	7,09
10	€ 2.252,65	€ 437,61	€ 1.815,04	6,53
11	€ 2.444,12	€ 474,81	€ 1.969,32	6,02
12	€ 2.651,87	€ 515,17	€ 2.136,71	5,55
13	€ 2.877,28	€ 558,95	€ 2.318,33	5,11
14	€ 3.121,85	€ 606,47	€ 2.515,39	4,71
15	€ 3.387,21	€ 658,01	€ 2.729,19	4,34
16	€ 3.675,12	€ 713,95	€ 2.961,18	4,00
17	€ 3.987,51	€ 774,63	€ 3.212,88	3,69
18	€ 4.326,45	€ 840,48	€ 3.485,97	3,40
19	€ 4.694,19	€ 911,92	€ 3.782,28	3,13
20	€ 5.093,20	€ 989,43	€ 4.103,77	2,89

Figuur 30, Tabel terugverdientijd extra investering

Op jaar basis wordt er € 871,- bespaard op de energierekening. Maar aangezien de energie prijzen gemiddeld met 8,5 % per jaar stijgen nemen we het totaal van de terug verdientijd in jaren en delen dat door het totaal van 20 jaar om een gemiddelde te krijgen. $139,76 : 20 = 6,99$ jaar. Conclusie: het ijkpunt zoals omschreven bij de woonduur wordt behaald.

Figuur 30, Bron: F. Oudenes

4.7 Conclusie hoofdstuk 4

De uitwerkingen voor zowel het bouwkundige deel als de installatietechnische kant zijn technisch uitvoerbaar. Wat in dit hoofdstuk naar voren komt is dat de bouwkundige aanpassingen niet direct problemen geven in het bestaande bouwkundige ontwerp. Het toepassen van een hogere isolatiewaarde voor begane grondvloer heeft geen invloed op de detaillering en dit geldt ook voor de isolatiewaarde in de spouw. Door het toepassen van een hoger Rc-waarde in de kapconstructie zullen de sporen in de elementen verhoogd moeten worden waardoor de dikte van kap iets hoger uit zal vallen. Voor de aanpassing van de kozijnen is er wel een aanpassing nodig op detail niveau. Dit heeft voornamelijk te maken met de positionering ten opzichte van de hartlijn in het kozijn. Ook het sealen of luchtdicht afwerken van het kozijn vergt in de voorbereiding en uitvoering meer aandacht, daardoor vallen de kosten ook iets hoger uit.

Uit de financiële onderbouwing blijkt dat het grote verschil voornamelijk installatietechnisch is. Zo is het toepassen van een ander verwarming- en warmtapwater systeem circa € 1500,- duurder. Maar wat de grootste kosten met zich mee brengt is de luchtbehandeling, de douchepijp WTW en de PV-panelen.

Met de berekening op basis van een terugverdien tijd van 7 jaar wordt hier net aan voldaan, zie de conclusie hierboven (6,99 jaar). Een belangrijke factor is de energieprijs. Er is nu in de berekening vanuit gegaan dat de energieprijzen in de toekomst blijven stijgen. Ook al gaan de geruchten dat de energieprijs in de toekomst omlaag gaat, de berekening is gebaseerd op de huidige feiten. De extra investering is ook sterk afhankelijk van de marktwerking en de ontwikkeling daar van. Zo zijn de zonnepanelen qua prijsniveau de afgelopen jaren sterk afgenomen aangezien er steeds meer spelers zich op die markt bevinden. De verwachtingen zijn daarom ook dat deze marktwerking zich ook op het gebied van de verwarming en ventilatie gaat ontwikkelen.

5. Slotconclusie en advies

Aan de hand van het 'Literatuuronderzoek' (hoofdstuk 2.) het 'Praktijkonderzoek' (hoofdstuk 3.) en het onderzoek naar de 'samenstelling van systemen' met de daarbij behorende onderbouwing van de extra investering en haalbaarheid (hoofdstuk 4.) wordt er in hoofdstuk 5 een conclusie en advies gegeven. In 'Conclusie deelvraag' worden er conclusies geformuleerd over de deelvragen (5.1) In 'Conclusie hoofdvraag' wordt er met behulp van de conclusies op de deelvragen antwoord gegeven op de hoofdvraag (5.2) ter afsluiting zal er vanuit de conclusies een advies afgegeven worden hoe om te gaan met het toepassen van een EPC 0,0 in de woningbouw.

5.1 Conclusies deelvragen

Als eerste wordt er met behulp van de voorgaande hoofdstukken, antwoorden en conclusies geformuleerd op de gestelde deelvragen.

5.1.1 Conclusie deelvraag 1

In deze sub paragraaf wordt antwoord gegeven op deelvraag 1, die luidt als volgt;

Wat is de oorsprong en hoe werkt de EPC?

Hieronder word in het kort de oorsprong van de EPC benoemd. Tevens wordt er beschreven hoe deze te beïnvloeden is.

In de jaren 70 zijn door de oliecrises de energiebesparende maatregelen op gang gekomen. Sinds 1995 is de EPC een instrument van het Nederlandse klimaatbeleid. Door energiebesparing en toepassing van duurzame energie wordt de verbranding van fossiele brandstoffen beperkt. Hiermee wordt een bijdrage geleverd aan de vermindering van de Nederlandse uitstoot van CO₂.

De EPC berekening wordt samengesteld uit keuzes die zowel bouwkundig als installatietechnisch gemaakt worden. De onderdelen in de EPC berekening zijn:

Oriëntatie:	Indeling, ligging van de woning en de meetwaarde voor infiltratie.
Bouwkundig:	Rc-waardes van de begane grondvloer, gevels en het dak.
Installatie technisch:	Verwarming- en warmwatertapsystemen, douchewarmte terugwinning, zonneboiler en/of PV –panelen en ventilatie.

De EPC is op verschillende manieren te beïnvloeden. In figuur 14 is inzichtelijk gemaakt welke onderdelen een positieve of negatieve invloed hebben op de EPC. Hieruit blijkt dat het toepassen van een hybride ventilatie in combinatie met een individuele warmtepomp een zeer groot effect heeft op de EPC. Ook is het toepassen van PV-panelen nodig om op een EPC van 0,0 uit te komen.

5.1.2 Conclusie deelvraag 2

In deze sub paragraaf wordt antwoord gegeven op deelvraag 2, die luidt als volgt;

Welke bouwkundige en installatietechnische systemen zijn toe te passen in het concept?

In het praktijkonderzoek is onderzocht of de adviezen die door de adviseurs in de interviews zijn gegeven ook daadwerkelijk haalbaar en uitvoerbaar zijn. Er zijn verschillende samenstellingen van systemen tegen het licht gehouden en de voor en tegens zijn tegen elkaar afgewogen. Een belangrijke keuze in het onderzoek was het toepassen van een individuele warmtepomp met als bron lucht of een WKO (Warmte Koude Opslag) met als bron aardwarmte. Uiteindelijk is er voor een individuele warmtepomp systeem gekozen omdat voor 5 woningen het toepassen van een WKO systeem financieel niet haalbaar bleek.

Verder is er een douchewarmteterugwinning systeem toegevoegd in het concept en is ventilatie systeem vervangen door een energiezuinig WTW systeem van Brink. Om het concept te laten voldoen aan een EPC 0,0 is er gerekend met zonnestroom door middel van PV-panelen op het dak.

5.1.3 Conclusie deelvraag 3

In deze sub paragraaf wordt antwoord gegeven op deelvraag 3, die luidt als volgt;

Is het concept financieel haalbaar?

De meerkosten voor het bouwen van de 5 woningen met een EPC van 0,0 bedraagt € 59.273. Als dit gedeeld wordt door 5 dan zijn de meerkosten € 11.854,- per woning. Dit is een extra investering van ca. 15% ten opzichte van de EPC 0,8 woning. In de afgelopen Vijftien jaar zijn de energieprijzen ruim drie keer zo hard gestegen als de prijzen van andere goederen en diensten. De energieprijzen waren in januari 2012 bijna 120 procent hoger dan vijftien jaar geleden. De energieconsumptie in een woning is verdeeld over; warmtapwater, verlichting, huishoudelijke apparaten en verwarming. De verwarming van een woning drukt heel zwaar op de energierekening. Een halvering van het energieverbruik is dus al snel een besparing van 30% in het totale verbruik. Met deze wetenschap kan er op jaar basis € 871,- bespaard worden op de energierekening van een EPC 0,0 woning ten opzichte van een EPC 0,8 woning. Hierdoor kan de extra investering in gemiddeld 7 jaar terug verdiend worden. Hierdoor is het concept financieel haalbaar.

5.1.4 Conclusie deelvraag 4

In deze sub paragraaf wordt antwoord gegeven op deelvraag 4, die luidt als volgt;

Is de extra investering rendabel?

Aangezien de woonduur van een starter gemiddeld ook 7 jaar is komt het er op neer dat de investering zich zelf heeft terug betaald indien de woning na 7 jaar verkocht wordt. Als de starter langer in de woning blijft wonen wordt de rendabiliteit van de investering gunstiger en wordt het na 7 jaar het effect van de investering financieel een stuk gunstiger.

5.2 Conclusies hoofdvraag

Aan de hand van de conclusies op de deelvragen, wordt hier onder de conclusie op de hoofdvraag geformuleerd.

De Hoofdvraag luid als volgt;

Met welke middelen kunnen de 5 stuks starterswoningen in het plan “De kromme draai” te Ammerstol op een economische verantwoorde worden ontwikkeld en voldoen aan de EPC 0,0?

Binnen Nederland is EPC 0,0 markt nog klein. Er zijn bedrijven die hier wel in investeren ondanks dat de huizenmarkt vastzit. Door het grote aanbod van woningen is de koper kritisch. Door met een uniek concept te komen waarin de voordelen van de koper zeer groot zijn, zal de koper eerder voor zo’n dergelijk concept kiezen.

Uit de deelvragen is gebleken dat de extra investering in de gestelde terugverdien tijd van 7 jaar gerealiseerd kan worden. Een grote aantrekkelijkheid om een energiezuinige woning te kopen is de verkoopbaarheid als men gaat verhuizen. Met de stijgende energieprijzen zal de verkoopbaarheid van de woning in de toekomst alleen maar toenemen.

Het rendement van de extra investering kan nog eens vergroot worden door het gedrag van de bewoner aan te passen. Het gedrag van bewoners is een grote variabele factor die zeker een rol speelt in het besparen van energie. Wij als ontwikkelaar kunnen het voortouw hierin nemen, om bij het in gebruik nemen van installaties een goede uitleg te geven.

De uitkomsten van dit onderzoek hebben inzicht gegeven dat een EPC 0,0 woning wel degelijk realiseerbaar is, maar dat de stap op dit moment misschien nog te duur is voor de markt. De maatregelen die zijn toegepast om een EPC 0,0 woning te creëren kunnen ook deels worden toegepast en dat in de vorm van een tussenstap. Als de startende koper op dit moment geen geld over heeft voor de extra investering kan er ook in een later stadium een upgrade plaats vinden. Hierbij is te denken aan een warmtepomp of PV-panelen. Het is dan wel aan te raden om vooraf rekening te houden met de opstelplaats en het aanleggen van loze leidingen zodat zonder al teveel bouwkundige toevoegingen dit nader hand kan worden geïnstalleerd.

5.3 Aanbevelingen

Als laatste wordt er vanuit de conclusie aanbevelingen gegeven aan De Langen en van den Berg vastgoedontwikkeling hoe om te gaan met de resultaten van dit afstudeerproject. Het zal zonde zijn om alle verzamelende informatie, onderzoeken en berekeningen in de toekomst niet te gebruiken bij het ontwikkelen van nieuwe vastgoedprojecten. Daarom zijn er zoals in het Plan Van Aanpak al vermeld een aantal producten ontstaan.

5.3.1 Afwegingstabel

Het is aan te bevelen om de gemaakte afwegingstabel, zoals weergegeven in figuur 14 op bladzijde 19 van dit afstudeeronderzoek te gebruiken bij het allereerste overleg tussen de vastgoedontwikkeling en de architect. Zo kan er een richtlijn aan de architect gegeven worden over het te ontwikkelen project. Hij kan hier uit opmaken wat voor invloed de oriëntatie en ligging van het project heeft, de toe te passen Rc-waarden voor de vloeren, gevels en daken. Zo kan hij inzien welke installaties een positieve of negatieve invloed hebben op het ontwerp. Tevens kan hij met deze informatie de inrichting zoals leidingschachten, dikte van de buitenschil en peilhoogtes voor de vloeren al redelijk goed inschatten zodat het ontwerp in het VO fase (voorlopig ontwerp fase) al goede aansluiting vindt met de realiteit.

5.3.2 Voorlopige EPC berekening

Indien het voorlopige ontwerp door de architect bij de projectontwikkeling is aangeleverd, is het van belang dat het ontwerp ook al een EPC berekening bevat. Vervolgens kan dit EPC bestand digitaal ingelezen worden in de licentie van de projectontwikkeling. Zo de mogelijkheid daar om zelf aan de knoppen van de EPC berekening te draaien, om zo een optimaal bouwkundig / installatie technisch ontwerp te verkrijgen.

5.3.3 Subsidie

Een onderdeel dat nog aandacht verdient om nader te onderzoeken, is het verkrijgen van een subsidie. Hierdoor kan de extra investering in de EPC 0,0 woning voor de koper nog interessanter gemaakt worden. Hierbij is te denken aan:

Klimaat hypotheek

Als de koper aanspraak wil doen op een "groene hypotheek" zal de woning een groenverklaring moeten krijgen. Deze verklaring kan worden toegekend als het project voldoet aan de eisen die opgesteld zijn in het 'projectplan duurzaam bouwen: duurzame nieuwbouwwoningen'.

Projecten die zijn gericht op het realiseren van nieuw te bouwen woningen, die voldoen aan de volgende criteria:

- De Energieprestatiecoëfficiënt van de woningen is niet hoger dan 65% van de eis die geldt in het Bouwbesluit.
- Regenwaterafvoer is afgekoppeld van het rioleringsstelsel.
- Indien hout wordt toegepast is dat duurzaam geproduceerd hout (FSC of PEFC-certificaat).

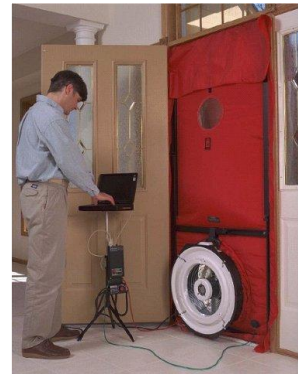
Bron: www.nationalehypotheeksite.nl/klimaat hypotheek.html

5.3.4 Kwaliteitsborging

Blowerdoortest

Door middel van een blowerdoortest wordt de luchtdichtheid van een woning gecontroleerd. Deze test is niet verplicht maar wel een goede manier om aan te tonen dat er ook echt wordt voldaan aan de voorwaarden zoals omschreven in de EPC berekening.

De test zal op een tweetal momenten worden afgenomen. In de ruwbouwfase en afbouwfase. De test in de ruwbouwfase is er om er voor te zorgen dat als er fouten worden gemaakt dit nog hersteld kan worden. De kosten voor een blowdoortest zijn ca. € 1.500,-



Figuur 31, Blowerdoortest

Figuur 31, Bron: http://www.joostdevree.nl/shtmls/blower_door_test.shtml

Slotwoord

Het afgelopen half jaar ben ik bezig geweest met een onderzoek naar het realiseren van een EPC 0,0 woning. Dit onderzoek heeft mij op een andere manier naar het ontwikkelen en kiezen van bepaalde installatie systemen doen kijken.

Zelf ben ik van mening dat niet altijd alles om geld moet draaien. De terugverdientijd van de investering moet niet alleen de keuze zijn om te kiezen voor een EPC 0,0 woning. Het bewust omgaan met energie door het zelf opwekken en het gebruik tot een minimum te beperken is volgens mij belangrijker.

De verkoop van nieuwbouwwoningen zit op dit moment nog op slot, maar er zijn wel tekenen van een klein herstel. De bouwnijverheid in Nederland heeft in de huidige economische crisis flink te kampen met de stagnatie van projecten. Er worden wel nieuwbouwwoningen opgeleverd maar dit is minimaal en grote hoeveelheden van seriematige woningbouw wordt opgedeeld in fases van 5 a 10 woningen.

Het investeren van kennis voor de toekomst is een belangrijk iets om speler op de markt te zijn en te blijven. De normen worden razendsnel aangescherpt, eigenlijk sneller dan dat de bouw zich beweegt op basis van innovatie. Het is van belang voor De Langen & van den Berg dat de innovatie doorgezet wordt om zo ook in de toekomst projecten te kunnen blijven realiseren.

Nogmaals bedank ik De Langen en van den Berg en ketenpartners die mij de informatie beschikbaar hebben gesteld, om zo het afstudeeronderzoek tot een goed einde te kunnen brengen. Ik hoop dat de onderzoeksresultaten van het onderzoek in de toekomst toegepast zullen worden.

Ik hoop dat u dit onderzoek met veel plezier heeft gelezen.

Met vriendelijke groet,

Frank Oudenes

Bibliografie

Hieronder zijn de Internetreferenties weergegeven waar de informatie voor de scriptie uit geput is. In de scriptie worden al verschillende bronnen genoemd.

1. **Timax.** <http://www.timax.nl/bouwbesluit/epc-berekening-berekenen/>. [Online] 06 2013.
2. **Architecten, DSH.** <http://dsharchitecten.nl/wonen/22-energie-evenwichtwoningen-tetten-leur/>. *DSH Architecten*. [Online] 06 2013.
3. **Agentschap.nl.** <http://kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=153.agentschap.nl>. [Online] 06 2013.
4. **Energiesprong.** Energiesprong.nl. *Informatie: www.woonburg.nl/project/show/3*. [Online] 06 2013.
5. **online, PV-panelen.** <http://pv-panelen-online.jouwpagina.nl/>. *PV-panelen online*. [Online] 06 2013.
6. **Agentschap.nl.** <http://www.agentschapnl.nl/content/infoblad-energieneutrale-woningbouw>. [Online] 06 2013.
7. **VROM, Ministerie van.** <http://www.lente-akkoord.nl/kopstaart/>. [Online] 06 2013.
8. **agentschap.nl.** <http://www.agentschapnl.nl/content/ervaringen-met-epc-van-06-lager-praktijkvoorbeelden-energiezuinige-woningbouw>. [Online] 06 2013.
9. **Agentschap.nl.** www.agentschap.nl. *Artikel presentatie Energiebesparing een ... - Agentschap NL*. [Online] 06 2013.
10. **Nieman.** *Praktijkhandboek Energieprestatie*. Delft : sn, 2013.

Bijlagen

De bijlagen zijn bijgevoegd in een apart document met de naam 'Bijlagen Afstudeerscriptie EPC 0,0' In dit document zijn de volgende stukken opgenomen:

Bijlage 1	EPC berekeningen EPC 0,8, en EPC 0,0 gemaakt in Uniec 2.0
Bijlage 2	Afgenomen interview verslagen
Bijlage 3	SBR richtlijn luchtdichtheid klasse
Bijlage 4	Toelichting type vloer systemen
Bijlage 5	Toelichting en advies luchtdicht afwerken sparingen
Bijlage 6	Toelichting type dak systemen
Bijlage 7	Toelichting kozijnen, beglazingen
Bijlage 8	Toelichting uitvoeringsvarianten toe te passen buitenschil
Bijlage 9	Productinformatie verwarming, warm tapwater en koeling systeem
Bijlage 10	Productinformatie douche WTW systeem
Bijlage 11	Productinformatie Brink Renovent Excelent 400
Bijlage 12	Productinformatie zonnestroom systeem
Bijlage 13	Begroting EPC 0,8 woning
Bijlage 14	Begroting EPC 0,0 woning

