

Energierenovatie in Nederland en Vlaanderen

Mariska Hobo

Universiteit Hasselt-Faculteit Architectuur en Kunst

Seminarie Bouwkundig Concept

Promotor: Griet Verbeeck

2014-2015

Voorwoord

Ten eerste wil ik de mensen die ik heb mogen interviewen voor de case studies bedanken voor hun medewerking. Zij hebben allemaal uitgebreid de tijd genomen om alle vragen te beantwoorden. Daarnaast heb ik van de bewoners de gelegenheid gekregen om foto's van de huidige toestand van hun woning te maken en hebben degenen die foto's van de oorspronkelijke toestand van hun woning hadden die voor mij opgezocht. Daarnaast heb ik van de architecten die hebben meegewerkt de plannen van hun project(en) gekregen ter ondersteuning van de interviews. Kortom: door deze mensen is het voor mij mogelijk geweest om de case studies uitgebreid te bespreken.

Ten tweede wil ik mijn ouders bedanken voor het lezen en taalkundig verbeteren van mijn scriptie.

Ten slotte wil ik Mevrouw Verbeeck, mijn promotor, bedanken voor het begeleiden van het proces. Zij heeft me goede tips gegeven over hoe ik het schrijven van de scriptie het beste aan kon pakken. Tevens heeft zij me geholpen om uit alle informatie die ik verzameld had een goede selectie te maken, zodat het onderzoek niet te grootschalig zou worden.

Abstract

Energetisch renoveren is een onderwerp dat momenteel veel aandacht krijgt en dat centraal staat in deze thesis. Uit het literatuuronderzoek wordt duidelijk waarom energetisch renoveren belangrijk is, wat de voordelen zijn, welke onderdelen moeten gerenoveerd worden en op welke manier deze aangepakt kunnen worden. Vervolgens worden in het literatuurstudie enkele uitgevoerde groot- en kleinschalige energierenovatieprojecten besproken om de methodes die gebruikt werden te analyseren. In het tweede deel van de thesis worden er verschillende energierenovatieprojecten in Nederland en Vlaanderen besproken die in het kader van de thesis bezocht zijn en waarvan de architect(en) en bewoner(s) geïnterviewd werden. Deze informatie diende als basis om de manier van aanpak van deze projecten uitgebreid te bespreken. Ten slotte zijn er verbeteringspunten voorgesteld waardoor toekomstige energetische renovaties goedkoper, gemakkelijker en sneller uitgevoerd kunnen worden.

Uit de vergelijking van de bevindingen uit de literatuur met de praktijk van renoveren, blijkt dat de literatuur de praktijk goed weergeeft: de reden van bewoners om energetisch te renoveren komen overeen met de voordelen die het oplevert, het Trias Energetica principe wordt bij de meeste projecten toegepast en de probleempunten uit het LEHR-project (een van de besproken projecten) worden bij de case studies ervaren. De vergelijking van de renovatieaanpak in Nederland en Vlaanderen toont aan dat er overeenkomsten en verschillen zijn. De verschillen zijn vooral gekoppeld aan verschillen in eigendomssituatie, meest voorkomend woningtype, de manier van aanpak en de schaalgrootte. Aspecten waar er wel overeenkomsten zijn, betreffen het feit dat de benodigde termijn bij de meeste projecten langer is dan de voorziene termijn en dat de kosten door de meeste architecten (redelijk) goed ingeschat kunnen worden.

Als conclusie kan gesteld worden dat om toekomstige energetische renovaties goedkoper, gemakkelijker en sneller uit te voeren, er meer aandacht moet gaan naar onderzoeken en monitoren, het toepassen van het Trias Energetica principe, het werken in een bouwteam en eventueel het werken met een BIM-systeem. Hierdoor kan de uitvoeringstermijn worden verkort, waardoor de kosten voor een tijdelijk verblijf verminderen of weg vallen en dit geld geïnvesteerd kan worden in de renovatie. Als dit op grote schaal toegepast wordt, zal de kwaliteit van het woningpark verbeteren en zal er zo een stap in de goede richting gezet worden om de gestelde klimaatdoelen te behalen.

Inleiding

Energierenovatie is op dit moment een hot item. Er wordt op allerlei manieren geprobeerd om bewoners of gebruikers van gebouwen aan te zetten tot het energetisch renoveren van hun gebouw. Veel mensen zijn op de hoogte van de klimaatproblemen en willen wel hun steentje bijdragen door hun gebouw te laten renoveren, om zo de wereld voor henzelf, hun kinderen en kleinkinderen leefbaar te houden, maar hebben onder andere door de huidige crisis geen financiële middelen om daarin te investeren. De overheid voorziet daarom allerlei subsidies om het investeren in de energetische verbetering van een gebouw te stimuleren en er worden campagnes opgezet om dit kenbaar te maken bij het grote publiek. Tevens worden er door verschillende organisaties bijeenkomsten georganiseerd voor mensen die in de bouwsector werken (architecten, aannemers, bouwbedrijven en woningbouwcorporaties) om na te denken over hoe energetisch renoveren op een grote schaal toegepast kan worden. Ten slotte worden er door verschillende organisaties pilootprojecten gelanceerd om zo theoretische kennis te testen in de praktijk en zo ervaring op te doen om het energetisch renoveren te optimaliseren om dit daarna toe te passen op een veel grotere schaal. Als dat zou lukken zijn de resultaten om het milieu te sparen namelijk veel groter.

In deze thesis wordt er een antwoord gezocht op de vraag: Welke lessen kunnen er uit de bestaande methodes voor energetisch renoveren geleerd worden en welke conclusies kunnen daaruit getrokken worden zodat ze in de toekomst goedkoper, gemakkelijker en sneller toegepast kunnen worden?

Om een antwoord op deze vraag te geven wordt gekeken naar een aantal methodes die tot nu toe gebruikt zijn om energetisch te renoveren en welke onderdelen verbeterd kunnen worden om ze beter te laten functioneren. In het eerste deel van deze thesis wordt in een literatuuronderzoek duidelijk waarom het belangrijk is om energetisch te renoveren. Dit wordt aan de hand van de huidige situatie van het woningpark van Nederland en Vlaanderen en door te kijken naar de Europese doelstellingen en met name die van Nederland en Vlaanderen gedaan. Daarna worden de voordelen van energetisch renoveren opgesomd en worden de verschillende onderdelen waaruit het proces van energetisch renoveren kan bestaan besproken. Vervolgens worden er op het einde van de literatuurstudie enkele uitgevoerde groot- en kleinschalige energierenovatieprojecten besproken.

In het tweede deel van de thesis ga ik verschillende energierenovatieprojecten in Nederland en Vlaanderen ter plaatste onderzoeken, zodat de manier van aanpak van deze projecten uitgebreid besproken kan worden. Dit doe ik door per project een interview met de architect(en) en de bewoner(s) af te nemen om zo inzicht te krijgen in hoe het hele proces

verlopen is, welke dingen goed zijn gegaan en welke dingen verbeterd zouden kunnen worden.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Abstract.....	5
Inleiding	7
Inhoudsopgave	9
1 Literatuuronderzoek energierenovatie	11
1.1 Doelstellingen Europa	11
1.2 Huidige situatie woningpark Nederland	11
1.3 Doelstellingen Nederland	14
1.4 Huidige situatie woningpark Vlaanderen	17
1.5 Doelstellingen Vlaanderen.....	19
1.6 Voordelen van energetisch renoveren.....	20
1.7 Onderdelen van energetisch renoveren	21
1.8 Grondig energetisch renoveren of stapsgewijs?	24
1.9 Aanpak verschillende grootschalige projecten in Nederland	26
1.9.1 ‘Duurzaam Zwaag’	27
1.9.2 Stevenfenne te Enschede	30
1.9.3 Groene ster project te Amsterdam.....	31
1.9.4 ‘De Kroeven’ te Roosendaal.....	32
1.9.5 Schilderskwartier te Apeldoorn.....	35
1.9.6 Conclusie	36
1.10 Aanpak verschillende kleinschalige projecten in Vlaanderen	38
1.10.1 Futur Fantastic	38
1.10.2 Project Spiere van Renovatieoplossingen	42
1.10.3 Project Mechelen van Renovatieoplossingen	45
1.10.4 Conclusie	48
1.10.5 ‘LEHR-project’	49
1.11 Initiatieven voor particulieren	52

1.11.1	Renovatie winkels	54
1.11.2	Nul-op-de-meter verbouwingen	56
1.11.3	Lokaal alle lichten op groen.....	57
1.11.4	Alliantie +	62
1.11.5	Conclusie	65
2	Case studies.....	66
2.1	Grootschalige energierenovatie in Nederland	69
2.1.1	Bestaande Wijk van Morgen te Kerkrade – West.....	69
2.1.2	Boostenwijk te Maastricht.....	74
2.1.3	Philipsdorp te Eindhoven.....	82
2.1.4	Lievendaal te Eindhoven	89
2.1.5	Conclusie	94
2.2	Kleinschalige energierenovatie in Vlaanderen.....	99
2.2.1	Verbouwing en uitbreiding vrijstaande woning te Herk-de-Stad.....	99
2.2.2	Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Geetbets (Rummen)	102
2.2.3	Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Hasselt (Kiewit)	104
2.2.4	Verbouwing eengezinswoning (halfopen bebouwing) te Hasselt	107
2.2.5	Verbouwing rijwoning tot twee appartementen te Sint Truiden	110
2.2.6	Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Lummen (Meldert)	113
2.2.7	Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Elen.....	115
2.2.8	Verbouwing eengezinswoning (halfopen bebouwing) te Bree.....	119
2.2.9	Verbouwing rijwoning te Bree.....	123
2.2.10	Dakrenovatie vrijstaande eengezinswoning te Wellen	127
2.2.11	Conclusie	130
2.3	Algemene vragen architecten Nederland en Vlaanderen	134
3	Conclusie.....	135
4	Bibliografie.....	142
4.1	Lijst van geraadpleegde bronnen	142
4.2	Figurenlijst	147
5	Bijlage	153

1 Literatuuronderzoek energierenovatie

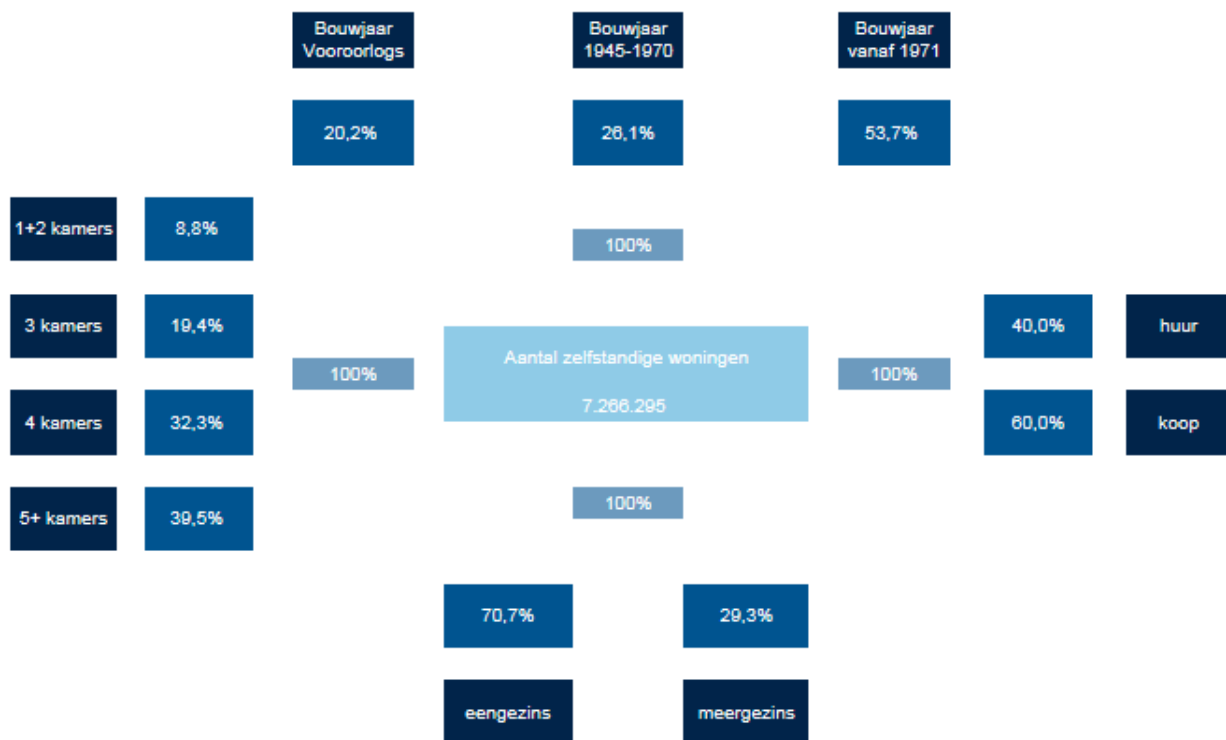
1.1 Doelstellingen Europa

Alle 27 Europese lidstaten hebben de 20-20-20 doelstelling ondertekend [1]. Deze doelstelling houdt in dat de uitstoot van broeikasgassen met 20% moet verminderen ten opzichte van 1990, de energie-efficiëntie met 20% moet verbeteren en 20% energie uit hernieuwbare bronnen moet komen in 2020. De grootste uitdaging is de bestaande bebouwing energiezuinig maken. Om deze Europese doelstellingen te kunnen halen zijn er zowel voor nieuwbouw als voor bestaande bebouwing regels vastgelegd vanuit Europa. Zo moeten alle nieuwe overheidsgebouwen vanaf 2019 en alle andere nieuwe gebouwen vanaf 2021 bijna energieneutraal moeten zijn. Elk land mag deze regels omzetten naar een eigen regelgeving. Hierbij moet er per gebouwtype een kosteneffectieve aanpak uitgewerkt worden, een raming gemaakt worden met wat de verwachte energiebesparing zou zijn en moeten de voordelen voor bewoners en gebruikers opgesomd worden, zodat mensen meer inzicht krijgen in de investeringskosten en de besparingen die volgen door de lagere energiefactuur [2].

De Europese doelstelling voor 2050 is dat heel Europa CO₂-neutraal moet zijn. Om dit te bereiken moet elk land een eigen lange termijn stappenplan met bijbehorende regelgeving maken, zodat de CO₂-uitstoot van het volledige gebouwenbestand tegen die tijd 88 – 91 % verminderd is. Dit wordt niet gehaald als we doorgaan zoals we nu bezig zijn: er zullen meer woningen gerenoveerd moeten worden en deze renovaties zullen grondiger moeten gebeuren. Voor Vlaanderen zou dit betekenen dat er elk jaar minimaal 2,5 % van het woningbestand grondig gerenoveerd moeten worden in plaats van de huidige 1%.

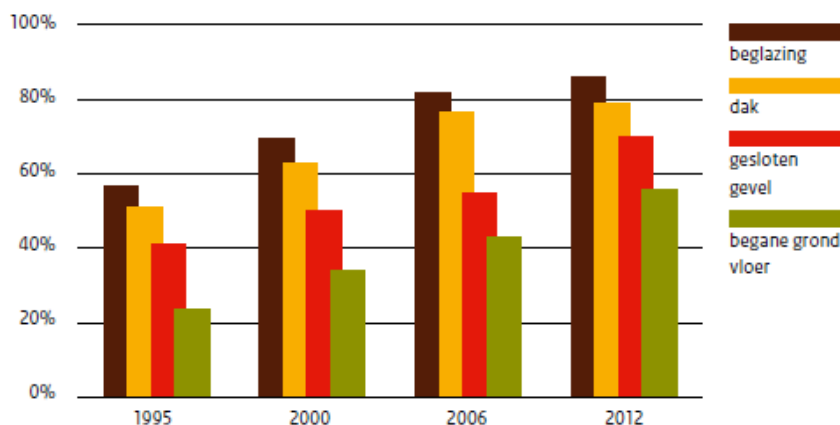
1.2 Huidige situatie woningpark Nederland

In Nederland bestond het woningpark in 2012 in totaal uit 7.266.295 woningen (zie *Figuur 1*) [3]. Van dit totale aantal zijn 40% huurwoningen en 60% koopwoningen. Daarnaast is de totale voorraad onderverdeeld naar bouwperiode: 20,2% heeft een bouwjaar voor 1945, 26,1% tussen 1945-1970 en de meerderheid van de woningen, 53,7%, is gebouwd na 1971.



Figuur 1 Kenmerken Nederlandse woningvoorraad (2012).

Het aandeel van geïsoleerde woningen van het totale woningpark is sterk gestegen tussen 1995 en 2012 (zie *Figuur 2*). Het aantal woningen met een geïsoleerde vloer op de begane grond zijn in deze periode ruim verdubbeld: het aandeel is gestegen van 24% naar 56%. Ook het aantal woningen met een geïsoleerd dak is in deze periode toegenomen van 51% naar 79%. Het aantal woningen met isolerende beglazing is in deze periode gestegen van 57% naar 86% en het aantal woningen met een geïsoleerde gesloten gevel van 41% naar 70%. Er is in deze periode dus een zeer grote vooruitgang geboekt op alle vlakken van isolatie van de gebouwschil. Deze verbeteringen zetten zich hopelijk in de toekomst door, zodat over een aantal jaren alle woningen een geïsoleerde gebouwschil bezitten.



Figuur 2 Isolatievoorzieningen Nederlandse woningen.

De energetische situatie van het woningpark is in 2012 in kaart gebracht per bouwjaar en naar eigendom. In Nederland wordt de energetische kwaliteit van een woning weergegeven door een energielabel [4], dat varieert van G tot A++. Deze labelklasse wordt bepaald aan de hand van een energie-index (zie *Figuur 3*) . Dit getal wordt berekend op basis van de bouwkundige eigenschappen en de gebouwgebonden installaties. In de berekening wordt uitgegaan van een gemiddeld aantal bewoners en gemiddeld bewonersgedrag.

A⁺⁺	A⁺	A	B	C	D	E	F	G
≤ 0,50	0,51 - 0,70	0,71 - 1,05	1,06 - 1,30	1,31 - 1,60	1,61 - 2,00	2,01 - 2,40	2,41 - 2,90	> 2,90

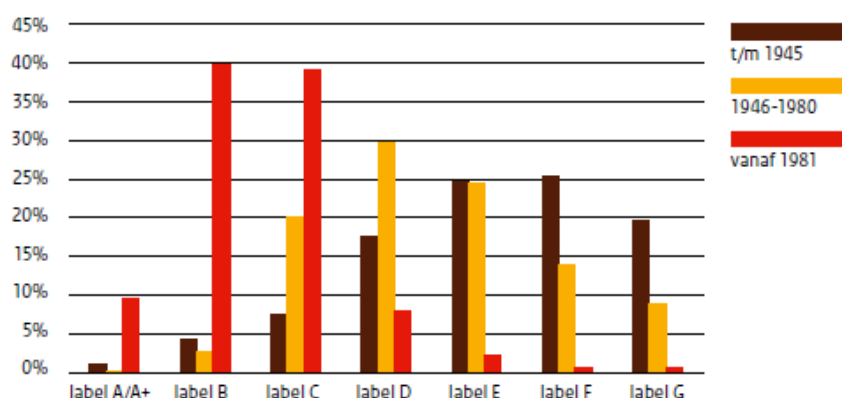
Figuur 3 Relatie tussen energielabel en energie-index in Nederland.

Als we kijken naar de energetische situatie per bouwjaar zien we dat het grootste aandeel van de woningen met bouwjaar voor 1945 energielabels E, F en G heeft (zie *Figuur 4*) . De woningen met bouwjaar tussen 1946 en 1980 hebben voornamelijk een beter energielabel, namelijk energielabel C, D en E. De woningen met bouwjaar van na 1981 hebben voornamelijk de groenste energielabels, namelijk energielabel A/A+, B en C. Hieruit blijkt dus enerzijds hoe ouder de woningen zijn, hoe slechter de energetische situatie is. Anderzijds blijkt hieruit ook hoe nieuwer de woningen zijn, hoe beter de energetische situatie is. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het grotere besef van de klimaatverandering en de daarbij horende energie-eisen die worden vastgelegd in de wetgeving: de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) die in 1995 ingevoerd is, is door de jaren heen stapsgewijs aangescherpt [5].

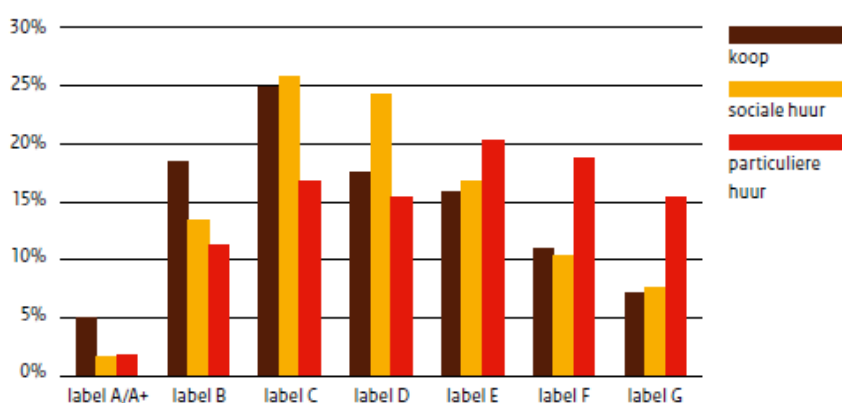
Als we kijken naar de energetische situatie ingedeeld naar eigendom zien we dat het grootste aandeel van de koopwoningen voornamelijk de groenste energielabels heeft, namelijk A/A+ en B. De sociale huurwoningen hebben een lager energielabel, voornamelijk C en D, en de woningen die particulier verhuurd worden hebben nog de laagste energielabels, voornamelijk E, F en G hebben (zie *Figuur 5*) .

Hieruit blijkt dus dat de eigenaars van koopwoningen het meeste investeren in woningen met een goede energetische situatie, omdat zij het voordeel dat de investering oplevert zelf ervaren. De sociale huurwoningen hebben minder goede energielabels, doordat de sociale verhuurmaatschappij de investeringen in de energetische kwaliteit van de woningen moeten doen en dat het niet mogelijk is deze gehele kosten door te berekenen naar de huurder. Hierdoor krijgt de huurder dus het voordeel van de energie renovatie doordat de energielasten omlaag gaan, terwijl de kosten bij de verhuurmaatschappij liggen. Dit fenomeen wordt ‘split-incentive’ genoemd [6]. Er wordt overigens momenteel wel gekeken of het mogelijk is dat de besparing ten goede komt van de verhuurmaatschappij door de huurder zowel de huur- als de

energiekosten van voor de energetische renovatie te laten betalen aan hen. Tevens is het investeren in energierenovaties voor verhuurmaatschappijen lastig doordat deze investeringen gedaan moeten worden met het beperkte budget aan overheidsmiddelen. Tevens hebben de sociale verhuurmaatschappijen toestemming nodig van minimaal 70 % van de voor ingrijpende veranderingen, terwijl die vaak geen renovatie willen aangezien hun woning overhoop gehaald wordt en er vaak een huurverhoging tegenover staat. Ten slotte hebben de particuliere woningeigenaars de slechtste energielabels, doordat zij geen voordelen ondervinden van het energetisch renoveren van hun woning. Zij willen daarom zo min mogelijk investeren, zodat ze zo veel mogelijk winst kunnen behalen.



Figuur 4 Energetische kwaliteit Nederlandse woningen naar bouwjaar (2012).



Figuur 5 Energetische kwaliteit Nederlandse woningen naar eigendom (2012).

1.3 Doelstellingen Nederland

In Nederland is in 2012 'Innovatieprogramma Energiesprong' opgezet, dat gefinancierd wordt door het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties [7]. Ze willen innovatief naar het energiegebruik kijken en grootschalig energetisch renoveren, zodat het gebruik van fossiele brandstoffen fors gereduceerd wordt. Binnen dit programma gaat Platform 31 programma de 'Stroomversnelling' uitvoeren, waarbij ze in totaal 111.000 huurwoningen voor eind 2020 energetisch gaan renoveren tot 'nul op de meter' woningen [8]. Het programma richt

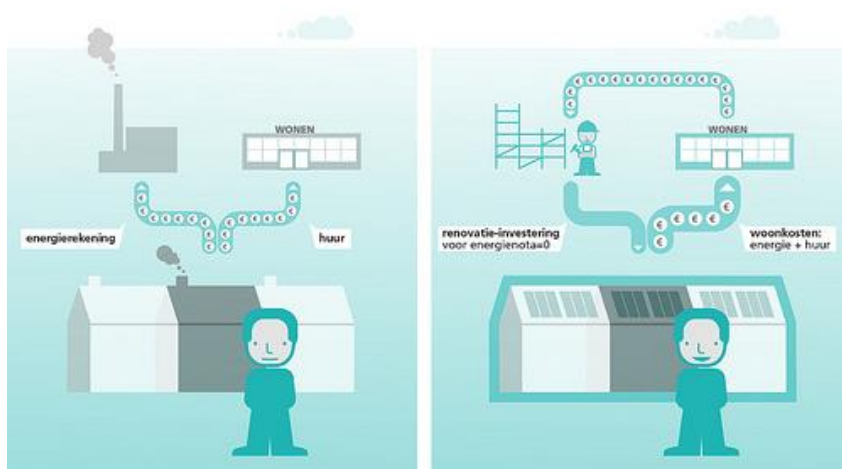
zich vooral op de grote aantallen seriewoningen, rijwoningen en gestapelde woningen, uit 1950-1970. Deze woningen hebben vaak te maken met kou-, tocht- en vochtproblemen door de relatief slechte kwaliteit. Het moet zorgen voor extra werkgelegenheid in de bouwsector (9000 extra banen tot 2020) en een bijdrage leveren aan de klimaat- en energiedoelstellingen. Deze bestaan uit het jaarlijks verminderen van het energieverbruik met 2%, in 2020 de CO₂-uitstoot met 30% verminderen en 20% van de hernieuwbare energie opwekken door middel van hernieuwbare energie [9].

Op 20 juni 2013 is er door minister van Wonen, Stef Blok, door Platform 31, vertegenwoordigd door Jan Willem van der Groep, en door vier bouwers en zes woningbouwcorporaties getekend voor de eerste 11.000 woningen. Daarnaast hebben zeventien woningbouwcorporaties zich aangesloten voor de volgende 100.000 woningen.

Het project wordt uitgevoerd in drie fases. In fase 1 vindt 'prototyping' van totale woningenconcepten plaats voor 1000 woningen. Dit gebeurt tussen september 2013 en december 2014. In fase 2 wordt het bouwproces omgezet naar een geïndustrialiseerd bouwproces, zodat de kosten voor de energetische verbetering van de woningen omlaag gebracht kunnen worden. De prijs per woning komt hierdoor naar verwachting te liggen tussen 50.000-70.000 €. In deze fase gaan 10.000 woningen aangepakt worden tussen januari 2015 en december 2016. Ten slotte wordt dit in fase 3 omgezet naar een opschaling, zodat het product en het proces geïnnoveerd kunnen worden. Hiervoor wordt er gewerkt met een ketenaanpak in plaats van een projectgeboden aanpak, waardoor de hoge faalkosten beperkt of vermeden kunnen worden. Zo worden er in deze fase 100.000 woningen aangepakt van januari 2017 tot en met 2020. De huurders kiezen samen met hun corporatie uit een aanbod van renovatieoplossingen. De woningen die gerenoveerd zullen worden krijgen allemaal hoogwaardige isolatie van de wanden, het dak en het glaswerk, slimme installaties en zullen gebruik maken van lokale duurzame energie. Minister Blok heeft in het Energieakkoord de huidige regelgeving voor welke kosten de corporaties mogen innen aangepast (zie *Figuur 6*) [10]. De huurders betalen momenteel, in de prototyping fase, na de renovatie van hun woning hun huidige energiekosten aan hun woningbouwcorporatie in de vorm van servicekosten. In een latere fase is het de bedoeling dat de hoogte van de servicekosten bepaald worden aan de hand van het gemiddelde verbruik van de afgelopen drie jaar [11]. De huurder betaalt dus bij normaal gebruik een vast bedrag aan de corporatie, dat onafhankelijk is van prijsschommelingen van de energie maar jaarlijks wel stijgt met de inflatie. De corporatie investeert dat geld vervolgens weer in de vervangings-en onderhoudsuitgaven en in de renovatie van andere woningen, wat er voor zorgt dat er meer woningen duurzaam gerenoveerd worden. Hierdoor wordt de huurwoningvoorraad energetisch verbeterd, zonder overheidssubsidies [12]. Tevens kan de corporatie de investeringen van de renovaties terug

verdienen, doordat zij de energiekosten van voor de renovatie van de huurders mogen innen terwijl deze na de renovatie veel lager zijn en dat daarnaast de betaalbaarheid en de waarde van het duurzame vastgoed hoger is dan bij niet-duurzaam vastgoed [13]. De huurders van energetisch vaak slechte woningen met hoge energierekeningen krijgen na renovatie een comfortabelere duurzame woning tegen vergelijkbare woonkosten. Mensen die niet veel geld te besteden hebben worden zo dus geholpen. Het is dus een win-winsituatie voor beide partijen.

De meeste huurders van energetisch gerenoveerde woningen kunnen helaas niet genieten van het financiële voordeel dat de energiebesparingen oplevert. De weinige huurders die dit wel kunnen verbruiken minder energie dan dat ze opwekken, waardoor ze het overschot aan energie aan het net kunnen leveren en daarvoor een vergoeding krijgen. Door bijvoorbeeld de huidige energiekosten, die ze in de vorm van servicekosten betalen aan de corporatie, te verlagen zouden alle huurders van het financiële voordeel dat de energiebesparing oplevert kunnen genieten. Volgens Jan Willem van de Groep, programmaleider van Energiesprong, zou dit mogelijk zijn, omdat de investeringen in het energetisch renoveren van woningen voor de woningbouwcorporaties een rendement oplevert dat 2,5% hoger is dan de gebruikelijke investeringen die ze doen [14]. Als ze dit extra rendement zouden gebruiken om de servicekosten van de huurder te verlagen zouden ze een normaal rendement hebben en zouden de huurders lagere woonlasten hebben. Dit zou waarschijnlijk zorgen dat meer huurders interesse hebben in het energetisch renoveren van hun woning, wat ervoor zorgt dat de woningbouwcorporatie minder of misschien zelfs geen moeite hoeft te doen om de huurders te overtuigen om hun woning ook energetisch te laten renoveren. Tevens zou dit er dan voor zorgen dat de woningvoorraad energetisch verbeterd wordt en dat het een bijdrage levert om de doelstellingen te halen.



Figuur 6 Financieringsmodel energetische renovatie huurwoningen.

1.4 Huidige situatie woningpark Vlaanderen

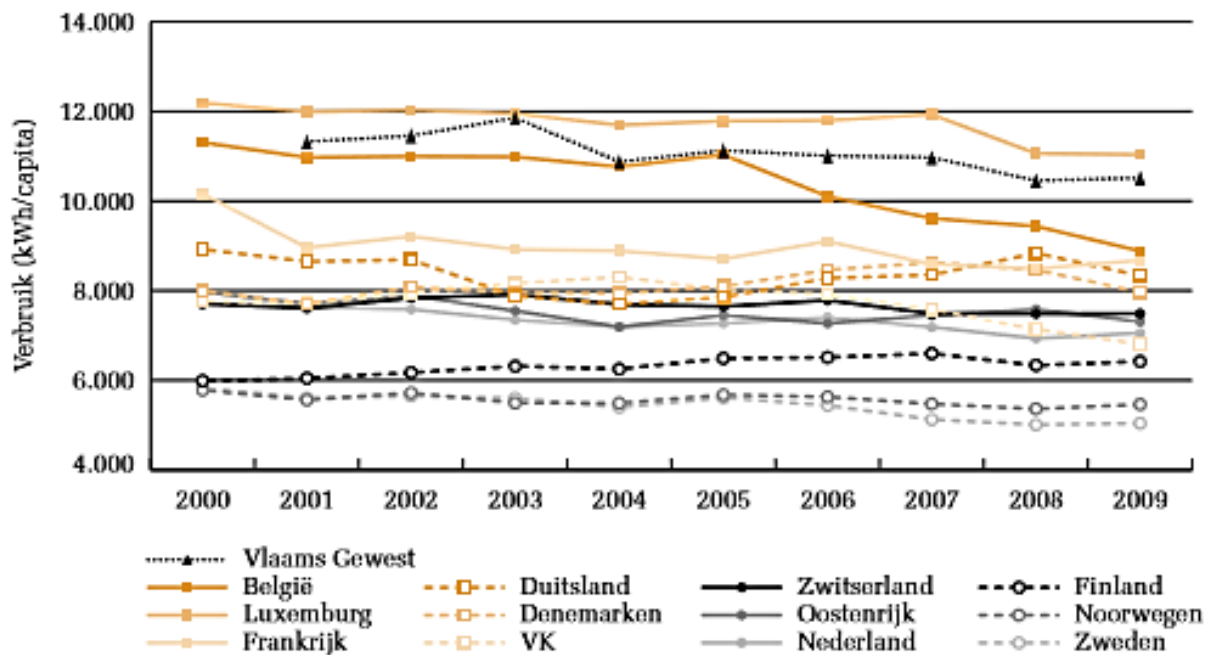
In Vlaanderen bestond het woningpark in 2013 in totaal uit 2.197.301 woongebouwen (zie *Figuur 7*) [15]. Dit totale aantal woongebouwen is onderverdeeld naar verschillende gebouwtypes: 29% zijn woningen met gesloten bebouwing, 26% zijn woningen met halfopen bebouwing, 40% zijn woningen, hoeven en kastelen met open bebouwing en 5% zijn appartementen in buildings en flatgebouwen. Daarnaast is de totale voorraad onderverdeeld naar bouwperiode: 1.582.966 woongebouwen (72%) heeft een bouwjaar voor 1981 en 614.335 woongebouwen (28%) na 1981. Als we deze gegevens vergelijken met de gegevens van de Nederlandse woningen zien we twee verschillende woningparken (zie *Figuur 1*) . In Vlaanderen is het totale aantal woongebouwen ongeveer 30% (2.197.301 & 7.266.295 woningen) van het aantal die er in Nederland zijn. Daarnaast zijn de woningen in Vlaanderen grotendeels voor 1981 gebouwd (72%) , terwijl de woningen in Nederland vooral na 1971 gebouwd zijn (53,7%) . Hieruit kan er dus geconcludeerd worden dat het Nederlandse woningpark veel groter en jonger is dan het Vlaamse woningpark.

Als we kijken naar de verhouding per woontype heeft ongeveer 10% van de woningen met gesloten bebouwing een bouwjaar na 1981, 24% van de woningen met halfopen bebouwing, 42% van de woningen, hoeven en kastelen met open bebouwing en 40% van de buildings en flatgebouwen met appartementen. De woningen met een gesloten of halfopen bebouwing hebben dus het grootste aandeel woningen met bouwjaar voor 1981, maar de grote meerderheid van alle woongebouwen is gebouwd voor 1981.

	Aantal eenheden per type bebouwing			
Karakteristieken	Woningen - gesloten bebouwing	Woningen - halfopen bebouwing	Woningen, hoeven en kastelen - open bebouwing	Buildings en flatgebouwen met appartementen
Aantal gebouwen	645.409	562.069	880.385	109.438
Aantal gebouwen opgericht na 1981	67.105	137.076	365.849	44.305
Aantal gebouwen uitgerust met CV of airco	324.876	394.882	746.993	97.504
Aantal woongelegenheden	692.724	567.513	885.978	720.434

Figuur 7 Kadastrale statistiek van het gebouwenpark in Vlaanderen (2013).

Tijdens het vijfde energiecongres van de Vlaamse Confederatie Bouw, dat in het teken stond van energiezuinige renovatie van gebouwen, heeft Marlies Van Holm (onderzoekster van de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) meer informatie gegeven over de samenstelling van het Vlaamse woningpark in functie van het bouwjaar van de woningen [16]. Ongeveer de helft van het Vlaamse woningpark heeft een bouwjaar van voor 1960 en dit zijn voornamelijk rijwoningen en woningen met halfopen bebouwing. De woningen met open bebouwing zijn vooral na 1945 gebouwd en ongeveer 75% van het Vlaamse woningpark zijn eigendomswoningen. Doordat er veel verschillende types woningen zijn en dat de woningen van veel verschillende eigenaars zijn is het moeilijk om tot een grootschalige aanpak te komen. De gemiddelde energieprestatie van de Vlaamse woningen is slecht in vergelijking met andere Europese landen (zie *Figuur 8*): in de periode 2000 – 2009 was in Vlaanderen het genormaliseerd residentieel energieverbruik na Luxemburg het hoogste verbruik van de vermelde Europese landen. Het verbruik is ook hoger dan het verbruik in België, waaruit blijkt dat er in Vlaanderen meer energie verbruikt wordt dan in Wallonië en Brussel. De gemiddelde energieprestatie van de Nederlandse woningen is goed in vergelijking met andere Europese landen: in de periode 2000 – 2009 was in Nederland het genormaliseerd residentieel energieverbruik na de drie Scandinavische landen (Noorwegen, Zweden en Finland) het laagste verbruik van de vermelde 12 Europese landen. Als we ten slotte het genormaliseerd residentieel energieverbruik van Nederland en Vlaanderen in de periode 2000 – 2009 vergelijken zien we een groot verschil: in Nederland varieerde het verbruik van 7.000 – 8.000 kWh/inwoner, terwijl het in Vlaanderen varieerde van 10.500 – 12.000 kWh/inwoner. Het residentieel energie verbruik in Vlaanderen is dus 1,5 tot 2 keer zo groot als in buurland Nederland. Tevens verbetert de energetische situatie van de woningen in Vlaanderen ook minder snel dan in andere landen. Tegelijkertijd biedt de Vlaamse huisvestingssituatie ook een voordeel. De overheid kan de particuliere eigenaars overtuigen door te stellen dat energetisch renoveren van hun woning in hun eigenbelang is, omdat het thermisch comfort verhoogd wordt en de eventuele problemen zoals vochtproblemen, slechte binnen luchtkwaliteit, akoestische hinder en tocht verkleind worden.



Figuur 8 Genormaliseerd residentieel energieverbruik in kWh/inwoner voor een aantal Europese landen (2000-2009).

1.5 Doelstellingen Vlaanderen

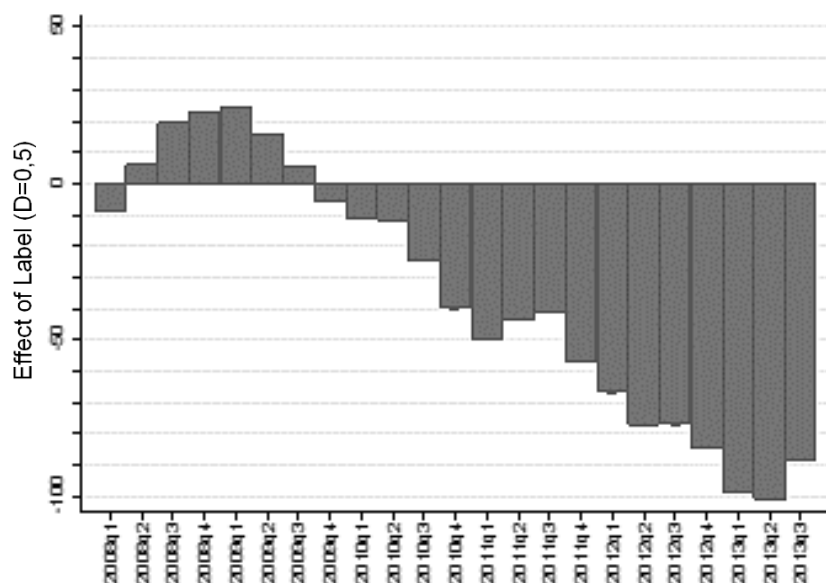
In Vlaanderen heeft de Vlaamse overheid het 'Energierenovatieprogramma 2020' opgezet om de energetische situatie van de woningen te verbeteren [17]. In 2009 had namelijk 12% van de woningen nog geen dakisolatie, 8% nergens dubbel glas en hadden 40% van de aardgasketels en 70% van de mazoutketels een slecht rendement [18]. In dit renovatieprogramma worden enkele punten voorgeschreven die voor 2020 aangepakt moeten worden om te zorgen dat iedereen in een energiezuinige woning woont in 2020. Het eerste punt is alle daken voor 2020 degelijk te isoleren. Het tweede punt is het enkel glas vervangen door hoogrendementsbeglazing. Het laatste punt is verouderde verwarmingsketels uit de woningen te vervangen door hoogrendementsketels. Daarnaast wordt het isoleren van de buitenmuren en het vervangen van elektrische verwarmingen gestimuleerd. Door deze maatregelen verminderen het energieverbruik en de CO₂-uitstoot van de woning, verlaag je de energiefactuur en verhoog je het wooncomfort en stijgt de waarde van de woning doordat de woning een beter energieprestatiecertificaat krijgt.

Om iedereen bekend te maken met de doelstellingen en correcte technische en economische informatie te verstrekken wordt er door de overheid gecommuniceerd via onder andere tijdschriften en dagbladen en worden er campagnes gevoerd. Om een moeilijk te bereiken doelgroep (mensen met een lager inkomen, mensen met een uitkering, ouderen en allochtonen) voor te lichten, te stimuleren en te begeleiden heeft de Vlaamse overheid samen met een aantal organisaties bijvoorbeeld een startpakket samengesteld met daarin een

stappenplan hoe ze het dak van hun woningen kunnen laten isoleren. Daarnaast kun je als je investeert in bepaalde energiebesparende maatregelen premies krijgen of genieten van belastingvermindering. Tevens kun je hulp krijgen van energieconsulenten, energieadvies inwinnen bij je energieleveranciers over bijvoorbeeld het vervangen van je huidige verwarmingsinstallaties en zelf de terugverdientijd van een investering berekenen door middel van een energiewinstcalculator. Daarnaast kun je op de website van renovatie2020 terecht voor alle informatie per stap om van je eigen woning een energiezuinige woning te maken.

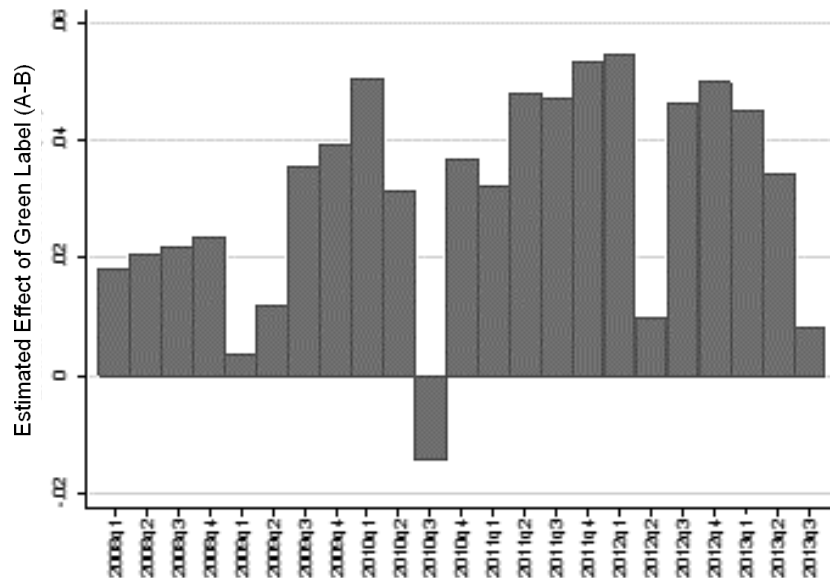
1.6 Voordelen van energetisch renoveren

Er zijn verschillende redenen om een gebouw energetisch te (laten) renoveren [19]. Ten eerste is het beter voor het milieu, omdat er minder energie verbruikt wordt om de woning te verwarmen en om warm water te produceren. Ten tweede bespaar je, door de investering in energiezuinig renoveren, jaarlijks door een verlaagde energiefactuur. Om deze investeringen te stimuleren worden er tevens subsidies voorzien, waardoor de terugverdientijd van de investering verkleind wordt. Ten derde wordt er een waardestijging van het gebouw verwacht en zou de woning sneller verkocht kunnen worden op de woningmarkt. Uit het kwartaalonderzoek 'EnergieLabelindex' op basis van transactiecijfers van de Nederlandse Vereniging van Makelaars (NVM) en de energielabelinformatie van AgentschapNL blijkt namelijk dat de 'groen' (label A of B) gelabelde woningen in het derde kwartaal van 2013 gemiddeld 88 dagen minder lang nodig hadden om tot een transactie te komen (zie *Figuur 9*) [20]. De extra informatie, die in het energielabel wordt gecommuniceerd, wordt dus door potentiële kopers steeds meer op prijs gesteld.



Figuur 9 Effect van groen energielabel op de verkooptijd.

Dit blijkt ook uit de stijging van de verkoopprijs: 'groen' (label A of B) gelabelde woningen brachten bij de verkoop 0,8% meer op dan de woningen voorzien van een energie label tussen de C en G, ook wanneer gecorrigeerd werd voor de locatie en kwaliteit van de betreffende woning (zie *Figuur 10*). Ten slotte wordt het comfort van het gebouw verbeterd.



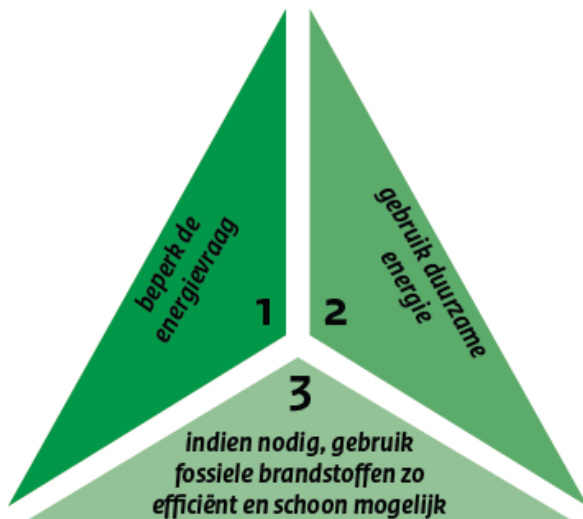
Figuur 10 Effect van groen energielabel op de verkoopprijs.

1.7 Onderdelen van energetisch renoveren

Als je een gebouw energetisch wilt renoveren kunnen er verschillende onderdelen aangepakt worden [21]. Om dit zo optimaal mogelijk te doen, qua energiezuinigheid en qua kosten, is de volgorde van de keuze van de onderdelen gebaseerd op het principe van de Trias

Energetica (zie *Figuur 11*) [22]:

1. Beperk de energievraag
2. Gebruik energie uit hernieuwbare (duurzame) bronnen
3. Gebruik, indien nodig, eindige (fossiele) energiebronnen efficiënt



Figuur 11 Trias Energetica.

Om te voldoen aan de eerste stap, de energievraag beperken, kunnen er (steden)bouwkundige maatregelen getroffen worden. In deze stap kan de interne organisatie veranderd worden, waardoor de oriëntatie van bepaalde ruimtes veranderd kan worden. Hierdoor kan er optimaal gebruik gemaakt worden van de zonnewarmte (tevens om hernieuwbare energie op te wekken). Daarnaast kan er gekozen worden voor goed isoleren en luchtdicht bouwen.

De energievraag kan beperkt worden door de vloer, de buitenmuren en het dak doorlopend thermisch te isoleren. Belangrijke aandachtspunten zijn hierbij de keuze van het isolatiemateriaal, de juiste plaatsing en de nauwkeurigheid van de uitvoering. Hierdoor kunnen luchtlekken, temperatuurschommelingen, condensatie en koudebruggen vermeden worden. Als het gebouw goed geïsoleerd is kan bijna de helft van de verwarmingskosten bespaard worden. Tevens zijn de ramen een belangrijk onderdeel, omdat daar vrij veel warmte door ontsnapt. Het materiaal van de raamprofielen en de soort beglazing moeten daarom goed bekeken worden. Daarnaast moet er gekeken worden of er oververhitting is en als dat zo is deze beperken om zo te vermijden dat er behoefte aan een koelsysteem ontstaat.

De energievraag kan daarnaast beperkt worden door luchtdicht te bouwen. Door de wind, de verwarming en mechanische ventilatie ontstaat er een luchtdrukverschil tussen binnen en buiten, waardoor er veel warmte via kieren en spleten naar buiten ontsnapt. Door luchtdicht te bouwen worden deze warmteverliezen beperkt. Dit kan gedaan worden door binnenmuren te bepleisteren, een luchtdichte folie aan te brengen en door alle aansluitingen goed af te werken. De keuze van het ventilatiesysteem is ook van invloed op de energievraag. Bij ventilatie wordt verse lucht aangevoerd in droge ruimtes, die vervolgens via tussenruimtes doorstroomt naar natte ruimtes waar de vervuilde lucht afgevoerd wordt. Ventileren is belangrijk om een gezond binnenklimaat te creëren, maar is tegelijkertijd ook een energieverlies. Door ventilatiesysteem C (natuurlijke aanvoer, mechanische afvoer) of D (mechanische aan- en afvoer met

warmterecuperatie) te kiezen en daarnaast een regelsysteem te voorzien dat vraag of CO₂-sturing van het ventilatiesysteem mogelijk maakt kan er op een energiezuinige manier geventileerd worden.

Om te voldoen aan de tweede stap energie gebruiken uit hernieuwbare (duurzame) bronnen, kunnen er installaties geplaatst worden om zelf hernieuwbare energie op te wekken. Dit kan worden gedaan door het opwekken van elektriciteit of warmte via zonne-energie, het plaatsen van een warmtepomp of een systeem voor warmte-koude opslag. Er kan gekozen worden om energiezuinige boilers te plaatsen: warmtepomp- of zonneboiler. Een warmtepompboiler gebruikt warme lucht uit de afgevoerde ventilatielucht (niet mogelijk bij ventilatiesysteem D met warmteterugwinning) of uit de ruimte waar de boiler staat om water te verwarmen. Een zonneboiler zet zonne-energie om in warmte om het water te verwarmen.

Als de energievraag niet gedekt kan worden door de tweede stap moet er overgegaan worden naar de derde stap, eindige (fossiele) energiebronnen efficiënt gebruiken. Dit kan gedaan worden door de technische installaties voor verwarming, sanitair warm water en eventueel ventilatie en de verlichting en elektrische toestellen zo efficiënt mogelijk te laten werken, maar er moet geprobeerd worden om deze stap te vermijden zeker in een energieneutraal gebouw.

Het verbruik voor verwarming kan beperkt worden door een zuinig verwarmingstoestel te kiezen, zoals een condensatieketel of een warmtepomp, die goed te dimensioneren en te zorgen voor een goede temperatuurregeling.

Daarnaast kan het sanitair warm water aangepakt worden. De productie hiervan kan gebeuren met hetzelfde toestel als voor de verwarming (combistoestel) of met een aparte ketel. Tevens kun je uit twee soorten kiezen: een doorstroomtoestel of een boiler. Het doorstroomtoestel is iets energiezuiniger, omdat het water daar niet op een bepaalde temperatuur gehouden wordt. Tevens is het belangrijk om de warmwaterleidingen zo kort mogelijk te houden en de leidingen die buiten het geïsoleerde deel van het gebouw liggen te isoleren, om zo te voorkomen dat het water te veel afkoelt tijdens het transport. Daarnaast kun je door een douche met warmteterugwinning en een spaardouchekop te gebruiken water en energie besparen.

Ten slotte kunnen bewoners door middel van de keuze van de verlichting en elektrische toestellen flink op hun elektriciteitsgebruik besparen. Door zuinige verlichting te voorzien en de verlichting enkel te gebruiken als je hem nodig hebt kun je veel energie en geld besparen. Ditzelfde geldt voor elektrische toestellen: door energiezuinige toestellen (A+++) te kiezen en het stand-by-verbruik te beperken kun je ook veel energie en geld besparen.

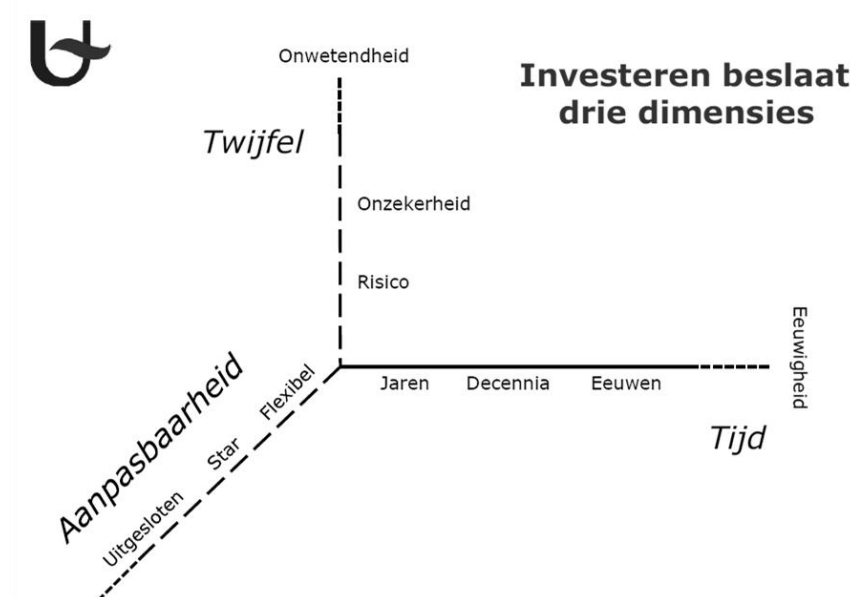
1.8 Grondig energetisch renoveren of stapsgewijs?

Nadat bepaald is welke onderdelen er aangepakt kunnen worden bij de energetische renovatie is het belangrijk om te beslissen in welke mate er gerenoveerd gaat worden. Het is duidelijk dat als we de doelstellingen van 2020 willen halen, bijna alle woningen energetisch verbeterd moeten worden. Gaan we dit realiseren door alles in een keer grondig aan te pakken of gaan we dit stapsgewijs doen?

In Utrecht is hierover een kennissessie georganiseerd [23]. Woningcorporaties kiezen momenteel vaak voor de gulden middenweg: ze laten de bestaande woningen goed isoleren en schaffen zuinige gasketels aan. Dit is al een stap in de goede richting, maar waarom pakken ze het niet meteen grondig aan? Het antwoord op deze vraag is waarschijnlijk te vinden in de economische crisis: investeringen komen namelijk onder druk te staan. Volgens Piet van der Horst, directeur vastgoed van Stadgenoot, is het sowieso verstandiger om in stappen te renoveren, omdat de prijs van duurzame opgewekte energie door innovatie de komende jaren zal gaan dalen. Hij stelt daarom voor om verder te gaan zoals de corporaties nu bezig zijn: de energievraag nu verlagen en in de toekomst de woningen verder te renoveren tot energieneutrale woningen.

Aan de ander kant hebben de woningen na de huidige renovatiestap nog relatief veel aardgas en elektriciteit van het openbare net nodig. Volgens Jan Willem van der Groep, van Platform 31, is het daarom beter om nu in één keer te renoveren naar energieneutrale woningen. Dan heb je ook maar één keer 'een korte klap'.

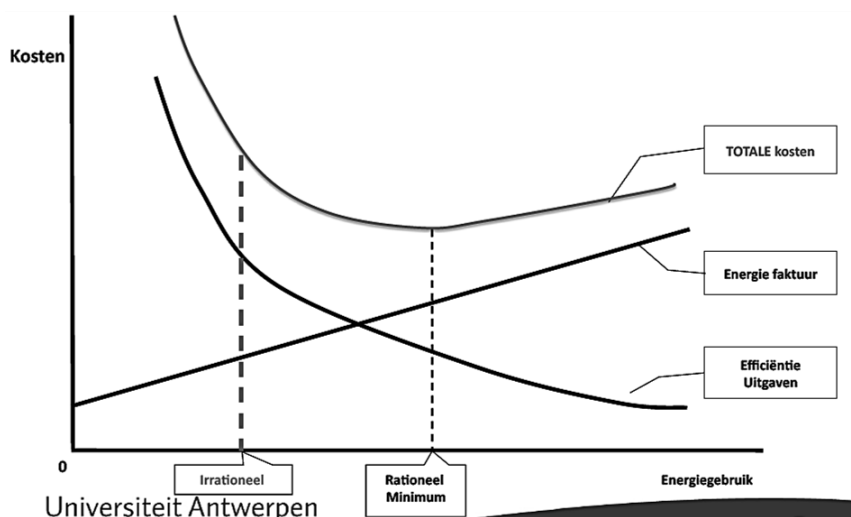
Volgens Aviel Verbruggen, energie- en milieueconoom aan de Universiteit van Antwerpen, is een kosten-batenanalyse afhankelijk van drie dimensies: tijd, twijfel en omkeerbaarheid (zie *Figuur 12*) [24].



Figuur 12 De dimensies van het investeren.

De dimensie tijd is voor het energetisch renoveren een moeilijke factor, omdat er geen bruikbare methodiek bestaat om in de verre toekomst dingen te voorspellen. De tweede dimensie, twijfel, is onderverdeeld in drie subgroepen: risico, onzekerheid en onwetendheid. Aangezien het hier over de toekomst gaat hebben we nu nog geen inzicht in wat deze groepen in de toekomst gaan brengen. De laatste dimensie, onomkeerbaarheid, geeft de mogelijkheid om de functionele werking van een systeem te behouden of te herstellen. Deze dimensie is ook weer onderverdeeld in drie subgroepen: duurtijd, kosten en substitueerbaarheid. De duurtijd kunnen we als oneindig beschouwen, aangezien het over de verre toekomst gaat. De kosten gaan over het geld dat nodig is om een verstoorde werking te herstellen en de substitueerbaarheid geeft aan hoe iets vervangen kan worden voor een gelijkaardig exemplaar. Bij energetisch renoveren is omkeerbaarheid van belang, omdat de keuzes die nu worden gemaakt met betrekking tot het niveau tot waar gerenoveerd wordt los staan van de keuzes die in de toekomst gemaakt kunnen worden. Dat is een belangrijk gegeven, aangezien we niet weten wat er in de toekomst gaat gebeuren.

Om te bepalen in welke mate we moeten gaan investeren in de energierenovatie van gebouwen moeten we volgens Aviel Verbruggen niet op zoek gaan naar een 'kosten-optimale', waarbij de laagste kosten geïnvesteerd moeten worden, maar naar een op het eerste gezicht 'irrationele' situatie waarbij je een lager energieverbruik behaalt dan bij de 'kosten-optimale' situatie door meer te investeren (zie *Figuur 13*) [25].



Figuur 13 De statische afweging van kosten.

Naast de kosten moet er namelijk ook rekening gehouden worden met de volgende aspecten, die niet uit te drukken zijn in geld. Ten eerste moet er ook gekeken worden naar een hoger comfort dat bereikt wordt door energetisch te renoveren, maar ook naar publieke waarden als het milieu en het klimaat. Het is dus belangrijk om alle baten van duurzame gebouwen te identificeren. Ten tweede moet er in plaats van in een statisch evenwicht gedacht worden aan

dynamische innovaties en rationeel energieverbruik. Er moet dus vermeden worden dat de beste oplossingen in de toekomst geblokkeerd worden. Ten derde moet er in de benadering van de levenscyclus van een gebouw rekening gehouden worden met onzekerheid en aanpasbaarheid in de toekomst. De beste keuze is om nu zo efficiënt mogelijk te kiezen, omdat je anders in de toekomst verliest.

Bij de keuze van stapsgewijs renoveren wordt er vaak gewacht op prijsverlagingen van installaties om duurzame energie op te wekken, maar zoals hierboven is aangegeven, staat er in de toekomst niets vast maar bestaat er over alles twijfel. Tevens wordt er aangehaald dat je verliest als je nu niet zo efficiënt mogelijk kiest, omdat je de duurzame energie misloopt die er in de tijd dat je wacht op de prijsverlagingen opgewekt had kunnen worden. Hierdoor laat je tevens de besparing op energiekosten schieten en verbruik je meer fossiele brandstoffen die schadelijk zijn voor het milieu. Daarnaast is er een risico dat als de woning eenmaal gerenoveerd is, er in de toekomst geen grondige renovaties meer plaats zullen vinden: het 'lock-in-effect' [26].

Bij de keuze van grondig renoveren kies je de zo efficiënt mogelijke oplossingen die er nu zijn, waardoor je ruimschoots voldoet aan de huidige energie-eisen. Als er in de toekomst door innovaties betere oplossingen zijn, moeten deze oplossingen bekeken worden, waardoor je de nodige aanpassingen kunt doen die zorgen dat je huis ook voldoet aan de in de toekomst gestelde energie-eisen. Doordat je niet weet wat de toekomst gaat brengen, kun je dus nu het beste kiezen voor de efficiëntste oplossing die er nu mogelijk is. Dan krijg je er nu namelijk een energieneutrale woning met veel comfort voor terug. Tevens heb je hierdoor een zeer lage energierekening, doordat je een groot deel van de energie en elektriciteit die je verbruikt zelf opwekt.

1.9 Aanpak verschillende grootschalige projecten in Nederland

In Nederland zijn er verschillende grootschalige energierenovatieprojecten voltooid. Door te werken met een ketenaanpak wordt er gekeken hoe energieneutraal renoveren op een zo efficiënt en goedkoop mogelijke manier aangepakt kan worden.

Keteninnovatie staat voor een nieuwe samenwerking in de bouwkolom¹. Volgens Vincent Gruis, hoogleraar Housing Management aan de TU Delft, wordt er traditioneel gewerkt met een 'doorgeefstelsel', waarbij er veel dubbel werk verricht wordt omdat iedereen over dezelfde dingen nadenkt [27]. Tevens gaat er veel informatie en kennis verloren door communicatieproblemen en worden er in het begin van het bouwproces belangrijke

¹ Verzamelnaam voor de verschillende partijen die meewerken aan het bouwproces: architect, aannemer, onderaannemer enzovoort.

beslissingen gemaakt waarbij het nuttig zou zijn om specialistische kennis aan tafel te hebben, die nu pas aan het einde van het proces betrokken wordt via de onderaannemers. Daarnaast worden er veel onnodige kosten gemaakt en is er weinig innovatie, doordat alle partijen hun deelopgave aanpakken op de door hun bekende manier. Door te werken met keteninnovatie worden alle partijen zo snel mogelijk samengebracht om zo de kennis te delen om tot betere oplossingen te komen, waardoor er met een gemeenschappelijk belang aan de opgave gewerkt wordt. Doordat alle partijen vanaf het begin samen zitten kunnen de gevolgen van de verschillende opties door elke partij bekeken worden en kunnen aan de hand daarvan gezamenlijk keuzes gemaakt worden. Hierdoor wordt het eindproduct beter afgestemd op de eigenlijke behoefte [28]. Helaas wordt er in de praktijk nog niet vaak samengewerkt met alle betrokken partijen, maar werken alleen de woningcorporatie² en de bouwbedrijven samen. Als de keten verbreedt wordt door andere partijen, zoals de toeleveranciers en de bewoners, te betrekken bij het bouwproces en mee te laten denken ontstaat er een grotere bewoner- en medewerker tevredenheid, doordat zij inspraak krijgen [29]. Tevens kunnen de doorlooptijden tussen de verschillende onderdelen worden verkort, doordat de betrokken partijen zich op elkaar af kunnen stemmen en daardoor alles elkaar snel op kan volgen. Keteninnovatie kan dus bijdragen aan duurzame woningrenovatie doordat het een bijdrage levert aan een goedkoper bouwproces en aan het vinden van innovatieve oplossingen. Hierdoor kan de investeringskost gedrukt worden, waardoor er met hetzelfde geld grotere stappen gemaakt kunnen worden.

Om een inzicht te krijgen in de verschillende werkwijzen die bij het energetisch renoveren doorlopen kunnen worden, worden er in het literatuuronderzoek hieronder zes projecten besproken. Deze projecten worden besproken op basis van de objectieve gegevens. Tevens worden er in het volgende hoofdstuk, *hoofdstuk 2*, de case studies besproken op basis van objectieve- en subjectieve gegevens. Deze gegevens heb ik verzameld door de projecten te bezoeken en door de architecten en de bewoners van deze projecten te interviewen over de energetische renovatie en hun ervaringen.

1.9.1 'Duurzaam Zwaag'

Het eerste project is in de Fruitbuurt in Zwaag (gemeente Hoorn). Deze buurt bestaat uit 280 jaren zeventig doorzonwoningen³, grotendeels koopwoningen, die energetisch gerenoveerd zijn. Het speciale aan dit project is dat enkele woningeigenaars het initiatief hebben genomen om de woningen energetisch te laten renoveren. Zij hebben daarvoor een bewonerscoöperatie

² Organisatie die sociale woningen bouwt, beheerd en verhuurd voor een betaalbare prijs.

³ Woningen waarbij de woonkamer doorloopt over de hele diepte van de woning, van de voor- tot de achtergevel, en waar in allebei de gevels ramen geplaatst zijn. Hierdoor kan de zon door de hele woonkamer schijnen.

opgericht [30]. Om zoveel mogelijk andere buurtbewoners te betrekken bij het buurtproject is er ook een 'meet sociaal pad'⁴ uitgezet. Door daarnaast samen te werken met enkele marktpartijen en de Gemeente Hoorn hebben alle bewoners van het schaalvoordeel kunnen profiteren doordat er collectief ingekocht is [31].

De manier van werken die hier is toegepast is uniek in de bouwwereld. De bewoners zijn begeleid door de marktpartijen doordat ze hun kennis over duurzame technologieën met hen gedeeld hebben [32]. De bewoners moesten eerst aangeven of ze mee wilden doen aan de energetische renovatie door een handtekening te zetten. Als ze dat hadden gedaan werd er een gesprek bij hen thuis gevoerd over wat ze zouden willen. Daarna zijn er verschillende zaken doorerekend, is er veel overlegd en zijn er daarna ideeën bedacht [33]. Alle partijen hebben zich dus voor de volle 100% ingespannen en de marktpartijen hebben op een onconventionele en zeer creatieve manier gewerkt om samen een uniek project neer te zetten. Deze speciale ketenaanpak, waarbij de bewoners en de verschillende marktpartijen samenwerken, zou ook in andere buurten en wijken gebruikt kunnen worden om deze energetisch te renoveren. Daarnaast zijn er in Nederland 150 soortgelijke wijken met ongeveer 50.000 doorzonwoningen zoals die in de Fruitbuurt, waar dezelfde energetische concepten die hier gebruikt zijn op een grootschalige manier toegepast kunnen worden. Aangezien dit project een voorbeeldproject is voor gelijkaardige wijken is er door de stuurgroep Experimenten Volkshuisvesting van het Ministerie van Binnenlandse Zaken een subsidie van 250.000 euro beschikbaar gesteld voor dit initiatief.

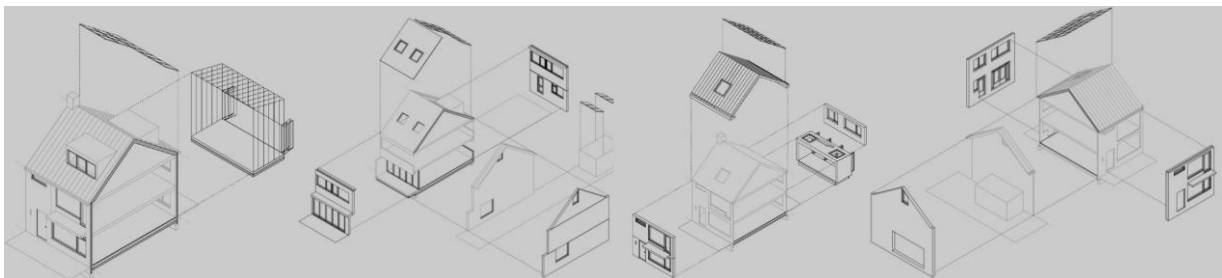
De bewoners konden kiezen of ze hun woning gedeeltelijke of grondig, energieneutraal, wilden laten renoveren. De bewoners van 24 woningen hebben hun woning tot energieneutraal laten renoveren. Zij zijn een inspiratiebron geweest voor de andere bewoners, doordat ze hebben laten zien dat het mogelijk is om onafhankelijk van de energiemaatschappij te worden en dat je daarnaast door de energiebesparing ook geld bespaard. Er zijn vier 'pakketten' met vier verschillende mogelijkheden voorgesteld waaruit de bewoners konden kiezen [34].

⁴ Manier van aanpak om zoveel mogelijk buurtbewoners te betrekken bij het renovatieproces.



Figuur 14 Drie van de vier 'pakketten' waar uit gekozen kon worden om de woningen energieneutraal te renoveren. Links het 'Ecogroei' pakket, in het midden het 'Comfortsprong' pakket en rechts het 'Slim klassiek' pakket.

Een van deze pakketten is: 'Ecogroei', waar gebruikt gemaakt is van ecologische materialen en waar aan de voorgevel een soort van kas gemaakt is (zie *Figuur 14* en *Figuur 15 de meest linkse woning*). Een ander pakket is: 'Comfortsprong', waar de woning in één keer energieneutraal gemaakt wordt (zie *Figuur 14* en *Figuur 15 de tweede woning van links*). Het derde pakket is: 'Slim klassiek', waar de woning energetisch aangepakt wordt zonder dat het uiterlijk veranderd (zie *Figuur 14 de rechtse woningen* en *Figuur 15 de een na rechtse woning*). Het laatste pakket is: 'Steeds beter', waar de woning stapsgewijs energieneutraal gemaakt wordt (zie *Figuur 15 de rechtse woning*).



Figuur 15 De concepttekeningen van de vier 'pakketten' waar uit gekozen kon worden. Van links naar rechts: het 'Ecogroei' pakket, 'Comfortsprong' pakket, het 'Slim klassiek' pakket en het 'Steeds beter' pakket.

Daarnaast konden de mensen die hun woning gedeeltelijk wilden laten renoveren kiezen welke onderdelen zij wilden aanpakken en dit aankopen door mee te doen met collectieve acties. Zo konden ze isolatie laten aanbrengen met eventueel een nieuwe gevel ervoor en zonnepanelen, een zonneboiler, een warmtepompboiler of een energiezuinige pelletkachel laten plaatsen. Door deze energiebesparende ingrepen verbetert niet enkel het wooncomfort en stijgt de waarde van de woning, maar wordt er ook een positieve bijdrage geleverd aan de wijk als geheel [35].

1.9.2 Stevenfenne te Enschede

Het tweede project is in de wijk Stevenfenne in Enschede. Deze wijk bestaat uit 117 sociale huurwoningen die energetisch gerenoveerd zijn (zie *Figuur 16*). Het bijzondere aan dit project is dat, net als in de Fruitbuurt in Zwaag, de bewoners het initiatief hebben genomen in plaats van de woningbouwcorporatie om groot onderhoud te doen aan de woningen en de woningen energetisch te renoveren. Zij zijn ook gedurende het hele proces van het ontwikkelen van het projectplan betrokken. Door het groot aantal enthousiaste bewoners is ruim 70% akkoord gegaan met de onderdelen die aangepakt zouden worden. Hierdoor is het plan voor alle label E woningen door gegaan en is het ambitieniveau van de renovatie, label B, verhoogd tot label A (zie *Figuur 3*) [36]. Hierdoor hebben de bewoners een nog comfortabelere woning met nog een lager gasverbruik gekregen als dat er in eerste instantie beloofd was [37].



Figuur 16 Het exterieur van de woning in de oorspronkelijke toestand (links) en de nieuwe toestand (rechts).

Bij de renovatie is de schil aangepakt en zijn er verschillende nieuwe installaties geplaatst. De werkzaamheden die aan de schil uitgevoerd zijn (zie *Figuur 16*), zijn het na-isoleren van het dak, het na-isoleren van de muren, het plaatsen van nieuwe kozijnen en het vervangen van het enkel glas voor HR++ beglazing [38]. De installaties die geïnstalleerd zijn, zijn een nieuwe HR ketel met een slimme energiemeter en plug en play aansluitingen. Doordat deze aansluitingen voorzien worden kunnen PV-panelen en een zonneboiler rechtstreeks aan de HR ketel aangesloten worden als bewoners voor deze optie kiezen. Er zijn ook nog overige opties die gekozen kunnen worden door bewoners en die financieel gestimuleerd worden. Deze bestaan uit het aanschaffen van energiezuinige, A+++-apparaten, thermostatische douchekraan en/of douche met warmteterugwinning en/of het laten plaatsen van vloerisolatie. Daarnaast zijn er in alle woningen vraag gestuurde ventilatieroosters geplaatst en zijn alle badkamers vernieuwd. Er zijn vier proefwoningen gerenoveerd, zodat de dingen die moeizaam verliepen aangepast konden worden voor het vervolgtraject. Hierdoor hebben de bewoners zo min mogelijk overlast ondervonden. Ze konden gedurende de werkzaamheden thuis blijven

wonen, doordat er geprobeerd werd de meeste spullen alleen af te dekken en de spullen die tijdelijk uit huis moesten in een opslagcontainer bij de woning te plaatsen. Daarnaast werd er een mobiele badkamer bij het huis gezeten werd er geprobeerd om de woning aan het einde van de dag, als de bewoners thuis kwamen, goed bewoonbaar te maken. Degene die overdag niet in hun huis dat gerenoveerd werd wilden verblijven kon naar een speciale 'huiskamerwoning' gaan die voorzien was van meubels, een televisie en een keuken [39]. Hierdoor hoefden de bewoners niet te verhuizen naar een wisselwoning, maar konden ze in hun eigen vertrouwde omgeving blijven.

1.9.3 Groene ster project te Amsterdam

Het derde project is één gebouw uit 1962 in de Gorontalostaat in de Indische buurt in Amsterdam – Oost (zie *Figuur 17*). Voor de renovatie waren er 62 huurwoningen in dit gebouw ondergebracht [40]. Doordat de gerenoveerde woningen ook vergroot zijn, worden er nu nog maar 42 huurwoningen in het gebouw ondergebracht zijn. Daarnaast zijn er in de plint van het gebouw 4 bedrijfsruimten ondergebracht ter ondersteuning van de buurt en die tegelijkertijd zorgen dat er meer mensen naar het plein komen [41].



Figuur 17 Het exterieur van het gebouw aan de Gorontalostaat in Amsterdam.

Het gebouw is uitgekozen als 'Groene ster project' door de woningcorporatie. Dat wil zeggen dat dit een pilootproject is waar zo energiezuinig mogelijk gerenoveerd wordt, waardoor energielabel A behaald wordt. Dit is een uitzondering op de doelstelling van de woningcorporaties om tot label B te renoveren. De bedoeling van dit project is om het uitgebreid te evalueren, de gebruikerscijfers regelmatig te bekijken en de ervaringen die hier opgedaan worden te gebruiken bij andere projecten in de toekomst om deze zo duurzaam mogelijk energetisch te renoveren op een zo efficiënt mogelijk manier, ook wat betreft kosten [42]. Het is dus een leerzaam project waar alle betrokken partijen waardevolle nieuwe inzichten verwerven om zo gezamenlijk betere en verantwoorde projecten te kunnen creëren.

Om te voldoen aan de hoogste eisen van energiebesparing worden er naast het

plaatsen van isolatie verschillende technieken gebruikt. Op het dak wordt naast extra isolatie sedumbepanting aangebracht om fijnstof en water op te nemen. Daarnaast worden er op het dak zonnecellen geplaatst om energie voor een warmtepomp op te wekken die warmte uit de ventilatielucht haalt. Tevens worden er zonneboilers geplaatst voor de woningen op de bovenste verdiepingen om te zorgen dat ze een zo laag mogelijke energiefactuur hebben

1.9.4 'De Kroeven' te Roosendaal

Het vierde project is in de wijk 'Kroeven' in Roosendaal. Er zijn 246 huurwoningen uit de jaren zestig gerenoveerd zijn volgens het passiefhuis-principe (zie *Figuur 18*) [43]. Dit was de eerste keer dat dit op zo'n grote schaal in Nederland gebeurd is en waar de bewoners bovendien thuis konden blijven wonen. Het doel van de renovatie was om energielasten aan te pakken, omdat de energielabels van de oorspronkelijke woningen heel slecht waren: F en G. De woonlasten voor de bewoners worden constant gehouden, doordat de bewoners de huidige totale woonlasten, huur en energiefactuur, betalen aan de woningcorporatie en hierdoor niet meer afhankelijk zijn van energieprijsstijgingen. Nu hebben de woningen, door de energetische renovatie, het beste energielabel: A++. Daarnaast kon de indeling van de woningen aangepakt worden en zijn de gevels vernieuwd. Er is gekozen voor een deel bepleisterde gevels en een deel leistenen gevels [44]. Door deze nieuwe gevels heeft de wijk een hele andere uitstraling gekregen. Daarnaast zijn er ook 102 nieuwe passiefhuizen gebouwd [45].



Figuur 18 Het exterieur van de woningen in de oorspronkelijke toestand (links) en de nieuwe toestanden met ofwel een gepleisterde gevel (midden) of een met leisteen bedekte gevel (rechts).

In dit project is gewerkt met twee verschillende manieren van aanpak: een traditionele en een aanpak met zoveel mogelijk prefab elementen. De woningen met leistenen gevels zijn op een traditionele wijze gerenoveerd door de gevel aan de buitenzijde in te pakken met isolatie [46]. Deze werkzaamheden duurde ongeveer vier tot vijf weken per woning, afhankelijk van de uitloop op de planning. De woningen met de bepleisterde gevels zijn door het toepassen van de innovatieve aanpak met zoveel mogelijk prefab elementen binnen drie weken gerenoveerd. De renovatiesnelheid was bij deze aanpak dus hoger en daarnaast hadden deze bewoners veel minder last van overlast. Voor de innovatieve aanpak zijn verschillende gespecialiseerde onderaannemers aangesteld die vanaf het begin van de uitvoeringsfase betrokken zijn

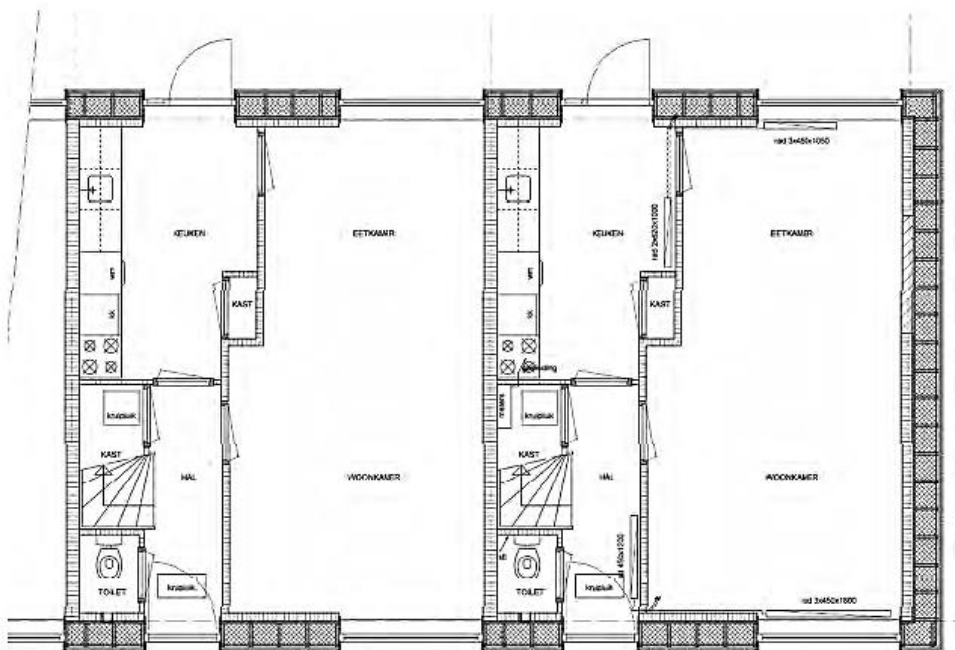
geweest en mee hebben gedacht over de eindoplossing. De voorbereidingstijd van de ketenaanpak zal dus langer geweest zijn dan de traditionele aanpak, maar het is onbekend hoelang doordat er geen reactie van de uitvoerende partijen is gekomen naar aanleiding van de gestelde vraag. Bij de ketenaanpak was de communicatie belangrijk: openheid en maximale transparantie tussen de verschillende partijen. Tevens moesten alle partijen zichzelf ondergeschikt maken om het gemeenschappelijk doel na te streven [47]. Door deze manier van ketensamenwerking wordt er kennis opgedaan door alle partijen. Deze kennis kan door de verschillende uitvoerende partijen in de toekomst ingezet worden bij andere projecten, doordat ze de manier van aanpak die ze bij 'de Kroeven' gebruikt hebben samen verder doorontwikkeld hebben tot een breder toepasbaar concept voor andere wijken. Het grootste voordeel van de samenwerking tussen de uitvoerende bedrijven was de snelle renovatiesnelheid. In de eerste week werden voorbereidingen getroffen voor de aankomende werkzaamheden. De volgende vijf dagen stonden in het teken van de vervanging van de volledige schil van een woning. Op de eerste dag werd de buitenmuur verwijderd. De twee dagen daarna werd de bestaande fundering aangepast. De vierde dag werden de installaties afgekoppeld en op de vijfde dag werden alle kozijnen en het dak verwijderd. Deze werden direct vervangen voor nieuwe prefab houtskeletbouw gevels en dak, zodat de woning maar één dag open lag. Na deze vijf dagen was er nog een week nodig voor de resterende werkzaamheden, zoals de gevelafwerking [48]. De renovatie is dus uitgevoerd in totaal 19 dagen, wat volgens de samenwerkende partijen volgende keer in 14 dagen of zelfs minder zou kunnen. Er is nu namelijk een hoop tijd verloren met het uittesten hoe de maatvastе prefab panelen het beste aan de minder maatvastе bestaande casco's vastgemaakt konden worden. Tevens was het zoeken naar welke soort tapes en PUR isolatie er het beste gebruikt konden worden om snel te kunnen werken. Daarnaast zouden bij een volgend project de kosten nog omlaag kunnen. De renovatiekosten tot passiefbouw zijn nu per woning circa 100.000 euro geweest, wat in de vergelijking met renovatie tot label B, 60.000 - 75.000 euro, vrij veel is. Daar tegenover staat wel een betere energieprestatie: bij label B is het energieverbruik 1,06-1,30 MJ/m², terwijl het bij label A++ maximaal 0,50 MJ/m² is (zie *Figuur 3*). Het energieverbruik is nu dus circa 42% van het verbruik dat het zou zijn als de woningen tot label B genoveerd waren, maar de kosten zijn ook een stuk hoger: ongeveer 46%. De verhouding tussen de investeringskosten en de energiebesparing blijft dus ongeveer gelijk en nu zijn de woningen ineens heel erg goed aangepakt. De energiebesparing is nu circa 65 euro per maand per woning. Deze wordt aan de huurder doorgerekend doordat de huurprijs met dit bedrag gestegen is [49], dus de woonlasten voor de huurder blijft gelijk. Wat de huurders hiervan vinden is onbekend. Wat wel duidelijk is, is dat de woningcorporatie op deze manier de investering in de energetische renovatie kan terugverdienen. De terugverdientijd is wel erg

lang: bij een energiebesparing van 65 euro per maand en een investering van 100.000 euro duurt het ongeveer 128 jaar voordat de investering is terugverdiend.

De onderdelen die aangepakt zijn, zijn dus het vervangen van de hele schil en het plaatsen van technische installaties: zonneboiler, warmtekuudeopslag en warmteterugwinning [50]. De prefab schil bestond uit vier delen voor de gevels (zie *Figuur 19*) en vier voor het dak. Het zijn dampopen en luchtdichte houtskeletbouw panelen die gevuld zijn met cellulose isolatie (zie *Figuur 20*).



Figuur 19 Plaatsen van een van de vier prefab gevelpanelen.



Figuur 20 Grondplan van een hoekwoning en een rijwoning met de nieuwe houtskeletbouwwand en een gepleisterde gevelafwerking.

1.9.5 Schilderskwartier te Apeldoorn

Het laatste project bevindt zich in de volksbuurt 'het Schilderskwartier' in Apeldoorn [51]. Deze buurt bestaat uit 188 sociale huurwoningen uit 1951 die energetisch gerenoveerd zijn (zie *Figuur 21*), omdat ze in matige staat zijn en niet meer voldoen aan de hedendaagse eisen. Er is tevens een rommelig achtergebied ontstaan doordat veel bewoners zelf aan de achterzijde van de woning een aanbouw gemaakt. Daarnaast hebben de huizen gemiddeld een energielabel F, waardoor de gemiddelde energierekening €180 per maand bedraagt. Door energetisch te renoveren wordt het energiegebruik en daarmee ook de energiekosten gereduceerd en kan de levensduur van de woningen worden verlengd met 40 jaar. Door de bewoners evenveel voor hun huur en energie te laten betalen als ze nu betalen kan het verschil tussen deze bedragen gebruikt worden voor deze investering. De bewoners zullen hierdoor minder afhankelijk zijn van energieprijsstijgingen en krijgen daarnaast een comfortabele woning.



Figuur 21 Het exterieur van de woning in de oorspronkelijke toestand (links) en de nieuwe toestand (rechts).

Om tot een succesvolle renovatieaanpak te komen is er gewerkt met een integrale aanpak, waar het onder andere gaat om samenwerking en vertrouwen tussen de verschillende partijen. Er is een intensief co-creatie traject gestart om de beschikbare kennis en de innovatiekracht van de betrokken partijen te gebruiken. De corporatie heeft met verschillende marktpartijen en bewoners samengewerkt om mogelijke oplossingen te zoeken voor de behoefte van de bewoners en een groter draagvlak onder bewoners te creëren. Door enthousiaste bewoners is er vervolgens aan de corporatie gevraagd om alle woningen energieneutraal te maken in plaats van het renoveren tot energielabel B, maar na hiervoor geschikte bouwpartijen gevonden te hebben die verschillende concepten voorgesteld hebben is dit niet doorgegaan aangezien slechts 40% van de bewoners dit wilden. Er is uiteindelijk grotendeels gerenoveerd tot het reguliere renovatielabel B en op kleine schaal is er geëxperimenteerd met energieneutrale renovatie, aangezien 60% van de bewoners een label B renovatie wilden. Het

geringe enthousiasme in de energieneutrale renovatie is waarschijnlijk te wijten aan de communicatie: in het begin was het proces heel open naar de bewoners toe, terwijl de corporatie later de voorkeur gaf voor de goedkoopste aanpak die niet overeenkwam met de wensen van een deel van de bewoners. Om een innovatief concept voor de label B renovatie te ontwikkelen is er gekozen om een open oproep aan de renovatiepartners te doen op basis van enkele uitgangspunten. Hierna is er een selectieronde georganiseerd waar drie uitvoerende partijen uitgekozen zijn om een concept uit te werken waarbij ze hun creativiteit optimaal konden benutten en konden laten zien wat ze in huis hebben. Vervolgens is, uit deze drie concepten, het concept gekozen dat met een plan kwam dat het dichtst bij het financiële gestelde kader lag. De investeringskosten voor het energetische deel van de renovatie moesten de renovatiepartners zelf verzamelen bij de bewoners. Er is daarom gekozen om een bedrijf op te richten waarin het geld van alle bewoners hun reguliere energierekening komt om met dit geld het energetische deel van de renovatie te betalen.

Bij de renovatie is de schil aangepakt en zijn er verschillende installaties geplaatst. De onderdelen van de schil die geïsoleerd zijn, zijn de gevels, vloeren en daken. Daarnaast zijn er nieuwe kozijnen geplaatst en wordt de beglazing vervangen door HR++ beglazing. Aan de binnenzijde van de wanden is er ook nog isolatie geplaatst en een verwarmingssysteem. De installaties die geïnstalleerd zijn, zijn een luchtwarmtepomp, een ventilatiesysteem type D met warmteterugwinning en fotovoltaïsche panelen op het dak. Naast deze energetische ingrepen zijn de keuken, de douche en het toilet gerenoveerd.

1.9.6 Conclusie

Kijkend naar de zes projecten die hierboven besproken zijn kan er geconcludeerd worden dat er verschillende werkwijzen toegepast worden (zie *Figuur 22*). In de projecten 'Duurzaam Zwaag' en 'Stevenfenne te Enschede' hebben de bewoners zelf het initiatief voor het energetisch renoveren genomen. Zij zijn naast de verschillende marktpartijen ook gedurende het hele proces betrokken. Er is in deze projecten dus gewerkt met een ketenaanpak waar de bewoners ook deel van uit hebben gemaakt. In het project 'Schilderskwartier te Apeldoorn' hebben de bewoners ook met verschillende marktpartijen samengewerkt in een co-creatie traject. Het verschil met de twee vorige projecten is dat de bewoners hier niet het initiatief hebben genomen. In het project 'De Kroeven te Roosendaal' hebben er verschillende gespecialiseerde onderaannemers op een transparante manier samengewerkt vanaf het begin van de ontwerpfase om de kennis te delen. Hier is dus ook gewerkt met een ketenaanpak, maar enkel met professionelen en dus zonder bewoners. In het 'Groene ster project te Amsterdam' hebben alle betrokken partijen ook samengewerkt om gezamenlijk een goed resultaat te bereiken, maar het is niet duidelijk of dat gedurende het hele proces gebeurd is of

enkel in de uitvoeringsfase. Tevens zijn de bewoners niet in het proces betrokken. Het speciale aan dit project is dat er veel aandacht besteed wordt aan de na-evaluatie: de verbruikerscijfers worden regelmatig bekeken.

In drie van de vijf projecten wordt er dus gewerkt met een ketenaanpak en in een van de projecten met een co-creatie traject. Bij drie van de vijf projecten worden de bewoners in het proces betrokken (bij twee projecten zijn de bewoners tevens de initiatiefnemers), waardoor er een groter draagvlak gecreëerd wordt onder de bewoners. Hierdoor wordt er ook geprobeerd om een grotere bewonerstevredenheid te realiseren.

Project	Woningtype	Bouwjaar	Initiatiefnemers	Manier van aanpak	Energielabel voor	Energielabel na
Duurzaam Zwaag	rijwoning	1970	woningeigenaars	meet sociaal pad + k	onbekend	afh. keuze pakket
Stevenfenne - Enschede	rijwoning	onbekend	woningeigenaars	ketenaanpak	E	A
Groene ster project - Amsterdam	appartementengebouw	1962	woningcorporatie	samenwerking partijen - hele	onbekend	A
De Kroeven - Roosendaal	rijwoning	1960	woningcorporatie	ketenaanpak uitvoering	F & G	A++ (passiefhuis)
Schilderskwartier - Apeldoorn	rijwoning	1951	woningcorporatie	co-creatie traject	F	B (paar energieneutraal)

Figuur 22 Overzicht woningtypes, bouwjaar of –periode, de initiatiefnemers, de manier van aanpak en het energielabel voor – en na de renovatie van de verschillende grootschalige projecten.

Als we vervolgens kijken naar de onderdelen die aangepakt zijn in de verschillende projecten (zie *Figuur 23*), blijkt dat in alle projecten de schil (muren, vloer, dak/verdiepingsvloer en vensters) volledig aangepakt is bij het standaardrenovatiepakket of dat het mogelijk was om dit te doen afhankelijk van de keuze van het renovatiepakket bij ‘Duurzaam Zwaag’. Opvallend is dat er alleen bij ‘de Kroeven te Roosendaal’ vermeld wordt dat bij het deel van de woningen die bepleisterd zijn rekening is gehouden met de luchtdichtheid aangezien hier nieuwe prefab elementen voor de bestaande constructie geplaatst zijn. In de rest van de projecten wordt nergens gesproken over luchtdichtheid, dus wordt daar waarschijnlijk geen aandacht aan besteedt. Daarnaast blijkt dat de keuze voor technische installaties (voor hernieuwbare energie, verwarming, sanitair warm water en ventilatie) bij de meeste projecten maar gedeeltelijk of niet opgenomen is in het standaardrenovatiepakket. Het is bij ‘Duurzaam Zwaag’ en ‘Stevenfenne te Enschede’ wel mogelijk om zonnepanelen voor hernieuwbare energie en een zonneboiler voor het sanitair warm water te krijgen, maar dan is het als keuze-optie wat resulteert in extra kosten.

Project	Aangepakte onderdelen								
	Dak /		Hernieuwbare			Verwarmings- Sanitair			Ventilatiesysteem
	Muren	Vloer	Verdiepingsvloer	Vensters	Luchtdichtheid	energie	toestel	warm water	
Duurzaam Zwaag	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗
Stevensfenne - Enschede	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Groene ster project - Amsterdam	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓
De Kroeven - Roosendaal	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓
Schilderskwartier - Apeldoorn	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓

Figuur 23 Overzicht aangepakte onderdelen van de verschillende grootschalige projecten. Zwarte kleur betekend dat in alle woningen dat onderdeel wel of niet aangepakt is, terwijl de grijze kleur aangeeft dat het bij een deel van de woningen aangepakt is aangezien het een keuze optie is.

1.10 Aanpak verschillende kleinschalige projecten in Vlaanderen

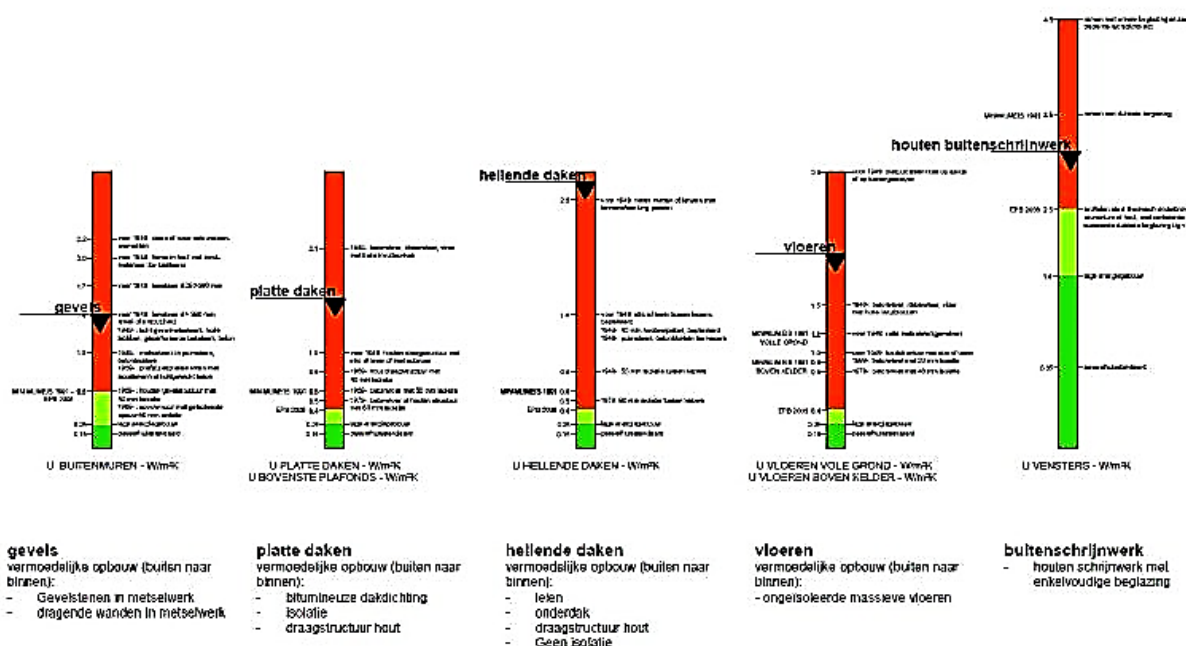
Op dit moment zijn er verschillende kleinschalige energierenovatieprojecten in Vlaanderen aan de gang, waar bouwpartners in samenwerking met universiteiten aan het kijken zijn hoe energetisch renoveren op een efficiënte manier aangepakt kan worden. Om een inzicht te krijgen in de verschillende processen die hier doorlopen worden, worden er drie projecten besproken.

1.10.1 Futur Fantastic

Het eerste project is een vrijstaand huis in de Schoonselhoflei in Antwerpen dat energetisch gerenoveerd wordt [52]. Het hele proces is te volgen via de website en blog waar alle beslissingen die worden genomen worden vermeld. Dit kan dienen als inspiratie voor mensen die hetzelfde met hun eigen woning willen doen. Het project is een initiatief van verschillende firma's die deel uitmaken van de Saint-Gobain groep om te laten zien dat het nu al mogelijk is te voldoen aan de doelstelling voor 2020: bijna-energieneutraal. De optie om te renoveren tot een passiefhuis is ook bekeken, maar dit bleek niet haalbaar waardoor het ambitieniveau is bijgesteld tot bijna-energieneutraal. Tevens wordt er op de website informatie gegeven over de manieren waarop de onderdelen aangepakt kunnen worden voor mensen die hun woning energetisch willen laten renoveren.

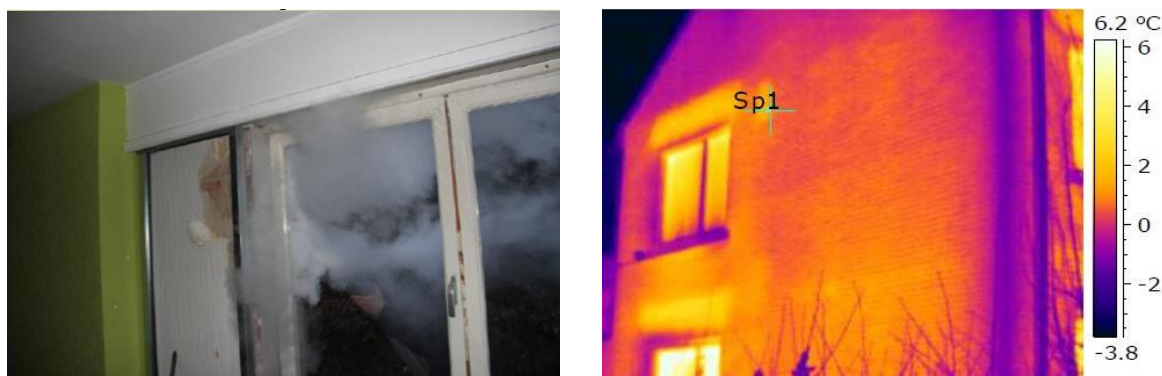
De optie die als eerste bekeken is, is renoveren tot passiefhuisniveau. Om te renoveren tot dit niveau is het belangrijk om een architect te zoeken die ervaring heeft met passief bouwen. In dit project hebben de bewoners daarom gekozen voor denc!-studio, aangezien zij het architectenbureau zijn die het eerste erkende passiefhuis in Vlaanderen gebouwd hebben en jaren ervaring hebben met passiefhuizen. De architect heeft voorgesteld om als eerste een aantal onderzoeken te doen om meer te weten te komen over de huidige situatie van de woning. Als eerste is er een PHPP-berekening, een passiefhuisprojectie, gemaakt door technische experts om een inzicht te krijgen in de bestaande situatie en te weten te komen

waar het meeste werk in gestoken moet worden. Uit deze PHPP-berekening is gebleken dat alle gebouwcomponenten een hoge U-waarde of wel een slechte energetische waarde hebben, omdat alle waarde zich in het oranje gebied bevinden (zie *Figuur 24*).



Figuur 24 Het resultaat van de PHPP-berekening geeft een inzicht in de energetische situatie van de bestaande woning.

Vervolgens is er een luchtdichtheidstest gedaan om inzicht te krijgen in hoe luchtdicht de woning is. Tijdens deze test is de woning in over- en onderdruk gebracht om met rook de luchtlekken zichtbaar te maken. Uit deze test bleek dat vooral de aansluiting tussen de ramen en de muren en de rolluikbakken luchtlekken zijn (zie *Figuur 25- links*). Daarnaast is er nog een thermo-grafisch onderzoek gedaan om te kijken waar de meeste warmte ontsnapt. Op de thermo-grafische foto is te zien dat er door de hele gevel warmte ontsnapt (zie *Figuur 25 - rechts*). Dit is ook logisch aangezien de spouwmuur van de woning niet geïsoleerd zijn en de ramen enkelglas bevatten.



Figuur 25 Tijdens de luchtdichtheidstest zijn de luchtlekken zichtbaar (links). Op de thermo-grafische foto is het warmteverlies door de hele gevel zichtbaar (rechts).

Daarnaast zijn er nog geluidsmetingen gedaan om de geluidsoverdracht tussen binnen en buiten is en ook tussen de begane grond en de verdieping te analyseren. Hieruit blijkt dat er vooral op zolder veel last is van buitengeluiden en dat je de voetstappen op de verdiepingsvloer beneden hoort. Het geluidsccomfort is dus ook niet goed. Op basis van de resultaten van de vier onderzoeken is er besloten om de complete gebouwschil te isoleren (de vloeren, muren, ramen en het dak). Naar aanleiding van de gemaakt voorontwerpen en de ramingen blijkt dat het helaas heel moeilijk wordt om te renoveren tot passiefhuisniveau, omdat het duur zou zijn om alles te isoleren tot op een hoog niveau. Daarnaast is het aandeel van de ramen per oriëntatie niet ideaal, want op het zuiden zijn vrij weinig ramen en op het noorden te veel ramen voor een passiefhuis. Hierdoor wordt het ambitieniveau bijgesteld naar een zeer energiezuinige en duurzame renovatie die betaalbaar is: bijna-energie neutrale woning. De kostprijs voor de renovatie tot dit niveau bedraagt 275.000 euro exclusief BTW en het ereloon van de architect [53]. De architect heeft berekend welke maatregelen er genomen moeten worden om het doel, een bijna-energie neutrale woning, te bereiken. Ten eerste moet de buitengevel geïsoleerd worden door alle spouwen die 5 cm zijn te isoleren met glaswolvlokken. Daarnaast wordt er aan de binnenzijde van de buitenmuur bijkomend geïsoleerd door middel van een voorzetwandensysteem met 12 cm isolatie. Hier wordt een dampscherm tegen geplaatst ter voorkoming van condensatie en schimmelvorming. Ten tweede zijn alle houten raamprofielen met enkel glas vervangen door super isolerende aluminium raamprofielen met verschillende types beglazing afhankelijk van de oriëntatie. Op het noorden wordt hoogrendementsbeglazing geplaatst en op het zuiden driedubbelglas met hoge zontoetreding, om de hoeveelheid passieve zonnewarmte en licht te maximaliseren. De grootte van enkele gevelopeningen wordt bijgewerkt en voor de rest behoudt de woning het bestaande uitzicht. Ten derde is er polyurethaan gespoten in de kruipkelder en tegen de onderzijde van de begane grondvloer. Ten vierde wordt het dak geïsoleerd met 30 cm minerale wol die gedeeltelijk tussen de bestaande kepers wordt geplaatst (6 cm) en gedeeltelijk onder de bestaande constructie (24 cm). Het geheel wordt luchtdicht afgewerkt. Ten vijfde wordt er hernieuwbare energie opgewekt door middel van zonnepanelen en een warmtepomp. De warmtepomp is aangesloten op vloerverwarming om samen te zorgen voor de verwarming van de woning. Daarnaast is er ook nog een ventilatiesysteem D met warmteterugwinning geplaatst. Naast deze energiebesparende maatregelen worden er demonteerbare scheidingswanden geplaatst die het geluid tussen de verschillende ruimtes gaan dempen en die zorgen dat de ruimtes flexibel gebruikt kunnen worden. Het resultaat dat met de energetische renovatie bereikt wil worden is hieronder te zien (zie *Figuur 26*).



Figuur 26 Het exterieur van de bestaande woning (bovenste foto's), een impressie van het gerenoveerde exterieur (linksonder) en het uiteindelijke resultaat (rechtsonder).

Uit de berekeningen die de architect gemaakt heeft op basis van de hierboven beschreven energiebesparende maatregelen volgt dat het huidige verbruik van ongeveer $150 \text{ kWh/m}^2/\text{jaar}$ voor verwarming gaat zakken naar $53 \text{ kWh/m}^2/\text{jaar}$. Doordat het verbruikt met circa 65 % wordt gereduceerd kan dit geringe verbruik opgewekt worden met de zonnepanelen die gekoppeld zijn aan de warmtepomp. Tevens wordt hiermee de energie gedekt die nodig is voor de productie van het warm water, 240 kWh/jaar . Het energieverbruik van elektrische apparaten en verlichting is dus de enige energiebehoefte die ze niet zelf opwekken en waarvoor ze nog een energiefactuur krijgen.

Om te kijken hoe luchtdicht de woning na alle werkzaamheden is, is er een blowerdoortest uitgevoerd. Het resultaat van de blowerdoortest was zeer positief: $1,062 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ bij $v50$. Voor een gerenoveerde woning is dit zeker een zeer goede waarde. Dit project bewijst dus dat het nu al mogelijk is om van een woning zonder isolatie en met spleten en kieren een goed geïsoleerde en luchtdichte woning te maken, waardoor veel energie bespaard kan worden en die voldoet aan de huidige comforteisen.

1.10.2 Project Spiere van Renovatieoplossingen

Het tweede project is een vrijstaand huis uit circa 1900 in Spiere dat energetisch gerenoveerd is tot een lage energie woning [54]. Het hele proces is te volgen op de website en blog waar alle stappen die gezet worden besproken worden. Het project is een initiatief van de firma Wienerberger om inzicht te krijgen in de effecten van een grondige schilrenovatie op het comfort en het energieverbruik en om te onderzoeken op welke manier bouwknopen aangepakt kunnen worden en welke luchtdichtheid haalbaar is. Om het effect dat behaald is door de renovatie voor deze verschillende criteria zichtbaar te kunnen maken wordt het project voor en na de renovatie gemonitord. De relatieve vochtigheid en de temperatuur worden op verschillende tijdstippen gemeten, het energieverbruik wordt door de bewoners bijgehouden door elke week de meterstanden te noteren, er worden infraroodopnamen gemaakt en enkele blowerdoortesten uitgevoerd. Ten slotte wordt er ook aandacht besteed aan de financiële kant van het verhaal door te kijken naar de stapsgewijze verbetering van het E-peil en de kosten die daarmee gepaard gaan

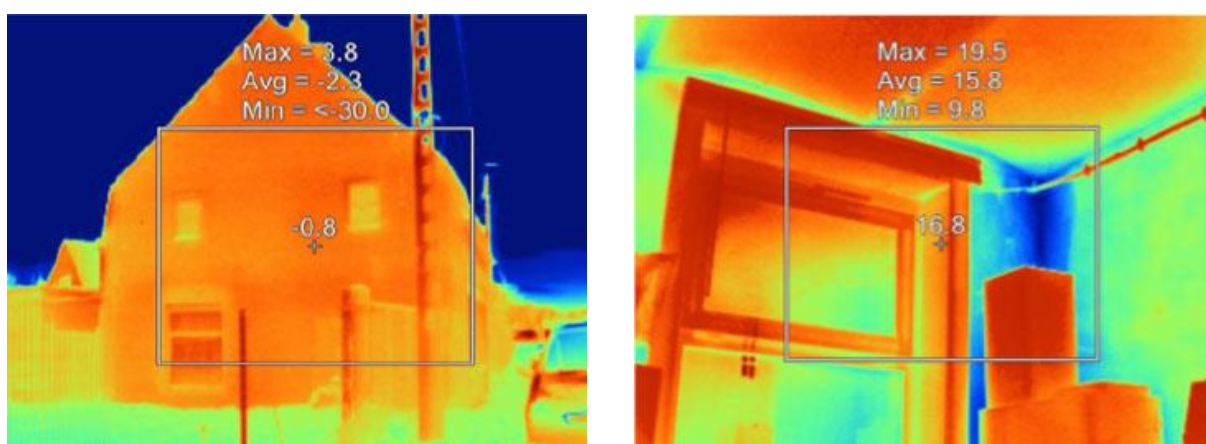


Figuur 27 Het exterieur van de bestaande woning voor en na de renovatie.

Het bestaande huis voldoet niet aan deze tijd wat betreft de energetische prestaties. De volledig schil is niet geïsoleerd, waardoor de bewoners last hebben van schimmel en vanwege het opstijgend vocht ook van vochtproblemen. Daarnaast worden enkel de woonkamer en de badkamer verwarmd en de rest van de woning niet. De woonkamer wordt verwarmd door middel van een houtkachel en radiatoren die aangesloten zijn op een hoogrendementsketel en de badkamer wordt verwarmd door een petroleumbrander. Daarnaast voldoet de woning ook niet meer aan de esthetische eisen van deze tijd, waardoor de woning zowel energetisch als esthetisch gerenoveerd is.

Om te beginnen wordt de bestaande draagstructuur bekeken. Deze blijkt vanuit technisch oogpunt goed, waardoor deze behouden kan blijven. Doordat de bouwheer enerzijds enkele authentieke elementen wil behouden, zoals de gewelven, de hoge verdiepingsruimte

en het volume onder het mansardedak, en anderzijds de woning een andere uitstraling wil geven wordt er gekozen om de isolatie langs buiten te plaatsen. De bouwheer wilde het bestaande volume behouden, waardoor er gekozen is voor kleipannen om de gevel te bedekken en kleidakpannen voor op het dak die het bestaande volume accentueren. Doordat deze materialen naadloos op elkaar aangesloten worden vormt het een mooi geheel (zie *Figuur 27*). Tevens kan één aannemer, de dakdekker, zowel de gevel als het dak aanpakken wat resulteert in een snelle afwerking. Vervolgens worden er, aan de hand van thermo-grafische foto's, besloten welke energetische maatregelen er getroffen gaan worden om het doel, een lage energiewoning, te bereiken. Op de ene thermo-grafische foto (zie *Figuur 28 - links*) is te zien dat er door de gehele gevel veel warmte ontsnapt. Dit resultaat was te verwachten, aangezien de hele woning niet geïsoleerd is en dat er ook geen goed isolerend schrijnwerk aanwezig is. Tevens is op de andere thermo-grafische foto (zie *Figuur 28 – rechts*) te zien dat de oppervlaktetemperatuur in de hoek veel lager is dan de rest van de oppervlaktetemperaturen daar omheen, wat betekent dat er in de hoek een groot risico op schimmel is. Dit komt overeen met de klachten van de bewoners die last van schimmel hadden.

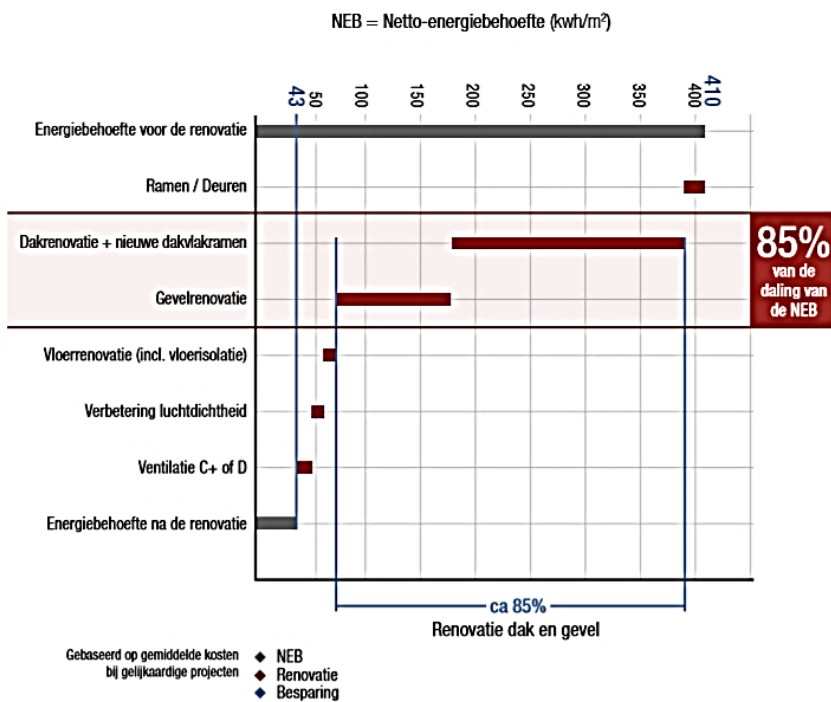


Figuur 28 Twee thermo-grafische foto's. Doordat de woning niet geïsoleerd is ontsnapt er door de hele gevel warmte (links). In de hoek is er schimmel doordat de oppervlaktetemperatuur daar veel lager is dan daaromheen (rechts).

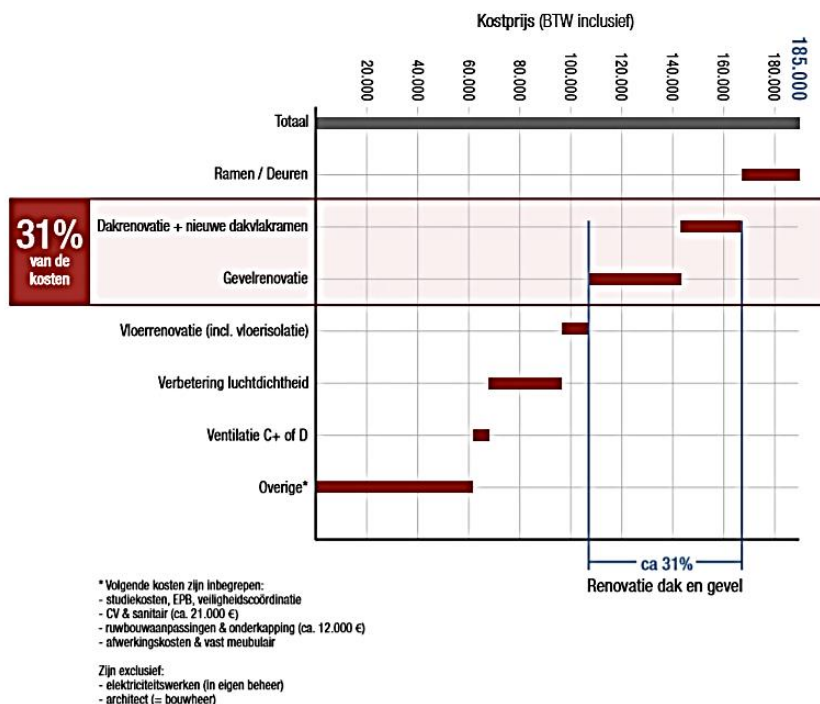
De energetische maatregelen die genomen worden zijn: het isoleren van de gehele woning met PUR aan de buitenzijde van de bestaande constructie, het vervangen van het schrijnwerk, onderkappen van de muren en het plaatsen van een vochtkering tegen het opstijgend vocht en het plaatsen van ventilatiesysteem type C. De dikte van het gevel- en het dakisolatiepakket is 20cm en de vloer wordt na het uitbreken van de bestaande vloer geïsoleerd met twee verschillende diktes: het deel op volle grond 10 cm en het deel boven de kelder 3 cm. De kelder wordt dus buiten het beschermde volume gehouden.

Er is een kosten/batenanalyse uitgevoerd waar per stap bekeken is welke energetische

winsten er behaald zijn en welke kostprijs daaraan verbonden is. De kosten die in rekening gebracht zijn, zijn de reële kosten aangezien die gebaseerd zijn op de prijzen die vermeld staan op de facturen [55]. De netto-energiebehoefte is berekend door middel van de EPB-software, maar de woning wordt 6 maanden gemonitord om ook de reële netto-energiebehoefte te kennen en deze te kunnen vergelijken met de berekende waarden. Deze gegevens zijn echter nog niet beschikbaar, aangezien er nog volop gemonitord wordt. Als we kijken naar het aandeel van de gevelisolatie en de dakisolatie op de totale berekende netto-energiebehoefte blijken deze maatregelen goed te zijn voor 80% van de daling: van 390 naar 79 kWh/m² ten opzichte van de verbetering van 410 naar 43 kWh/m² (zie *Figuur 29*). Als we vervolgens naar de kosten kijken, zien we dat de kosten voor de renovatie van de gevels en het dak neerkomen op 31% van de totale renovatiekosten: 60.000 euro van de 185.000 euro (zie *Figuur 30*). Kijkend naar de bovenstaande cijfers is te concluderen dat de eerste stap die bij een energetische renovatie het beste gezet kan worden het isoleren van de gebouwschil. Dit komt overeen met het Trias Energetica principe dat in het literatuuronderzoek besproken is bij de verschillende onderdelen die aangepakt kunnen worden. De temperatuur, de relatieve vochtigheid en het energieverbruik zullen gedurende een langere periode gemonitord worden om gegevens te verzamelen omtrent het wooncomfort en het energieverbruik. Kijkend naar het eindresultaat van de renovatie blijkt dat een vrijstaande woning uit 1900 in 9,5 maand na de start van de werken omgetoverd is tot een woning met hedendaagse uitstraling. De berekende netto-energiebehoefte is door de renovatie gedaald van 410 kWh/m² tot 43 kWh/m² (zie *Figuur 29*), een daling van bijna 90%, voor de kostprijs van 185.000 euro inclusief BTW (zie *Figuur 30*).



Figuur 29 De netto-energiebehoefte is door de renovatie gedaald van 410 kWh/m² tot 43 kWh/m². Het grootste aandeel, 80%, van deze daling is te danken aan het plaatsen van de gevel- en dakisolatie.



Figuur 30 De kostprijs van de totale energetische renovatie bedraagt 185.000 euro inclusief BTW. De gevel- en dakisolatie bedragen samen 31% van dit totaalbedrag: 60.000 euro.

1.10.3 Project Mechelen van Renovatieoplossingen

Het derde project dat besproken wordt is een rijwoning uit 1952 in Mechelen die energetisch gerenoveerd wordt (zie *Figuur 31*) [56]. Het hele proces is, net als het vorige project in Spiere,

te volgen op de website en blog waar alle stappen die gezet worden besproken worden om de effecten van een grondige schilrenovatie op het comfort en het energieverbruik te onderzoeken. Daarom wordt ook dit project gemonitord en wordt er ook gekeken naar de financiële kant van het verhaal door de stapsgewijze verbetering van het E-peil en de kosten die daarmee gepaard gaan te vergelijken.

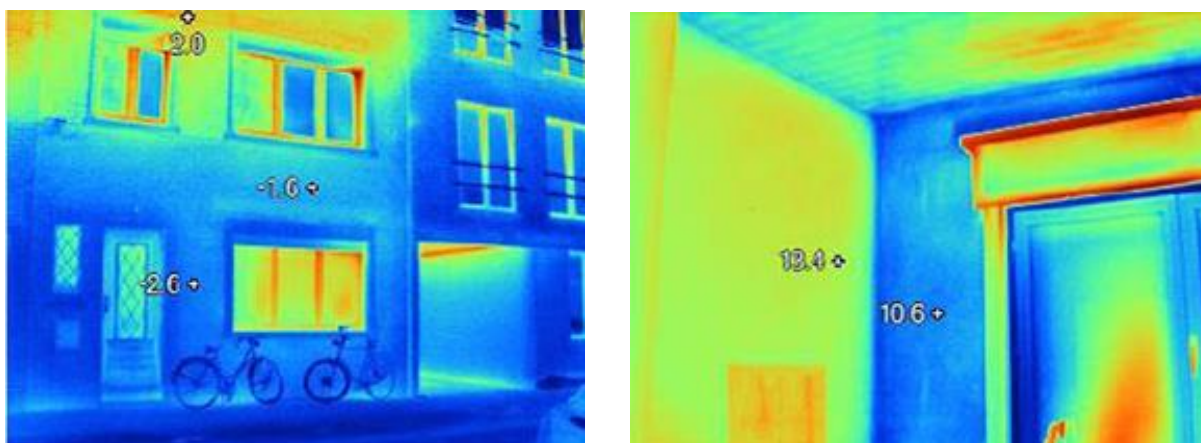


Figuur 31 Het exterieur van de bestaande woning voor en na de renovatie.

De bestaande rijwoning voldoet niet aan deze tijd wat betreft de energetische prestaties. De volledig schil is niet geïsoleerd is en daarnaast worden enkel de woonkamer, de bureauruimte en de badkamer verwarmd en de rest van de woning niet. Er is wel een CV installatie aanwezig om alle ruimtes te kunnen verwarmen en deze installaties is in 2003 vernieuwd. De verwarmde ruimtes worden verwarmd op aardgas en ook het warm water, dat enkel in de badkamer aanwezig is, en het koken gebeuren daarop. Daarnaast voldoet de woning ook niet meer aan de esthetische eisen van deze tijd, waardoor de woning zowel energetisch als esthetisch gerenoveerd is.

Er is als eerste gekeken naar welk uitzicht de rijwoning moet krijgen na de renovatie. Zowel de stad Mechelen als de bouwheer willen het rustieke karakter van de woning behouden. Er wordt daarom gekozen voor een gevelisolatiesysteem met baksteenstrippen, waardoor het lijkt of de voorgevel opgebouwd is uit bakstenen. Door de geringe dikte van de

baksteenstrippen in plaats van normale bakstenen kan er een dikker isolatiepakket aangebracht worden. Ook wordt er besloten om een groot, zuidgeoriënteerd raam in de voorgevel te voorzien om de woning te voorzien van meer daglicht. Daarna is er, op basis van thermo-grafische foto's, besloten welke energetische maatregelen er genomen gaan worden. Op de ene thermo-grafische foto (zie *Figuur 32 - links*) is te zien dat de bovenzijde door de zon opgewarmd is, doordat hier een hogere temperatuur is dan in de rest van de gevel. Daarnaast is er te zien dat er door de gehele gevel veel warmte ontsnapt. Dit resultaat was te verwachten, aangezien de hele woning niet geïsoleerd is. Er is ook te zien dat het schrijnwerk en de ramen slechter isoleren dan de muur, doordat deze een hogere temperatuur hebben en dat daar het warmteverlies dus groter is. Tevens is op de andere thermo-grafische foto (zie *Figuur 32 – rechts*) te zien dat de buitenmuur een lagere temperatuur heeft dan de scheidingsmuur met een van de burens. Doordat het hier om een rijhuis gaat, gaat er dus minder warmte verloren via de zijmuren van het huis dan via de voor-en achtergevel.



Figuur 32 Twee thermo-grafische foto's. Doordat de woning niet geïsoleerd is ontsnapt er door de hele gevel warmte (links). De oppervlaktetemperatuur van de buitenmuur is lager dan de temperatuur van de scheidingsmuur met een van de burens (rechts).

De energetische maatregelen die genomen gaan worden zijn: het isoleren van de gevel aan de binnenzijde van de bestaande constructie, het hellend en het plat dak en de vloer en het plaatsen van een ventilatiesysteem type C. De gevel wordt geïsoleerd met 10 cm EPS en wordt afgewerkt met baksteenstrippen. Het hellende en platte dak worden beide geïsoleerd met 2 x 8 cm PUR platen en het hellend dak wordt afgewerkt met keramische dakpannen. De vloer is deels onderkelderd, daar wordt gekozen om het plafond van de kelder te isoleren met maximum 10 cm PUR. De isolatiedikte van de vloer die niet onderkelderd is moet nog bepaald worden. Er is tevens beslist om beneden ook warm water te voorzien.

De kosten/batenanalyse is helaas nog niet beschikbaar, aangezien de werkzaamheden nog bezig zijn en de totale kosten dus nog niet bekend zijn.

1.10.4 Conclusie

Kijkend naar de drie projecten die hierboven besproken zijn kan er geconcludeerd worden dat de initiatiefnemers bij alle projecten firma's van bouwmaterialen zijn (zie *Figuur 33*).

Zij willen met deze projecten laten zien dat het mogelijk is om met hun materialen een woning energetisch te renoveren tot een bepaald niveau. Dit niveau verschilt wel per project, want bij 'Futur Fantastic' wordt er gerenoveerd tot bijna-energieneutraal, bij 'project Spiere van Renovatieoplossingen' tot een lage-energie woning en bij 'project Mechelen van Renovatieoplossingen' is het onbekend tot welk niveau er gerenoveerd gaat worden. De werkwijze die bij alle projecten die toegepast is, is traditioneel renoveren. Wel worden er bij alle projecten vooraf een of meer onderzoeken gedaan (bij alle projecten thermografische foto's en bij 'Futur Fantastic' ook een luchtdichtheidstest) om de huidige situatie van de woning te bekijken en te bepalen welke energetische maatregelen er het best genomen kunnen worden om het nieuwe energetische niveau te halen. Daarnaast wordt er na uitvoering van de energetische renovaties bij de twee projecten van 'Renovatieoplossingen' gemonitord om het effect van de renovatie te kunnen bekijken. Tevens is er bij deze projecten een kosten/batenanalyse uitgevoerd om na te gaan welke energetische winsten er per stap behaald zijn en welke kostprijs daaraan verbonden is. Hieruit is gebleken dat de schilrenovatie het meeste winst oplevert in verhouding met de kosten.

Project	Woningtype	Bouwjaar	Initiatiefnemers	Manier van aanpak	Energielabel voor	Energielabel na
Futur Fantastic - Antwerpen	vrijstaande woning	onbekend	firma's Saint-Gobain groep	traditioneel	onbekend	bijna-energieneutraal
Renovatieoplossingen - Spiere	vrijstaande woning	1900	firma Wienerberger	traditioneel	onbekend	lage-energie woning
Renovatieoplossingen - Mechelen	rijwoning	1952	firma Wienerberger	traditioneel	onbekend	onbekend

Figuur 33 Overzicht woningtypes, bouwjaar of –periode, de initiatiefnemers, de manier van aanpak en het energielabel voor – en na de renovatie van de verschillende kleinschalige projecten.

Als we vervolgens kijken naar de onderdelen die aangepakt zijn in de verschillende projecten (zie *Figuur 34*), blijkt dat in alle projecten de schil (muren, vloer, dak/verdiepingsvloer en vensters) dan ook volledig aangepakt is. Daarnaast is er bij twee van de drie projecten, bij 'Futur Fantastic' en bij 'project Spiere van Renovatieoplossingen', rekening gehouden met de luchtdichtheid van de constructie. Daarnaast blijkt dat er bij één van de drie projecten, 'Futur Fantastic', allemaal nieuwe technische installaties geïnstalleerd zijn (voor hernieuwbare energie, verwarming, sanitair warm water en ventilatie). Bij de andere twee projecten worden maar een aantal nieuwe technische installaties aangebracht. Het geringe aandacht besteden aan de technische installaties is waarschijnlijk een gevolg van de branche van de

initiatiefnemers. Het zijn namelijk firma's van bouwmaterialen en technische installaties behoren niet tot hun producten.

Project	Aangepakte onderdelen								
	Muren	Vloer	Verdiepingsvloer	Versters	Luchtdichtheid	Hernieuwbare energie	Verwarmings- toestel	Sanitair warm water	Ventilatiesysteem
Futur Fantastic - Antwerpen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Renovatieoplossingen - Spiere	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓
Renovatieoplossingen - Mechelen	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓

Figuur 34 Overzicht aangepakte onderdelen van de verschillende kleinschalige projecten.

1.10.5 'LEHR-project'

Nadat hierboven drie praktische projecten besproken zijn, wordt er nu een wetenschappelijk onderzoeksproject uit 2010 genaamd LEHR besproken [57]. De afkorting LEHR staat voor 'Low Energy Housing Refrofit'. Dit project had als doel om de informatie en ervaringen van lage energierenovatie projecten die uitgevoerd zijn op verschillende manieren beschikbaar te stellen aan verschillende doelgroepen (woningeigenaars, ontwerpers, uitvoerders), zodat deze Belgische voorbeeldprojecten als inspiratievoorbeelden kunnen dienen voor toekomstige lage energie renovatieprojecten om meer marktgroei te creëren.

Het project bestaat uit verschillende onderdelen. Er is eerst informatie verzameld over de verschillende voorbeeldprojecten en de samenstelling van het woningpark, daarna is er onderzocht welke barrières er zijn bij het energetisch renoveren en ten slotte worden er maatregelen voorgesteld om het proces te vereenvoudigen.

Analyse voorbeeldprojecten

Een belangrijk onderdeel bij het verzamelen van informatie is het analyseren van de verschillende voorbeeldprojecten op verschillende onderdelen: het ontwerp, de uitvoering en de prestaties. Vervolgens is deze informatie geanalyseerd op verschillende aspecten: de energiestrategie die toegepast is (gebruik hernieuwbare energie en efficiënte opslag), de hoeveelheid energie die er verbruikt wordt (ruimteverwarming, warm water en elektriciteit voor technische installaties), het comfort dat gerealiseerd is (thermisch winter- en zomercomfort, luchtkwaliteit en daglichttoetreding) en de integraties van verschillende maatregelen om nog meer primaire energie te besparen. Tevens werd er geïnformeerd naar de reden van de renovatie bij de woningeigenaars.

Samenstelling woningpark

Er is informatie verzameld over de samenstelling van het woningpark. Deze informatie is geanalyseerd en er is gebleken dat de woningen in het noorden van België recenter zijn dan in het zuiden van België. Dit heeft te maken met de oude industriële gordel die zich in het

zuiden bevindt. Het blijkt dat het voornamelijk gaat om huurwoningen in de stad die vaak niet energiezuinig zijn, dus het potentieel van energetische woningrenovaties is daar groter dan in de rest van het land. Het onderzoek richt zich daarom op deze woningen.

Heersende barrières

Om te weten te komen waarom er zo weinig woningen energetisch gerenoveerd worden is er onderzocht welke heersende barrières er zijn.

Een eerste barrière is dat de investeringscapaciteit vaak laag is, waardoor er vaak gekozen wordt voor standaardrenovatiwerkzaamheden, zoals uitbreiding, modernisering en reorganisatie van de woning in plaats van investeren in energetische maatregelen. Daarbij moeten bewoners tijdens energetische renovatiwerkzaamheden vaak een tijdelijk ander onderkomen zoeken wat extra kosten met zich mee brengt die ze niet kunnen investeren in hun woning.

Een tweede barrière is dat er een gebrek aan kennis is bij bouwprofessionals en beleidsmakers over de technische oplossingen bij energetische renovatieprojecten en over de factoren die het totale energiegebruik bepalen. Daarnaast wordt er bij berekeningen van het energiegebruik vaak geen rekening gehouden met de activiteiten en het gedrag van de bewoners.

Een volgende barrière is dat de kosten-baten verhouding tussen de investeringen in energiebesparende maatregelen en de winst niet correct bepaald kan worden, waardoor het een risicovolle investering is.

De laatste barrière is de complexe besluitvorming in geval van mede-eigendom, bijvoorbeeld meergezinswoningen.

Als we naar de eerste en laatste barrière kijken zou het betekenen dat het energetisch renoveren in de sociale huursector makkelijker zou zijn dan in de particuliere sector, doordat de investeringscapaciteit daar hoger en de organisatiestructuur beter zijn. Echter blijkt in de praktijk dat zowel de sociale huursector als de particuliere huursector belemmerd worden om energetisch te renoveren doordat zij niet profiteren van de investering, maar de huurders.

Voorgestelde maatregelen

Om te zorgen dat er zoveel mogelijk woningen energetisch gerenoveerd worden is er onderzocht welke maatregelen er genomen kunnen worden om de problemen die veroorzaakt worden door de barrières uit te schakelen of te beperken.

Een eerste maatregel die genomen kan worden is doelgericht informeren door de markt op verschillende manieren te benaderen. Dit kan gedaan worden door een communicatieplan op te stellen door de markt in te delen in verschillende doelgroepen naar gelang de eigendomsstructuur van de woning (kopers, sociale – en private huurders). Doordat het

Belgische woningpark bestaat uit een groot deel particuliere woningen is het belangrijk om deze groep gemakkelijk te kunnen bereiken als ze van plan zijn om hun woning te renoveren. Zoals hierboven al aangehaald is wordt er nu vaak alleen gekozen voor standaardrenovatiwerkzaamheden, zoals uitbreiding, modernisering en reorganisatie van de woning. Als de eigenaars in dat stadium geïnformeerd worden over de energetische maatregelen die getroffen kunnen worden, kunnen ze overwegen om hun woning ook energetisch te renoveren. Daarnaast kan het inspirerend werken voor de omgeving als er in stedelijke gebieden rijwoningen of flatgebouwen in de huursector energetisch gerenoveerd worden. Het is dus ook belangrijk om de woningbouwvereniging te bereiken, omdat die de renovaties uit moeten laten voeren en financieren. Daarnaast is het belangrijk om ontwerpers bekend te maken met de ontwerpinzichten die verkregen zijn door het analyseren van voorbeeldprojecten door bijvoorbeeld rapporten.

Een tweede maatregel die genomen kan worden is het beleid veranderen. Inmiddels zijn er al verschillende beleidsmaatregelen genomen om het energetisch renoveren te stimuleren, maar er zouden nog meer maatregelen genomen kunnen worden. Energetische woningrenovaties worden bijvoorbeeld economische gestimuleerd om eigenaars die hun woning willen maar niet energetisch kunnen renoveren, vanwege de hoge kosten, financieel tegemoet gekomen door de BTW op de werkzaamheden te verlagen bij woningen die ouder dan 15 jaar zijn. Door het uitvoeren van energetische maatregelen wordt men minder afhankelijk van de stijgende energiekosten en stijgt de waarde van de woning. Door deze factoren in rekening te brengen wordt de terugverdientijd van de investering verkort. Tevens wordt het comfort (trek, vocht, temperatuur en luchtkwaliteit) verbeterd, wat een positief effect heeft op het welzijn van de bewoners. Een andere beleidsmaatregel die genomen is, is het aanscherpen van de energieprestatie regelgeving (EPB). Door deze regelgeving moeten woningeigenaars bijvoorbeeld voldoen aan bepaalde minimale energiestandaarden bij het standaard renoveren van hun woning. Doordat veel woningeigenaars een standaardrenovatie uitvoeren om de woning aan te passen aan de hedendaagse behoeftes (grotere ruimtes en natuurlijk daglicht) kan dit een effectieve maatregel zijn. Tevens levert deze maatregel extra werkgelegenheid op in de bouwsector. Daarnaast komen er recent, vanaf januari 2015, regels bij voor ingrijpende energetische renovaties, terwijl er nu daarvoor geen energieprestatie eisen zijn [58]. In de nieuwe regelgeving wordt er zowel een globaal energiepeil opgelegd als het feit dat er minimale ventilatievoorzieningen getroffen moeten worden. De energieprestatie regelgeving wordt dus steeds uitgebreid en aangescherpt, maar helaas duurt het vaak een behoorlijke tijd voordat deze regels ingevoerd en nageleefd worden.

Een derde maatregel die genomen kan worden is het stimuleren van innovatie in de renovatiesector [59]. In andere landen is er een evolutie te zien waar er een sterk groeiende

markt ontstaat rondom energetisch renoveren: bedrijven, aannemers, architecten en ingenieurs die zich specialiseren in energierenovatie en leveranciers van bouwmaterialen en bouwdelen die inzetten op energierenovatie. Doordat er meerdere partijen bezig zijn met innoveren van bepaalde elementen ontstaat er concurrentie en wordt er nog meer innovatie uitgelokt. Tegelijkertijd zijn er ook partijen die samen gaan werken om geïntegreerde oplossingen en concepten aan te bieden. Een voorbeeld hiervan is een bedrijf dat een prefab gevel levert waar alle onderdelen geïntegreerd zijn. Dit levert verschillende voordelen op: de bouwtijd wordt verkort doordat de gevel kant-en-klaar geleverd wordt, de bewoners kunnen daardoor in hun huis blijven wonen en er is een bedrijf het aanspreekpunt en die is ook verantwoordelijk voor de kwaliteitsgarantie en eventuele klachten. In België zijn er inmiddels ook verschillende projecten waar geïnnoveerd wordt in de renovatiesector, bijvoorbeeld bij de Proeftuinen Woningrenovatie en Renofase. In de toekomst gaan hopelijk meer bedrijven zich bezig houden met de energierenovatie business, omdat deze markt enorme kansen biedt. De meeste bouwvakkers zijn gewend dat elke partij zijn deel afwerkt, waardoor de bewoners veel verschillende partijen over de vloer krijgen wat resulteert in een langere renovatietijd. Het zou interessanter zijn als de verschillende partijen samen totaaloplossingen uit zouden denken, waardoor de renovatietijd verkort kan worden.

Een vierde maatregel die genomen kan worden blijkt uit het vorige: door gebrek aan kennis over energetische renovaties bij bouwvakkers, ontwerpers, besluitvormers, woningeigenaars en huurders moeten er opleidingen aangeboden worden. Als er meer kennis is kan deze ook toegepast worden en kan er op grotere schaal energetisch gerenoveerd gaan worden.

Het zal een uitdaging blijven om dit te verwezenlijken, maar hoe meer woningen een energierenovatie ondergaan en hoe meer dit gecommuniceerd wordt naar de markt hoe meer mensen ook geïnspireerd raken om hetzelfde bij hun woning te doen. Belangrijk is hierbij om te zorgen dat het aantrekkelijk en betaalbaar is en dat de woning na de energetische renovatie comfortabeler is, dat de kwaliteit verbeterd is en dat het verbruik van energie, met name primaire energie, verminderd is. Hoe meer mensen hun woning energetisch laten renoveren, hoe beter de kwaliteit van het Belgische woningpark wordt en hoe beter we erin slagen om de gestelde klimaatdoelen te halen.

1.11 Initiatieven voor particulieren

In Nederland wordt al enkele jaren grootschalige energierenovatie toegepast voor koop- en huurwoningen. Dit is mogelijk doordat er in Nederland veel VINEX-wijken gebouwd zijn [60]. Deze wijken zijn eind 1993 in de Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra als uitbreidingslocaties van de steden aangewezen. Het is een reactie op de vroegere

ontwikkeling, die gekenmerkt werd door versnippering van nieuwbouw. Er was daar geen samenhang tussen de nieuwbouw, met de groene ruimte ertussen en de wijk was niet afgestemd op het openbaar vervoer en de autosnelwegen. In de VINEX-wijken wordt er daarom gezorgd voor samenhang tussen de gebouwen onderling en met het groen en wordt er geprobeerd om het gebruik van de auto te beperken. Doordat deze grote nieuwbouwwijken vooral bestaan uit dezelfde woningen kunnen hele blokken tegelijk gerenoveerd worden: de 'Blok voor blok-aanpak'. Het is wel opvallend dat woningen die pas 22 jaar terug gebouwd zijn nu al zo'n grondige renovatie nodig hebben. Door Agentschap NL is er een onderzoek uitgevoerd om te kijken wat mensen vinden van deze 'Blok voor blok-aanpak' [61]. Uit dit onderzoek blijkt dat consumenten geen confectieoplossingen willen voor hun specifieke wensen, maar dat ze veel waarde hechten aan het zelf kiezen van de energiebesparende maatregelen die ze willen toepassen bij hun woning. Tevens willen ze zelf de materialen die daarvoor gebruikt worden kiezen en ook de aannemer die de werkzaamheden uitvoert [62]. Dit verschijnsel zou er dus wel eens voor kunnen zorgen dat de toekomstige grootschalige energieprojecten voor particulieren minder aanhang zullen krijgen en dat er overgestapt zal moeten worden naar kleinschalige energierenovatie die nu zowel in Nederland als Vlaanderen toegepast wordt. Dit betekent aan de ene kant dat mensen meer vrijheid krijgen, maar aan de andere kant dat het energetisch renoveren van de bestaande woningen minder snel zal verlopen en duurder zal zijn. Het is dan de vraag of we de doelstelling zullen halen.

De overheid gaat alle particuliere woningeigenaars begin 2015 een indicatief energielabel van hun woning opsturen, zodat ze inzicht krijgen hoeveel energie hun pand verbruikt [63]. Dit zou een stimulans kunnen zijn om hun woning energiezuiniger te maken. Om particuliere woningeigenaars vervolgens te helpen met het maken van keuzes voor de energierenovaties worden er initiatieven voor particulieren opgestart. Momenteel wordt dit vooral gedaan door Innovatieprogramma Energiesprong, dat zich naast de grootschalige energierenovaties nu ook op particuliere huiseigenaars richten. Zo zijn er renovatiewinkels opgericht, zijn ze bezig om nul-op-de-meter⁵ verbouwingen voor particulieren te financieren met de bestaande energiefactuur en hebben ze de actie 'lokaal alle lichten op groen' opgericht. Deze actie bestaat uit minimaal 20 woningen in 6 gemeenten energieneutraal maken en ervaringen over deze renovatieprocessen delen, vanuit de verschillende partijen die mee werken. Daarnaast zijn er bedrijven die de handen in een hebben geslagen om samen totaalconcepten te ontwikkelen om (onderdelen van) particuliere woningen energetisch te renoveren, zoals Alliantie Vloer+ en Alliantie Gevel+.

⁵ Energieneutraal: ongeveer evenveel energie opwekken als verbruiken.

1.11.1 Renovatiewinkels

Particuliere woningeigenaars weten vaak niet hoe ze de renovatie van hun woning het beste kunnen aanpakken door de ondoorzichtige markt die gecreëerd wordt door de vele verschillende renovatiesystemen op de markt. Om deze mensen te helpen met de keuze om hun woning energieneutraal te (laten) maken, zijn er renovatiewinkels opgericht in verschillende plaatsen in Nederland [64]. Tot nu toe zijn er 7 renovatiewinkels in de volgende plaatsen: Enschede, Delft, Rotterdam, Vlaardingen, Reuver, Amersfoort en Westervoort (zie *Figuur 35*).



Figuur 35 Een impressie van een renovatiewinkel: de Reimarkt in Enschede.

De renovatiewinkels zijn het idee van het Innovatieprogramma Energiesprong, dat in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken gebouwen grootschalig energetisch wil renoveren. Platform 31 heeft gestaan voor de uitvoering, door partijen uit verschillende markten samen te brengen. De consument kan in de meeste renovatiewinkels kennis maken met een ruim assortiment geteste duurzame woonproducten van verschillende aanbieders die een gegarandeerde kwaliteit en een vaste prijs hebben [65]. Deze producten moeten voldoen aan de behoefte van de consument, betaalbaar zijn en er goed uitzien. Er wordt geprobeerd om dit te realiseren door, net als in de auto-industrie, te werken met producten waarbij ontwerp, engineering en productie volledig geïntegreerd worden. Een architect heeft hierin de rol van 'industriële vormgeving' vervuld: hij heeft de integratie van functionele en productietechnische eisen in de vormgeving verzorgt. De architect heeft dus producten ontworpen die te combineren zijn met andere producten om een woning energetisch te renoveren naar de wensen van de bewoners. Er worden in de meeste renovatiewinkels ook kant-en-klare renovatiepakketten voor een bepaald type woning aangeboden, zodat er niet gekozen hoeft te worden uit losse producten als de bewoners hun hele huis energetisch willen laten renoveren. Mensen die niet genoeg geld te besteden hebben om een architect in de arm te nemen om een maatwerkoplossing te bedenken voor hun woning kunnen door deze kant-en-klare pakketten hun woning toch energiezuinig (laten) renoveren [66].



Figuur 36 Particuliere woningeigenaars die in een renovatiewinkel uitleg krijgen over woningcomponenten die op verschillende manieren aangepakt kunnen worden om hun woning energieneutraal te maken.

Tevens wordt er in de renovatiewinkels deskundig advies gegeven (zie *Figuur 36*). Hierdoor worden consumenten hopelijk meer bewust van de noodzaak van energetisch renoveren, wordt de markt doorzichtiger en kan de consument hierdoor zelf invulling geven aan duurzaam renoveren.

De meeste renovatiewinkels zijn pas open sinds de zomer van 2014, dus het effectieve succes is nog niet bekend volgens Karin van Rooij, projectleider van o.a. de Renovatiewinkels [67]. Het personeel van een aantal renovatiewinkels heeft mij echter wel kunnen vertellen hoeveel woningen er in hun winkel in een bepaalde termijn energetische gerenoveerd zijn. De Reimarkt in Enschede heeft in circa 8 maanden tijd 41 woningen energetische gerenoveerd: 19 woningen zijn inmiddels opgeleverd en de overige 22 woningen worden binnenkort afgerond [68]. Tevens gaan ze binnenkort ook 600 sociale woningen in de buurt van Enschede voorzien van zonnepanelen en eventueel extra elementen. Daarnaast zijn er in de buurt van Bergen op Zoom, in Halsteren en in Steenbergen, een half jaar geleden ook twee Reimarkt winkels geopend die nog in opstartfase zijn [69]. Deze winkels hebben zich hier gevestigd naar aanleiding van een groot aantal woningen van woningbouwcorporaties die energetisch gerenoveerd moeten gaan worden in deze omgeving. De bedoeling is om te beginnen met de energetische renovatie van 300 huurwoningen van de woningbouwcorporatie en daarna ook 300 particuliere woningen, wat zorgt voor grootschaligheid. Daarnaast is het de bedoeling dat ook particuliere woningen in de buurt van deze woningen energetische gerenoveerd kunnen worden, omdat de uitvoerende partijen deze woningen in een moeite mee kunnen nemen. Deze bewoners krijgen dan echter een factuur, terwijl de bewoners van de huurwoningen een huurverhoging krijgen.

In Westervoort is sinds eind april vorig jaar een Energie Bespaar Huis geopend op initiatief van een aannemer [70]. De mogelijke energiebesparende ingrepen worden in een

showroomwoning getoond. Er is veel interesse, maar door het lange traject wat afgelegd moet worden, de vrij hoge investering die gedaan moet worden en de onzekerheid van de besparingen heeft het momenteel helaas tot weinig energetische renovaties geleid.

In Beesel is Revaplan gevestigd [71]. Dit is een bedrijf dat al twee jaar bezig is met het ontwikkelen van renovatieconcepten voor particuliere woningen en waar een half jaar geleden ook de optie voor energieneutrale renovatieconcepten aan toe is gevoegd: Revaplan Zero. Hun adviescentrum is gevestigd in een gerenoveerde modelwoning en alle producten zijn te bestellen in een webshop in plaats van een fysieke winkel. Ze krijgen veel aanvragen binnen voor het uitteken van renovatieoplossingen, maar ook hier zijn helaas nog geen woningen energieneutraal gerenoveerd vanwege de prijs. Er zijn wel een aantal woningen energetisch gerenoveerd, ongeveer 15 woningen in twee jaar tijd. Van deze woningen is echter het niveau tot waar ze gerenoveerd zijn onbekend. Daarnaast hebben ze in twee jaar tijd voor ongeveer 120 woningen een plan uitgetekend wat die de mogelijkheden laat zien van de woning. Dit plan is vervolgens door de bewoners gebruikt om hun woning versneld te verkopen. Een klein deel van de nieuwe bewoners hebben deze plannen ook uit laten voeren door Revaplan, maar het grootste deel van de plannen worden niet uitgevoerd.

Uit deze gegevens valt te concluderen dat niet alle renovatiewinkels zich alleen op particuliere woningeigenaars richten en dat de renovatiewinkels momenteel tot weinig energetische renovaties hebben geleid. Hopelijk heeft dit te maken met het feit dat deze winkels allemaal redelijk kort open zijn en kunnen ze toch hun steentje bij dragen aan de grootschalige verduurzaming van de bestaande woningvoorraad op particulier niveau.

1.11.2 Nul-op-de-meter verbouwingen

Nadat op 20 juni 2013 de deal van de 'Stroomversnelling' voor huurwoningen ondertekend was, waarbij in totaal 111.000 huurwoningen voor eind 2020 energetisch gerenoveerd moeten worden tot 'nul op de meter' woningen, is er op 29 september 2014 de deal van de 'Stroomversnelling Koopwoningen' ondertekend (zie *Figuur 37*). Deze deal richt zich op de eerste 100.000 nul-op-de-meter verbouwingen voor particuliere rijwoningen uit de periode 1945-1990, waarvan er in Nederland in totaal ongeveer 1,8 miljoen zijn. Ongeveer 70% van deze rijwoningen zijn in particulier bezit. De bedoeling is dat de verbouwing maximaal 45.000 euro inclusief BTW⁶ mag gaan kosten, bij een gemiddelde energierekening van 165 euro per maand en gefinancierd kan worden door de huidige energiekosten om te zetten in een lening. Hierdoor blijven de huidige vaste maandlasten na de verbouwing gelijk. Door de samenwerking van meerdere partijen is het de bedoeling dat de woningeigenaars binnen 10 werkdagen een mooier en comfortabeler huis krijgen. Op dit moment wordt er gezocht naar

⁶ De BTW voor verbouwingen is in Nederland 6% voor de arbeid en 21% voor het materiaal.

pilootwoningen en bevindt dit project zich in de prototypingfase [72]. Hopelijk is het plan, door het geringe budget, haalbaar en kan er binnenkort over gegaan worden op de uitvoering van de grootschalige nul-op-de-meter verbouwingen.



Figuur 37 De programmapunten van de deal 'Stroomversnelling Koopwoningen'.

1.11.3 Lokaal alle lichten op groen

'Lokaal alle lichten op groen' is een stimuleringsprogramma dat uitgevoerd wordt door Energiesprong voor het Ministerie van Wonen en Rijksdienst om de marktcondities voor energieneutrale renovaties te verbeteren. De actie bestaat uit minimaal 20 woningen in 6 gemeenten die energieneutraal gemaakt zijn of gaan worden. De deelnemende gemeenten zijn: 's Hertogenbosch, Amersfoort, Amsterdam, Apeldoorn, Hoorn en Wageningen. Het is de bedoeling dat alle partijen, zoals bewoners, bouwers, gemeente, installateurs en banken, die meedoen aan deze actie kunnen de mogelijkheden van het energieneutraal renoveren en de belemmeringen die erbij komen kijken ontdekken. Belangrijk is dat de belemmeringen in de regelgeving, technische oplossingen en financieringsmogelijkheden bekeken worden en dat deze zoveel mogelijk weggenomen worden, zodat volgende energetische renovaties makkelijker en sneller zullen gaan verlopen. Daarnaast is het de bedoeling dat de praktijkervaringen vanuit de verschillende partijen die mee werken gedeeld worden met andere gemeenten, aannemers en eigenaar-bewoners die hun woning energetisch willen laten renoveren om zo te zorgen dat de lokale vraag opgeschaald wordt en dat er een passend aanbod gecreëerd gaat worden (zie *Figuur 38*) [73]. Om gemakkelijk ervaringen uit te kunnen wisselen is er een community-platform opgericht waar vragen gesteld kunnen worden door mensen die hun woning willen aanpakken en waar oplossingen geboden worden door mensen die hun woning energetisch gerenoveerd hebben. Hierdoor is er veel interactie en wordt er veel praktische en onafhankelijke informatie geboden. Daarnaast staan er op de website voorbeeldwoningen die als inspiratie kunnen dienen en worden er bijeenkomsten, cursussen en open huizen georganiseerd [74].



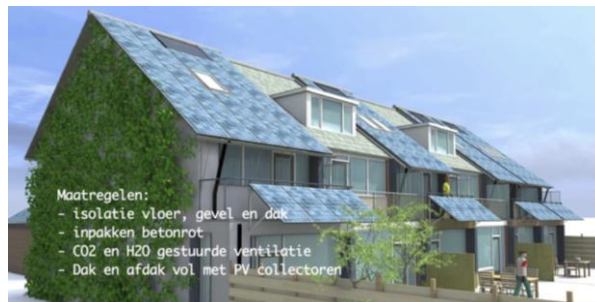
Een mooi en comfortabel huis zonder energierekening?

Figuur 38 *De meeste aannemers werken nog traditioneel en staan met de handen in hun haar als er gevraagd wordt om een verbouwing tot een energieneutrale woning. De actie 'Lokaal alle lichten op groen' probeert hier verandering in te brengen door de opgedane praktijkervaringen te delen.*

In elke stad die meedoet aan de actie 'Lokaal alle lichten op groen' zijn er verschillende concepten bedacht om de huizen in de verschillende wijken energieneutraal te (gaan) maken. In Wageningen zijn er bijvoorbeeld drie verschillende, inspirerende renovatieconcepten bedacht [75]. De wijken bestaan uit doorsnee jaren zeventig woningen, zoals er veel bestaan in heel Nederland. Kernwoorden in alle drie de concepten zijn: wooncomfort verhogen, het milieu en een gezamenlijke aanpak. Het bijzondere aan de renovatieconcepten is namelijk dat ze samen met mensen in de wijk zijn ontwikkeld, wat confronterend is maar ook nieuwe ideeën oplevert. De drie concepten laten zien dat als het goed is overal hetzelfde eindresultaat bereikt wordt, maar op verschillende manieren.

In de wijk 'de Weiden' (zie *Figuur 39*) is een flexibel plan bedacht, zodat er stapsgewijs gerenoveerd kan worden. Pieter Roza, consortium De Weiden, vertelt: 'Je moet het plan zo maken dat het flexibel is. Als mensen zeggen: sorry, ik heb nu even geen geld maar het dak kan wel. Dan doe ik mee met de burens links en rechts en dan kan de trein doorgaan. Met de rest wacht ik even' [76]. Er is ook gedacht aan hoe het totaalplaatje eruit ziet als niet iedereen meedoet: 'Ook al doet niet iedereen in het rijtje mee, het moet er wel uitzien als een eenheid. De vorm is gelijk, maar de materialen hebben een verschillende uitstraling. Door alle verschillende materialen is een rijtje toch af ook al zijn er een paar die niet mee willen doen en de huizen hun bestaande baksteen gevel behouden.' Volgens Pieter Roza zijn de huizen aan een renovatie toe en ben je, op een moment dat er een mogelijkheid is, een dief van je eigen portemonnee als je hier niet aan meedoet. Er zijn ook veel dingen die je ervoor terugkrijgt: je huis wordt comfortabeler, er is schonere binnenlucht en het huis wordt op meer punten beter.

De methode die er in deze wijk gekozen is, is de volgende: 'De buitenkant zorgt ervoor dat de energie die je opwekt zoveel mogelijk binnen blijft. Je kiest daarnaast een soort van ventilatie waarbij je zo weinig mogelijk verbruik naar buiten gooit. Met zonnepanelen zet je de grootste stap. We komen er ook steeds meer achter dat je daarmee het meeste geld kunt verdienen.



Figuur 39 Het exterieur van de woningen in de wijk 'de Weiden' voor de renovatie (links) en een impressie van na de renovatie (rechts).

In de wijk 'de Hoef' is een plan bedacht om een centrale ingreep te doen en daarnaast de woningen stapsgewijs te renoveren. Carl Robert Tersmette, consortium De Hoef, vertelt: 'De kerngedachte achter het concept is dat we samen met bewoners proberen maatregelen te nemen om deze wijk energieneutraal te krijgen, maar dan afgestemd op de wensen van de mensen. De bewoners willen zo weinig mogelijk vormverandering in de wijk, omdat ze best tevreden zijn over hoe de wijk er nu uit ziet. Daarom is er niet gekozen voor isoleren aan de buitenkant, zoals wij eerste voorgesteld hadden. Het is eigenlijk best leuk, omdat je zo gedwongen wordt om na te gaan denken over andere oplossingen. Ze hebben ons echt op een ander spoor gezet. Uiteindelijk hebben we ideeën ontwikkeld om centraal in de wijk een houtpelletsverwarming te plaatsen die de hele wijk voorziet van warmte en warm tapwater door samen te werken met bewoners. Ik denk ook dat die pelletkachel de meest interessante ingreep is in deze wijk. De energiemaatregelen hebben we zo bedacht dat het ook heel goed kan in samenhang met groot onderhoud. Als de pannen aan vernieuwing toe zijn dat je dan extra isolatie aanbrengt bovenop de bestaande isolatie en dan niet een heel dik pakket maar een beperkt pakket van een paar centimeter. Dat je geen ander huis krijgt als de burens het dak dan niet opdikken. Zo kan er ook gekozen worden om de verschillende maatregelen te verspreiden tussen nu en 2030' [77].

In de wijk 'de Roghorst' (zie *Figuur 40*) is een plan bedacht om de hele straat in een keer grondig te gaan renoveren. Carl - Peter Goossen, consortium Energiek Renoveren De Roghorst vertelt: 'De kerngedachte is: als je het doet, doe het dan goed. Neem geen maatregelen waar je spijt van krijgt als je het gedaan hebt. Maak echt hele goede, goed isolerende nieuwe wanden met 25 cm isolatie en 3-dubbelglas om zo het energieverbruik 80 tot 90% te verlagen, de passiefhuis-standaard (zie *Figuur 41*). Door te renoveren tot de passiefhuis-standaard wordt de energie in één keer naar beneden gehaald en wordt er iets

gemaakt dat weer 100 jaar kan bestaan. Het gaat om materiaal, niet om de installatie die na 15 jaar kapot is. Dus we kunnen het huis heel erg upgraden [78].'



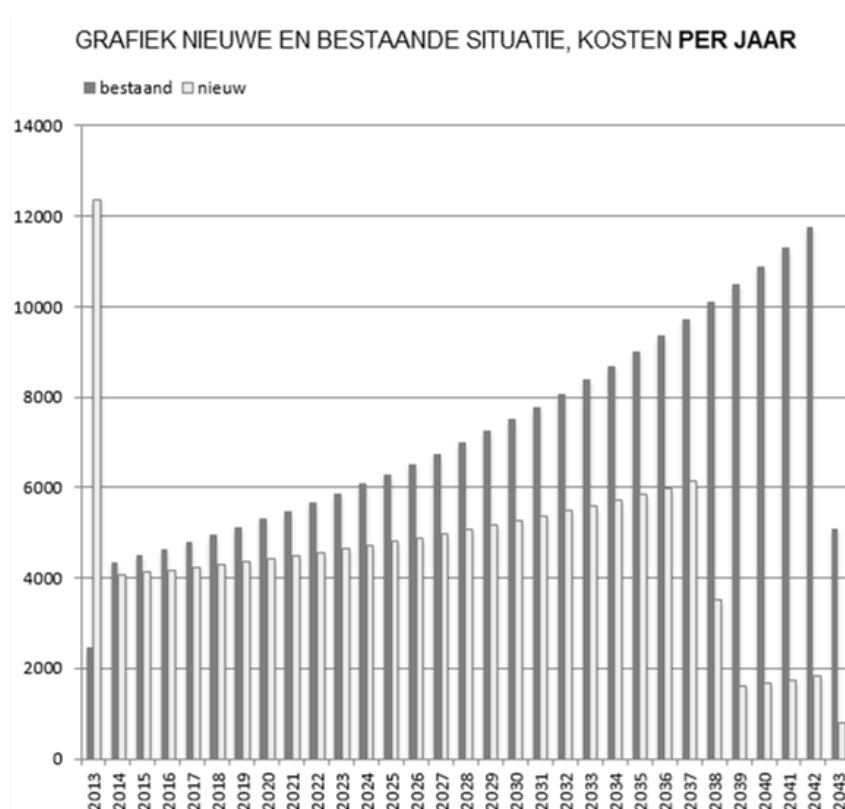
Figuur 40 Het exterieur van de woningen in de wijk 'de Roghorst' voor de renovatie (boven) en een impressie van na de renovatie (onder).



Figuur 41 De maatregelen die getroffen gaan worden bij de renovatie tot de passiefhuis-standaard in de wijk 'de Roghorst'.

Door de grondige aanpak gaat de renovatie ook behoorlijk veel kosten: 80.900 euro per woning. Volgens Carl - Peter Goossen zijn er mensen die in eerste instantie zeggen dat ze zo'n grote investering niet gaan doen, omdat ze niet weten waar ze zo'n groot bedrag vandaan moeten halen. Er zijn daarom een financieringsmodel en een kosten/batenanalyse uitgewerkt om zoveel mogelijk mensen mee te kunnen laten doen met de energetische renovatie. De bewoners moeten als ze hun woning laten renoveren eenmalig 10.000 euro betalen en de rest van het bedrag, 70.900 euro, wordt geleend bij een bank. Deze lening wordt afbetaald in 25 jaar. Daarnaast zijn voor de bestaande – en de nieuwe situatie de energielasten berekend en de kosten die gereserveerd moeten worden voor het onderhoud. Deze kosten zijn samen genomen met de kosten van de lening en in het eerste jaar ook met de eenmalige

investeringskosten van 10.000 euro (zie *Figuur 42 (grafiek)* en *Figuur 43 (tabellen)* in *bijlage hoofdstuk 5*). Als we de bestaande kosten per jaar vergelijken met de nieuwe kosten blijkt dat in de nieuwe situatie de kosten over de gehele periode lager zijn dan in de bestaande situatie, behalve in het eerste jaar. Dit is te wijten aan de kosten die de bewoners in het eerste jaar in een keer moeten betalen. Tevens valt het ook op dat de kosten vanaf 2039 nog een heel stuk lager zijn dan de jaren ervoor, doordat de lening dan afbetaald is. De jaren erna zijn de woonlasten dus erg laag, waaruit blijkt dat de investering in de energetische renovatie een belangrijke, eenmalige investering is.



Figuur 42 Kosten/batenanalyse van de woningen in de wijk 'de Roghorst'.

Helaas heb ik vernomen van Carl Peter Goossen, consortium Energiek Renoveren De Roghorst, dat de bovenstaande projecten nog niet zijn uitgevoerd, omdat de processen vanwege de crisis stil gelegd zijn [79]. Wel is het concept dat bedacht is voor de wijk 'de Roghorst' (zie hierboven) uitgevoerd bij één hoekwoning uit 1960 in 's Hertogenbosch (zie *Figuur 44*) [80]. De woning is eerst heel goed geïsoleerd (er worden dezelfde materialen gebruikt die gebruikt gaan worden in de wijk 'de Roghorst') en daarna zijn er zonnepanelen geplaatst om de resterende energievraag te dekken met als resultaat een energieneutrale woning (zie *Figuur 45*). Deze renovatie is tevens op dezelfde wijze gefinancierd als er gebruikt gaat worden in de wijk 'de Roghorst' (zie hierboven).



Figuur 44 Het exterieur van de woning in 's Hertogenbosch voor de renovatie (links) en na de renovatie (rechts).

Deze energetische renovatie, inclusief een kleine aanbouw in houtskeletbouw, is doordat er gewerkt is met een bouwteam heel snel uitgevoerd: binnen 2 maanden.



Figuur 45 De woning is helemaal gestript om de schil van de woning grondig te isoleren (links). Het bestaande dak is verwijderd en vervangen voor een prefab geïsoleerd dak (rechts).

1.11.4 Alliantie +

Meer dan 25 bedrijven hebben de handen in een geslagen om samen vernieuwende totaalconcepten te ontwikkelen om (onderdelen van) particuliere woningen energetisch te renoveren [81]. Door 7 totaalconcepten aan te bieden ontstaat er een aanbod dat meer is dan het stapelen van losse producten. Het renovatieaanbod bestaat uit verschillende 'componenten' (zie *Figuur 46*), zoals Alliantie Vloer+ en Alliantie Gevel+, die naar wens van de eigenaar apart of samen uitgevoerd kunnen worden. Door de slimme manier van samenwerking met grote spelers kan de systeemkwaliteit gegarandeerd worden, waardoor er op elk component minimaal 15 jaar garantie zit [82]. Componentenrenovatie speelt tevens in op het feit dat de meeste particuliere woningeigenaars voor renovaties in delen kiezen, omdat de kosten dan gespreid kunnen worden, in plaats van voor een totale renovatie waarbij de hele woning in één keer aangepakt wordt. Door om de 10 jaar bijvoorbeeld een component aan te pakken kun je uiteindelijk ook nul-op-de-meter bereiken. Het proces duurt

dan langer, maar daartegenover staat wel dat elke keer als je een stap zet op zo'n component je de innovatie van dat moment kan meepikken. Ingenieur Yuri van Bergen vertelt: 'als je nu bijvoorbeeld een dik isolatiepakket moet plaatsen kan het zo zijn dat je over 10 jaar met datzelfde isolatiemateriaal een veel dunner pakket hoeft te plaatsen om hetzelfde resultaat te verkrijgen. Het kan dus naast het economisch oogpunt ook strategisch interessant zijn om te wachten. Het eindresultaat is hetzelfde, alleen de weg ernaartoe is anders en die keus wordt aan de gebruiker overgelaten. Het enige wat wij moeten doen is een platform creëren om te garanderen dat er op lange termijn geïnnoveerd worden om de prijs/kwaliteit goed te houden.'

De gebruiker heeft veel keuzevrijheid bij de Allianties: hij bepaalt welke componenten met welke kwaliteit hij aangebracht wil hebben. De opties waaruit gekozen kan worden zijn vooraf door experts, een architect en de welstandscommissie, bepaald. Er is dus van tevoren een voorselectie van zinvolle opties gemaakt waaruit de bewoner de uiteindelijke keuzes maakt. De component kan de bewoner zelfstandig thuis via internet samenstellen door middel van deze opties en als hij naar wens is bestellen. De bewoners zitten dus aan de knoppen: als ze bijvoorbeeld een extra dakraam toevoegen zien ze de prijs omhoog gaan. Het is dus eigenlijk hetzelfde principe als een eigen keuken die je zelf kunt samenstellen bij de IKEA: je weet wat je koopt en met welke eigenschappen.

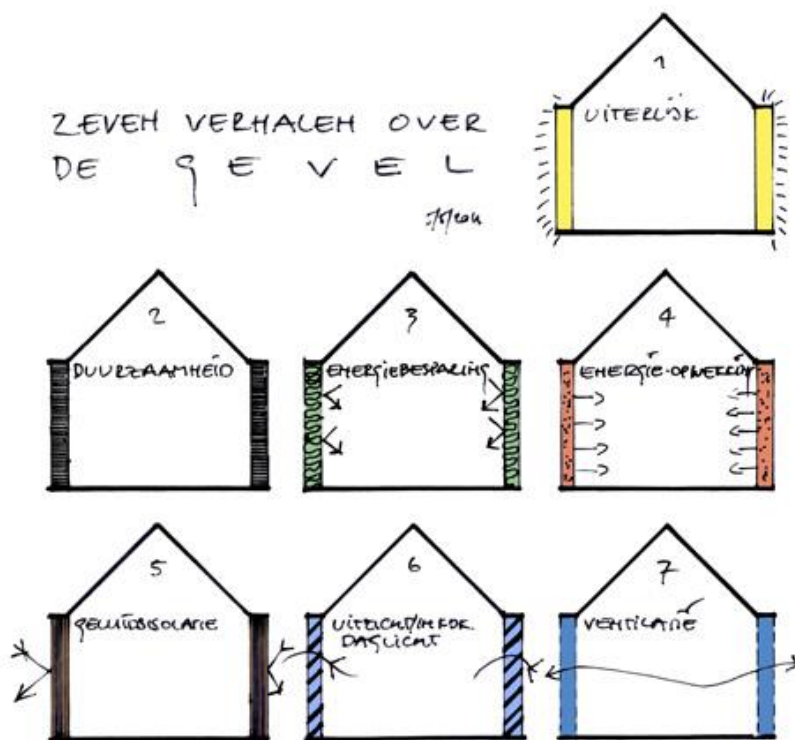


Figuur 46 De verschillende componenten die tijdens de renovatie aangepakt kunnen worden.

De uitgangspunten bij alle Allianties zijn dezelfde, maar er zijn verschillen doordat elke component andere aspecten heeft waar rekening mee gehouden moet worden. Bij Alliantie Gevel+ draait het bijvoorbeeld om de totaalaanpak van de gevel [83]. Er is door de

verschillende marktpartijen een systeem ontwikkeld dat rekening houdt met diverse aspecten van de gevel, zodat er samenhang ontstaat tussen de losse onderdelen, zoals bakstenen, kozijnen en een luifel, die het beeld bepalen. Daarnaast is er gezorgd dat er optimale keuzevrijheid is, zodat alle wensen van de bewoner in de nieuwe gevel gerealiseerd kunnen worden. Het is dus een keuzeproces dat snel en eenvoudig verloopt, omdat er verschillende opties voorgesteld worden. Zo krijgt de bewoner een detailoplossing, waardoor het mogelijk is om als enige in een rij woningen de gevel te laten renoveren. Bij de gevelrenovatie wordt er rekening gehouden met veel verschillende aspecten (zie *Figuur 47*) : het uiterlijk, duurzaamheid op lange termijn, energiebesparing door thermische isolatie, inkomende energie benutten, akoestisch comfort door geluidsisolatie, uitzicht creëren en tegelijk daglicht binnen laten en zorgen voor de nodige ventilatie. De uitvoeringstermijn van de gevelrenovatie zal 1 dag zijn en kan gebeuren in bewoonde toestand [84]. De kostprijs gaat ongeveer 15.000 euro bedragen voor één woning.

Momenteel zijn er nog geen renovaties met het principe van Alliantie+ uitgevoerd, maar er wordt besproken om in Eindhoven vijf componentenrenovaties uit te gaan voeren die voor deze zomer klaar zouden zijn.



Figuur 47 De verschillende aspecten waar bij een gevelrenovatie rekening mee wordt gehouden.

1.11.5 Conclusie

Kijkend naar de vier initiatieven voor particulieren die hierboven besproken zijn, kan er geconcludeerd worden dat de manier van aanpak en de doelgroep van de initiatieven anders zijn. Particuliere woningeigenaars kunnen uit de verschillende initiatieven kiezen welk initiatief het meest aansluit bij hun wensen en geschikt is voor hun woning. Momenteel is de bekendheid van de initiatieven nog gering, doordat ze nog in de opstartfase zitten. Hierdoor zijn er pas enkele energetische renovaties uitgevoerd en is het nog niet bekend welk initiatief het succesvolst is. Als er meer initiatieven voor particuliere woningeigenaars op de markt komen en als ze meer bekendheid krijgen, kunnen er op deze manier hopelijk meer woningen energetisch gerenoveerd worden naar de individuele wens van de woningeigenaars.

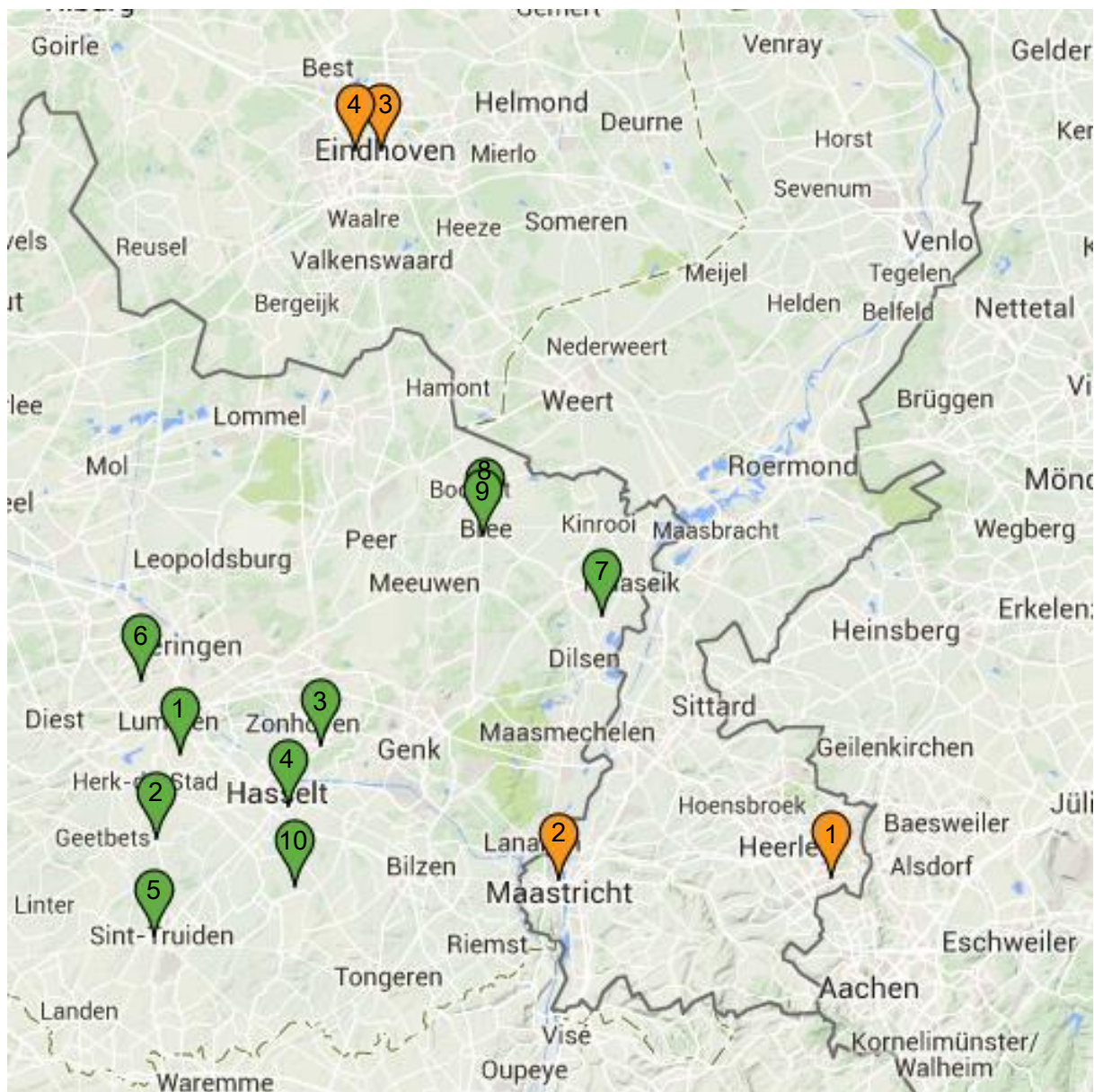
2 Case studies

In dit deel worden energetische renovatieprojecten besproken die ik zelf bezocht heb en waarvan ik de architect en de bewoner(s) geïnterviewd heb. Eerst werd een basisinterview opgesteld voor zowel de architect als voor de bewoner(s) om een inzicht te krijgen in hoe het renovatieproces is verlopen en welke dingen er verbeterd zouden kunnen worden. Doel hiervan was de verschillende projecten te vergelijken op gemaakte keuzes, positieve ervaringen en verbeterpunten. Tevens is het interessant om het verhaal van de architect en de bewoners te horen, omdat die het proces anders kunnen beleven. Daarnaast bevatte het interview van de verschillende architecten ook enkele algemene vragen omtrent de ervaring die zij hebben met energetisch renoveren en of ze interesse hebben in bepaalde onderzoeken om de situatie voor en na de renovatie te kunnen vergelijken. Met deze gegevens kan het resultaat van de renovatie namelijk bekeken worden voor het comfort (temperatuur, relatieve vochtigheid, luchtdichtheid) en de besparing op het verbruik, wat voor veel mensen belangrijke redenen zijn om hun woning energetisch te laten renoveren.

De case studies die zijn gekozen, zijn gelegen in Nederland en Vlaanderen. In het literatuuronderzoek is duidelijk geworden dat de eigendomssituatie van de woningen verschillend is. In Nederland is een groot deel eigendom van woningcorporaties, terwijl in Vlaanderen het merendeel van de woningen eigendomswoningen zijn (circa 75% van de totale woningvoorraad). Dit resulteert in een andere manier van aanpak bij het energetisch renoveren van woningen. In Nederland worden er veel grootschalige energierenovatieprojecten uitgevoerd door de woningcorporaties, terwijl er in Vlaanderen vooral veel kleinschalige energierenovatieprojecten uitgevoerd worden door de particuliere woningeigenaars. Door deze beide manieren van aanpak op te nemen in mijn thesis kunnen de overeenkomsten en de verschillen geanalyseerd worden.

De case studies in zowel Nederland en Vlaanderen zijn geselecteerd op basis van de locatie. In beide landen zijn projecten gekozen die gelegen zijn in Limburg en Brabant (Noord- en Vlaams-Brabant). De projecten in Nederland zijn terug te vinden in publicaties, doordat het grootschalige projecten zijn. Hier heb ik de architect gecontacteerd naar aanleiding van het project, heb ik het project bezocht en gesproken met verschillende bewoners. De kleinschalige projecten in Vlaanderen heb ik geselecteerd door contact op te nemen met architecten in de regio van Hasselt en te informeren of zij een of meer renovatieprojecten hebben gedaan in deze regio. Als dit zo was heb ik een interview afgenomen naar aanleiding van het energetisch renovatieproject en heb ik vervolgens het project bezocht en gesproken met de bewoners. Zo zijn uiteindelijk vier grootschalige projecten in Nederland geselecteerd en tien kleinschalige projecten in Vlaanderen die hieronder uitgebreid besproken worden (zie *Figuur 48*). De

interviews worden niet gepubliceerd omwille van de privacy van de geïnterviewde personen, maar zijn gebruikt als basis om de nuttige informatie eruit te distilleren om aan de hand hiervan de case studies te bespreken. Per project staan de snedes van de bestaande situatie (indien die beschikbaar was) en de nieuwe situatie bij de tekst, zodat zichtbaar is waar de isolatie is aangebracht. De grondplannen van de bestaande en de nieuwe situatie van alle projecten zijn als bijlagen verzameld in een afzonderlijk boekje, zodat deze indien gewenst te raadplegen zijn.



Figuur 48 *Overzicht van de locaties van de verschillende case studies in Nederland (oranje) en Vlaanderen (groen).*

Om een idee te krijgen van de verschillende projecten is hieronder een overzicht gemaakt waarop per projectnummer te zien is wat voor woningtypes het zijn, of het nieuwe of oude bewoners zijn, wat de gezinssamenstelling is, welke onderdelen er bij de renovatie aangepakt

zijn en wat het ambitieniveau was (zie *Figuur 49* en *Figuur 50*). Het projectnummer komt overeen met de volgorde waarin de case studies besproken worden.

Projectnummer	Woningtype	Nieuwe/oude bewoners	Gezinssamenstelling
Nederland			
1	rijwoning	oude bewoners	man (middelbare leeftijd) met zoon, vrouw (hogere leeftijd) met zoon + man (hogere leeftijd)
2	rijwoning	oude bewoners (1x andere woning wijk)	koppel (middelbare leeftijd) + koppel (jonge leeftijd)
3	rijwoning	oude bewoners	koppel (jonge leeftijd), koppel (middelbare leeftijd) + 1 x vrouw (middelbare leeftijd)
4	rijwoning	oude bewoners	2 x koppel (middelbare leeftijd) + 1 x man (hogere leeftijd)
Vlaanderen			
1	vrijstaande woning	oude bewoners	koppel (middelbare leeftijd) met 3 kinderen
2	vrijstaande woning	oude bewoners	koppel (middelbare leeftijd) met 3 kinderen
3	vrijstaande woning	oude bewoners	koppel (jonge leeftijd) met 2 kinderen
4	halfopen bebouwing	nieuwe bewoners	koppel (jonge leeftijd) met 3 kinderen
5	rijwoning	nieuwe bewoners	2 verschillende huurders
6	vrijstaande woning	oude bewoners	koppel (jonge leeftijd) met kinderen
7	vrijstaande woning	nieuwe bewoners (woning ouders)	koppel (middelbare leeftijd)
8	halfopen bebouwing	nieuwe bewoners	koppel (jonge leeftijd) met 2 kinderen
9	rijwoning	oude bewoners (eerst deel gehuurd)	koppel (middelbare leeftijd)
10	vrijstaande woning	oude bewoners	koppel (hogere leeftijd)

Figuur 49 Overzicht woningtypes, nieuwe/oude bewoners en de gezinssamenstelling van de verschillende case studies.

Project-nummer	Aangepakte onderdelen									Ambitieniveau
	Muren	Vloer	Dak / Verdiepingsvloer	Vensters	Luchtdichtheid	Hernieuwbare energie	Verwarmings-toestel	Sanitair warm water	Ventilatie-systeem	
Nederland										
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	energielabel A++
2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	energiezuinig (normale norm)
3	✗	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	energielabel B
4	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	hoog niveau renovatie
Vlaanderen										
1	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	voldoen aan norm
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	passiefhuisnorm
3	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	voldoen aan norm
4	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	voldoen aan norm
5	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	voldoen aan norm
6	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	voldoen aan norm
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	lage-energiewoning
8	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	minimum K-30
9	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	minimum K-30
10	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	dakrenovatie: zo goed mogelijk

Figuur 50 Overzicht aangepakte onderdelen en ambitieniveau van de verschillende case studies.

2.1 Grootschalige energierenovatie in Nederland

2.1.1 Bestaande Wijk van Morgen te Kerkrade – West

De eerste case study is de transformatie van buurt Kaalheide tot de Bestaande Wijk van Morgen te Kerkrade – West (zie *Figuur 51*). De personen die hierbij betrokken geweest zijn, zijn Jules Beckers van Teeken Beckers Architecten uit Amstenrade en Maurice Vinken van woningbouwcorporatie HEEMwonen [85].



Figuur 51 Woningen voor en na de renovatie in de Bestaande Wijk van Morgen.

In de Bestaande Wijk van Morgen bevinden zich 153 woningen uit 1974, waarvan 83 eengezinswoningen en 70 een-op-eenwoningen (zie *Figuur 52 & bijlage 1.1 afzonderlijk boekje*) [86]. De een-op-eenwoningen zijn woningen die bestaan uit één gehele verdieping van een gebouw met meerdere verdiepingen, in dit geval twee bouwlagen. De eengezinswoningen hebben grote tuinen en een ruime woonkamer, vier slaapkamers en een zolder.



Figuur 52 Een-op-eenwoningen (links) met twee woningen boven elkaar en eengezinswoningen (rechts) met een woning bestaande uit het gelijkvloers en een verdieping.

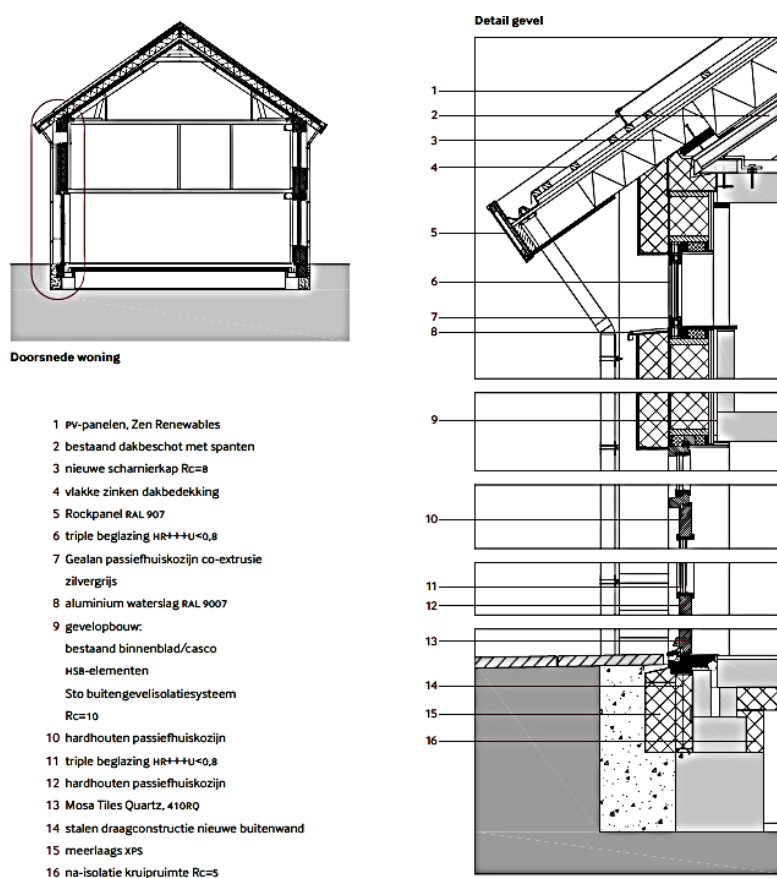
Door met meerdere partijen, gemeente Kerkrade, Parkstad Limburg en de provincie, aan een

overkoepelend beleid te werken wordt het gehele gebied aangepakt. Er is een grote sloopstichting die in het gebied gekeken heeft welke woningen gesloopt moeten worden en welke woningen geschikt zijn om te behouden mits aanpassingen [87]. In Kaalheide zijn er gebouwen gesloopt, maar de 153 woningen in de Bestaande Wijk van Morgen waren uitermate geschikt om de levensduur met 50 jaar te verlengen. Voorwaarden bij deze keuze waren dat de woningen daarvoor wel moesten voldoen aan de eisen van deze tijd en dat de bewoners geen hoge energiefacturen meer zouden hebben door de energetische renovatie. Verder werd het openbaar groen heringericht om de sociale samenhang en de leefbaarheid te bevorderen [88]. Zowel de overheid als de onderaannemers zijn vroeg in het proces betrokken om zo alle partijen actief mee te laten denken en om innovatie uit te lokken. De woningbouwcorporatie heeft daarom een pakket van eisen samengesteld waaraan alle partijen vervolgens een zo optimaal mogelijke invulling moesten geven. Belangrijke punten van het programma van eisen waren de woningrenovaties van energielabel D naar A++ en minimale overlast voor de bewoners. Dit ambitieniveau is behaald door de ketensamenwerking op basis van de Toolkit Bestaande bouw: een woning kan in acht werkdagen gerenoveerd worden en de bewoners kunnen gedurende de renovatie in hun woning blijven wonen. De bewoners zijn gedurende de hele rit ook bij het plan betrokken, doordat de architect intensieve bewonersbegeleiding heel belangrijk vond. Er is een ondernemingsplan opgesteld, de plannen zijn in informatieavonden getoond en er is gewerkt met modelwoningen. De bewoners konden na het bekijken van de modelwoning hun mening geven over de voordeuren, de vensterbanken en verschillende panelen tussen de ramen. De architect wilde de bewoners zo inspraak geven in het uiterlijk van hun woning. Daarnaast zijn de modelwoningen gebruikt als testcase voor de aannemer om te kijken of de renovatie inderdaad binnen de gestelde 8 dagen uitgevoerd kon worden. In het begin bleek dit niet haalbaar, omdat de bouwvakkers gewend waren op een andere manier te werken. Het heeft dus even geduurd voordat de omslag naar de nieuwe manier van werken er was en de woningen binnen de voorziene uitvoeringstermijn gerenoveerd konden worden. De drie bewoners die ik geïnterviewd heb geven echter aan dat hun woningen in 6 weken gerenoveerd zouden worden en dat het langer geduurd heeft, variërend van 8 weken tot 3 maanden [89]. Dit is dus een erg groot verschil met de voorziene termijn van 8 dagen. De reden van dit grote verschil is onbekend, doordat er geen reactie van de uitvoerende partijen is gekomen naar aanleiding van de gestelde vraag. De aannemer en de woningbouwstichting hebben gezamenlijk ook nog huisbezoeken gedaan om de bewoners te informeren, zodat zij goed op de hoogte waren. Uit de interviews die ik afgenomen heb bij drie bewoners blijkt dat ze deze begeleiding doorheen het proces zeer gewaardeerd hebben.

Per woning was er een budget van 100.000 € beschikbaar en binnen deze prijs moest de aannemer de woningen energetisch renoveren, waardoor de kosten binnen het budget

zouden blijven [90]. Door de subsidies die toegekend zijn voor de zonnepanelen is het bedrag van 100.000 € per woning terug gebracht naar ongeveer 80.000 € per woning. Dit bedrag heeft de woningbouwcorporatie geïnvesteerd in de woningen, maar doordat de woningen weer 50 jaar mee kunnen kan daar een bepaalde opbrengst uit gegenereerd worden. Daarnaast is het in Nederland mogelijk om een hogere huuropbrengst te generen doordat de huur na de renovatie verhoogd kan worden zonder dat de totale huurlasten hoger worden doordat de energierekening goedkoper wordt. De bewoners betalen door de tijd door deze huurverhoging dus mee aan de investering van de woningcorporatie, waardoor zij niet het voordeel van de energiebesparing hebben maar de woningcorporatie. In Vlaanderen kunnen sociale huisvestingsmaatschappijen dit principe niet toepassen, doordat dit wettelijk verboden is.

Bij dit project konden de energetisch gestelde eisen goed gecombineerd worden met het esthetisch deel van het ontwerp (zie *Figuur 53*) [91]. Er is gewerkt met prefab gevels die in één dag geplaatst konden worden (zie *Figuur 54*) . Deze houtskeletbouw gevels bevatten 20 tot 24 cm steenwol en EPS isolatie, pvc passiefhuis schrijnwerk en driedubbele HR++ beglazing (zie *Figuur 55*) . Ook zijn de zonwering en een ventilatiesysteem type D met warmteterugwinning ingewerkt in de gevel. Tegelijkertijd kon het uitzicht van de gevel veranderd worden: er is wit stucwerk aangebracht en onderaan is er een tegelplint geplaatst.



Figuur 53 Constructieve situatie na de energetische renovatie.



Figuur 54 Prefab gevelement voor de energetische renovatie van een woning.



Figuur 55 In de nieuwe, prefab gevel zijn de ventilatieopeningen ingewerkt.

De volledige scharnierkap met zinken dakbedekking en geïntegreerde pv-panelen en zonnecollector is ook volledig geprefabriceerd en kon als geheel over het bestaande dak geplaatst worden. Hierdoor is het uiterlijk van de woningen veranderd in nieuwbouw woningen en is de beleving van de wijk veranderd. Tevens is de vloer op de begane grond aan de onderkant geïsoleerd, is er een nieuwe condensatieketel geplaatst en zijn er nieuwe radiatoren geïnstalleerd. De zonneboiler is in de eengezinswoningen op zolder geplaatst en in de een-op-eenwoningen in een kleine technische ruimte naast de gang (zie *Figuur 56*) .



Figuur 56 De plaatsing van de zonneboiler in de eengezinswoningen (links) en in de een-op-eenwoningen (rechts).

Al deze maatregelen leveren een energiebesparing op van gemiddeld 1000m³ gas per jaar en 2.600 kWh per jaar (zie *Figuur 57*). Deze besparing is natuurlijk afhankelijk van het woningtype en de oriëntatie van de woning. Als we deze energiebesparing vergelijken met de huurverhoging, blijkt dat men voor alle woningtypes geld zou moeten besparen per maand, doordat de huurverhoging lager is dan de energiebesparing per maand (zie *Figuur 58*). De drie bewoners die ik geïnterviewd heb bevestigen allemaal dat ze inderdaad veel besparen op hun energiefactuur, maar dat de besparing niet groter is dan de extra huur, zoals in de tabel weergegeven is, maar ongeveer gelijk is waardoor de totale woonlasten dus ongeveer gelijk zijn gebleven. De geïnterviewde bewoners zijn alle drie tevreden met het resultaat van de renovatie, want de tocht langs de ramen voor de renovatie heeft plaats gemaakt voor een warme, comfortabele woning.

Verwacht gemiddeld energieverbruik per eengezinswoning per jaar	Voor renovatie	Na renovatie
Gas	1.600 m ³	600 m ³
Elektriciteit	3.500 kWh	900 kWh

Figuur 57 Verwacht gemiddeld energieverbruik per jaar per eengezinswoning na de energetische renovatie. Hierbij wordt uitgegaan van het netto-verbruik en rekening gehouden met de opgewekte energie.

Woonlasten woningtype	Besparing op energierekening per maand			Huurverhoging	Besparing per maand
	Gas	Elektra	Totaal		
Eengezinswoning plat dak	€ 47	€ 20	€ 67	€ 45	€ 22
Eengezinswoning met schuin dak	€ 53	€ 48	€ 101	€ 64	€ 37
Onderwoning (1 op 1-woning)	€ 27	€ 28	€ 55	€ 34	€ 21
Bovenwoning (1 op 1-woning)	€ 33	€ 28	€ 61	€ 39	€ 22

Figuur 58 *Vergelijking tussen de maandelijkse besparing op de energierekening na de energetische renovatie en de huurverhoging.*

Dit project is het eerste seriematige renovatieproject naar bijna-nul-energiewoningen in Europa en laat zien dat woningen in bewoonde toestand in principe in zeer korte tijd gerenoveerd kunnen worden tot hedendaagse, comfortabele woningen met een lage energiefactuur. Doordat het gaat om een concept voor een product, een prefab element met geïntegreerde ventilatiekanalen, zonnepanelen en zonneboiler, dat ontwikkeld is kan dit principe ook toegepast worden op andere plaatsen.

2.1.2 Boostenwijk te Maastricht

De tweede case study is de transformatie van de Boostenwijk te Maastricht. Deze wijk is in 1935 ontworpen door architect Alphonso Boosten en bevindt zich in de Maastrichtse wijk Boschpoort (zie *Figuur 59*). De personen die bij de renovatie betrokken zijn geweest zijn Harold Janssen van SATIJNplus Architecten uit Born en woningbouwcorporatie Servatius. De wijk bestond uit 128 vooroorlogse arbeiderswoningen die woon- en bouwtechnisch in slechte staat waren, maar doordat het stedenbouwkundig ensemble een rijksmonument is, is er gekozen voor renovatie en samenvoeging van de woningen. Er zijn 57 bestaande jaren dertig stijl woningen samengevoegd tot 31 ruime en comfortabele hedendaagse woningen [92]. Dit zijn woningen die zich in het midden van de wijk bevinden en die energetische gerenoveerd zijn om de hoge energievraag te beperken. De andere woningen in de wijk zijn alleen intern, niet energetisch, gerenoveerd. Deze woningen bevinden zich langs de randen van wijk.



Figuur 59 *Hedendaags straatbeeld in de Boostenwijk.*

In *Figuur 60* en *Figuur 61* hieronder zijn het bestaande en het nieuwe inplantingsplan van de woningen te zien. Als we deze plannen met elkaar vergelijken zien we dat de bestaande tuintjes samengevoegd zijn en de verouderde bergingen verwijderd zijn. Daarnaast zijn er tussen twee stroken rijwoningen straten aangelegd, waardoor er brede, ondiepe tuinen ontstaan.



Figuur 60 *Bestaand inplantingsplan Boostenwijk.*



Figuur 61 Nieuw inplantingsplan Boostenwijk.

Er zijn woningen waarbij twee bestaande woningen samengevoegd zijn tot één nieuwe woning (zie *Figuur 60* en *Figuur 61 oranje woning(en) & bijlage 1.2 afzonderlijk boekje*). Tevens zijn er ook woningen waar drie bestaande woningen samengevoegd zijn tot twee nieuwe woningen (zie *Figuur 60* en *Figuur 61 groene woningen & bijlage 1.2 afzonderlijk boekje*). Deze woningen zijn groot en hebben een L-vormig grondplan (zie *Figuur 62*). In de nieuwe woning is een deel van de woningscheidende wand van de bestaande woning gebruikt om de secundaire ruimtes van de open leefruimtes af te scheiden. Hierdoor blijft het zichtbaar dat er meerdere bestaande woningen samengevoegd zijn tot een nieuwe woning (zie *Figuur 63* en *Figuur 64*).



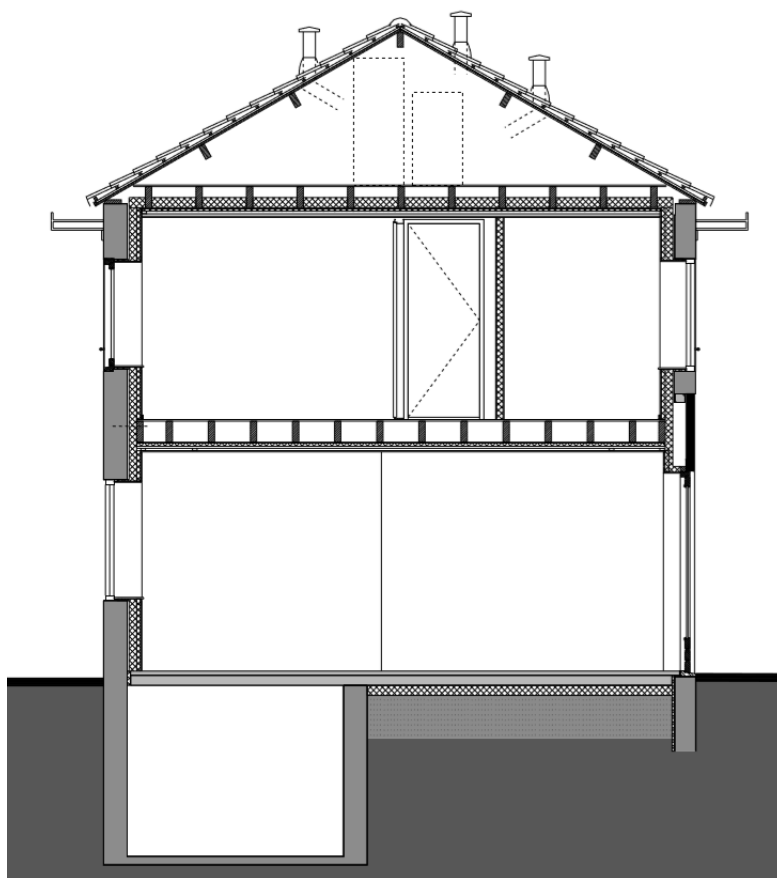
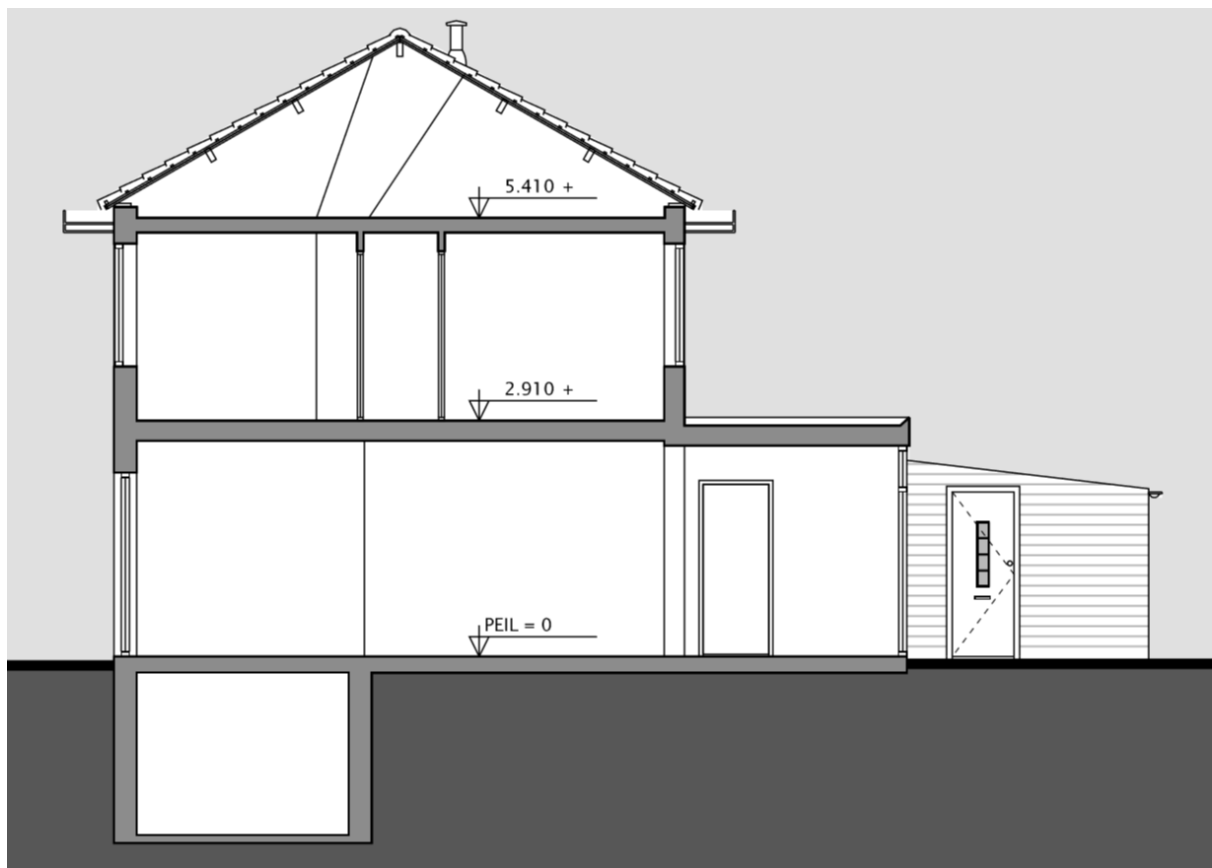
Figuur 62 Drie bestaande woningen zijn samengevoegd tot twee woningen. De bruine deuren zijn de voordeuren die nu nog gebruikt worden, terwijl de witte voordeuren niet meer dienst doen als voordeur door de samenvoeging.



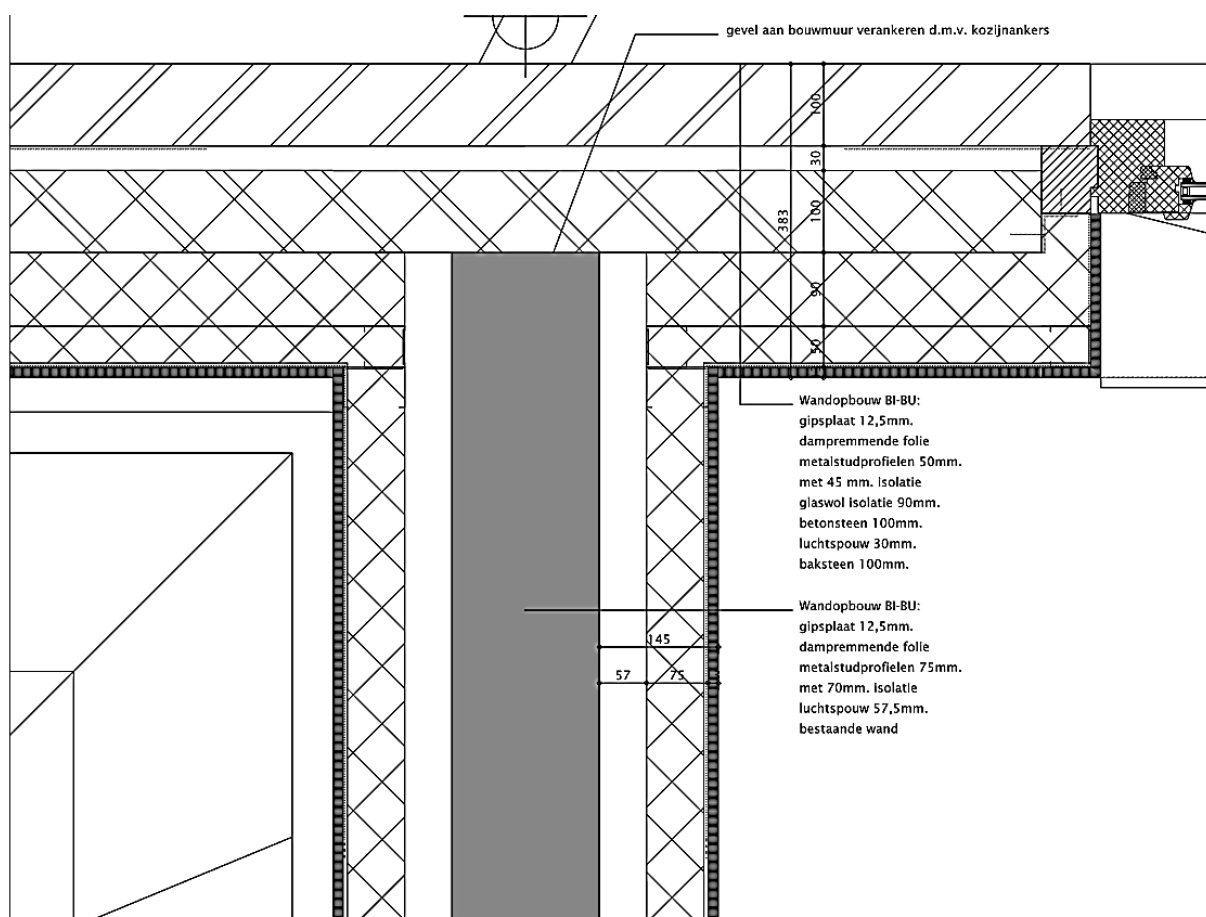
Figuur 63 Het interieur van de bestaande woning bestond op de begane grond uit een rechthoekige leefruimte met de zitkamer aan de straatzijde en de eetkamer aan de tuinzijde. In de uitbouw aan de achterzijde van de woning bevond zich een kleine keuken.



Figuur 64 Het interieur van de nieuwe gerenoveerde en samengevoegde L-vormige woning bestaat op de begane grond uit een grote leefruimte met zitkamer aan de tuinzijde en eetkamer en ruimere keuken aan de straatzijde, die deels gescheiden wordt van de zit- en eetkamer door de vroegere woningscheidende wand.



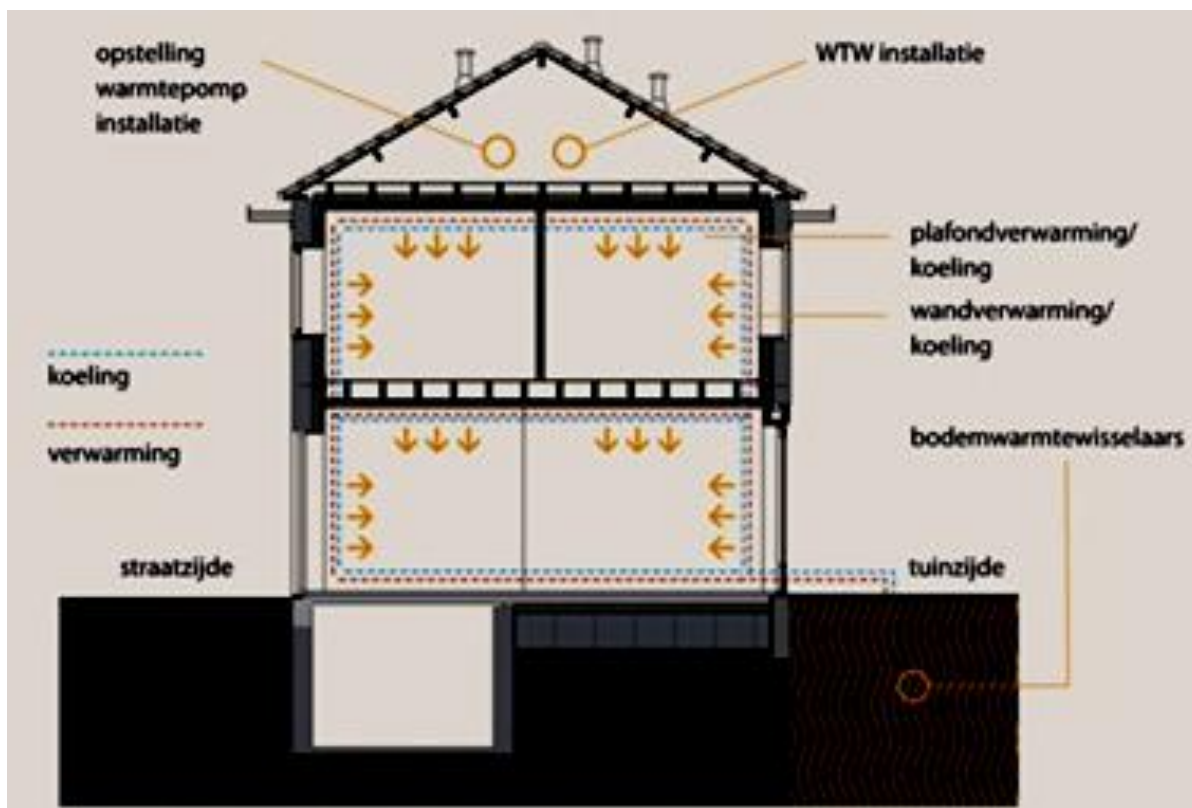
Figuur 65 Oorspronkelijke snede (boven) en nieuw snede (onder).



Figuur 66 Detaïldoorsnede van de aansluiting van de buitenmuur en de binnenmuur die als scheidingsmuur tussen twee woningen dient.

De woningen zijn vervolgens tot op het casco gestript en zijn aan de binnenzijde hoogwaardig geïsoleerd, omdat de buitenzijde van de woningen niet mocht veranderen omdat de woningen de status van monument bezitten [93]. De buitenmuren zijn geïsoleerd met 9 cm glaswol en 4,5 cm isolatie tussen metalstudprofielen, de binnenmuren met 7 cm isolatie tussen metalstudprofielen, de vloer aan de onderzijde met 12 EPS en de verdiepingsvloer met 12 cm isolatie tussen de balken en in het vrijhangende plafond waar de plafondverwarming in verwerkt is 3 cm isolatie (zie *Figuur 65* en *Figuur 66*). Er is ook de nodige aandacht aan de ramen besteed. De kozijnen zijn vervangen en is er HR++ glas geplaatst, om de buitenschil zo goed mogelijk isolerend te maken. Dit kon voor gebeuren, ondanks de monumentale status van de woningen, doordat de ramen in zo'n slechte staat waren dat ze niet meer te restaureren waren. Er zijn daarom nieuwe ramen gemaakt aan de hand van nieuwe details die gemaakt zijn op basis van de bestaande ramen, waardoor de ramen er hetzelfde uitzien als de bestaande ramen. Hierdoor wordt er geen afbreuk gedaan aan de monumentale status en voldoen de ramen aan de hedendaagse eisen. In de woningen is er een innovatief doos-in-doos systeem geplaatst voor individuele verwarming en koeling op basis van straling: comfort +. Dit systeem is ontworpen door Jos Lichtenberg en Frans Lemmens van A2L en bestaat uit

metal stud profielen en 15mm dikke gipsplaten waarin watervoerende leidingen zijn aangebracht [94]. De plaatsing van dit systeem zorgt ook voor de luchtdichtheid van de woningen. Het comfort+ systeem wordt gecombineerd met een energieopslagsysteem in de bodem en individuele aardwarmtepompen, waardoor de woningen op zeer lage temperatuur verwarmd en gekoeld kunnen worden (zie *Figuur 67*).



Figuur 67 Renovatieconcept woningen Boostenwijk.

Daarnaast is er in elke woning nog een ventilatiesysteem type D geplaatst. Door al deze energetische maatregelen is de EPC⁷ van de gerenoveerde woningen 0,74, waardoor ze een energielabel A krijgen (zie *Figuur 3*). De bewoners die ik geïnterviewd hebben veel problemen gehad met het comfort + systeem, omdat er geen uitleg gegeven is over de werking van het koelsysteem [95]. De bewoners hebben hierdoor in het begin veel problemen gehad, want ze kregen geen balans gevonden doordat zowel de warme lucht als de koude, schone lucht uit het plafond kwamen (zie *Figuur 68*). Daarnaast kregen ze hele hoge energierekeningen, doordat het systeem niet goed ingesteld stond. Als verbeterpunt wordt door de bewoners dus aangegeven dat ze goed geïnformeerd hadden willen worden over de werking van het comfort+ systeem en over de energiekosten die het systeem met zich meebrengt.

⁷ EPC staat hier voor de Nederlandse indicator energieprestatiecoëfficiënt, equivalent aan het Vlaamse E-peil.



Figuur 68 De uitblaasroosters voor de verse lucht van het Comfort + systeem zijn aan de achterzijde van de woning geplaatst.

De overige 71 bestaande woningen zijn niet energetisch gerenoveerd, maar enkel op traditionele wijze gerenoveerd: er is geschilderd en de badkamers en keukens zijn aangepast aan de hedendaagse woonwensen [96].

De huurprijs van de woningen die energetisch gerenoveerd zijn is fors omhoog gegaan, doordat de energetische kwaliteit van de woningen is verbeterd en doordat deze woningen vergroot zijn. Aangezien de nieuwe huurprijs hoger is dan de grens tot waar huursubsidie wordt gegeven behoren de woningen niet meer tot de sociale doelgroep [97]. Bijna alle bewoners konden daarom niet in hun huurwoningen blijven wonen, omdat ze daarvoor het budget niet hadden. De woningcorporatie heeft die mensen daarom een alternatieve woning in de buurt aangeboden. Er is één koppel teruggekeerd naar hun huurwoning na de energetische renovatie en de vrouw van dit koppel heb ik geïnterviewd. Zij hebben nog 1 - 1,5 jaar huur betaald aan de woningcorporatie, maar daarna hebben zij de woning kunnen kopen [98]. Daar waren ze heel blij mee, want de huurprijs na de renovatie was 3 keer zo hoog als voor de verbouwing terwijl de woning maar dubbel zo groot was. De huurprijs is dus met een factor van circa 1,5 keer gestegen. De rest van de woningen die energetische gerenoveerd zijn, zijn ook verkocht. Dit waren echter allemaal nieuwe bewoners. Het was daardoor onmogelijk om drie bewoners te vinden die voor de renovatie in de woningen gewoond hebben en na de renovatie naar de woning terug zijn gekeerd. Ik heb een jong koppel gevonden waarvan de vrouw bij haar ouders in een van de woningen in de wijk gewoond heeft. Zij kon de woningen voor en na de renovatie wel vergelijken, maar heeft het renovatieproces niet meegemaakt. Gegevens over de renovatie heb ik daardoor alleen maar gehoord van het enige koppel dat teruggekeerd is naar hun woning. Zij hebben tijdens de renovatiewerkzaamheden in een flat in de buurt gewoond. Volgens de bewoonster zou de renovatie 12 - 13 maanden per woning

gaan duren, maar heeft het uiteindelijk maar 9,5 maand geduurd. Dit viel voor hen heel erg mee. Echter was de voorziene uitvoeringstermijn volgens de architect maar 6 maanden per woning en zou de benodigde tijd tussen de 5 - 7 maanden per woning geweest zijn. Dit is echter toch een behoorlijk verschil. De reden van dit verschil is onbekend, doordat er geen reactie van de uitvoerende partijen is gekomen naar aanleiding van de gesteld vraag.

Als we de renovatietijd en -methode vergelijken met die van de vorige case, de Bestaande Wijk van Morgen, blijkt het ingewikkelder te zijn om woningen die de status van monument hebben energetisch te renoveren. Dit ligt er aan dat er bij een monument alleen aan de binnenzijde geïsoleerd mag worden, terwijl er bij woningen die geen monument zijn het mogelijk is om een nieuwe prefab gevel aan de buitenzijde van de bestaande woning te bevestigen. Het gevolg hiervan is dat de renovatietijd bij monumenten veel langer is en dat de bewoners hierdoor tijdens de renovatie niet in hun woning kunnen blijven wonen, waardoor er gezorgd moet worden dat ze tijdelijk ergens anders kunnen verblijven.

2.1.3 Philipsdorp te Eindhoven

De derde case study is de transformatie van Philipsdorp te Eindhoven (zie *Figuur 69* en *Figuur 70*). Dit fabrieksdorp is vanaf 1910 gebouwd in drie fases om te voldoen aan de woonbehoefte van de werknemers van de Philips Gloeilampenfabriek. Het dorp moest de fabrieksarbeiders gezonde woningen met voorzieningen en diepe tuinen met ruimte voor een moestuin bieden en ze moesten dicht bij de fabriek gelegen zijn. De woningen waren voor die tijd groot en het sanitair was modern. Het tuindorp is ontworpen door stedenbouwkundige G.J. de Jongh en bestaat uit een romantisch stratenpatroon met landelijke architectuur. Daarnaast zijn er na 1916 nog drie andere buurten ontworpen in dezelfde stijl als het oorspronkelijke bedrijfsdorp door architect K.P.C. de Bazel. Centraal in de wijk was een centraal park voorzien dat vervangen is voor het Philips Stadion en het Stadionkwartier [99].

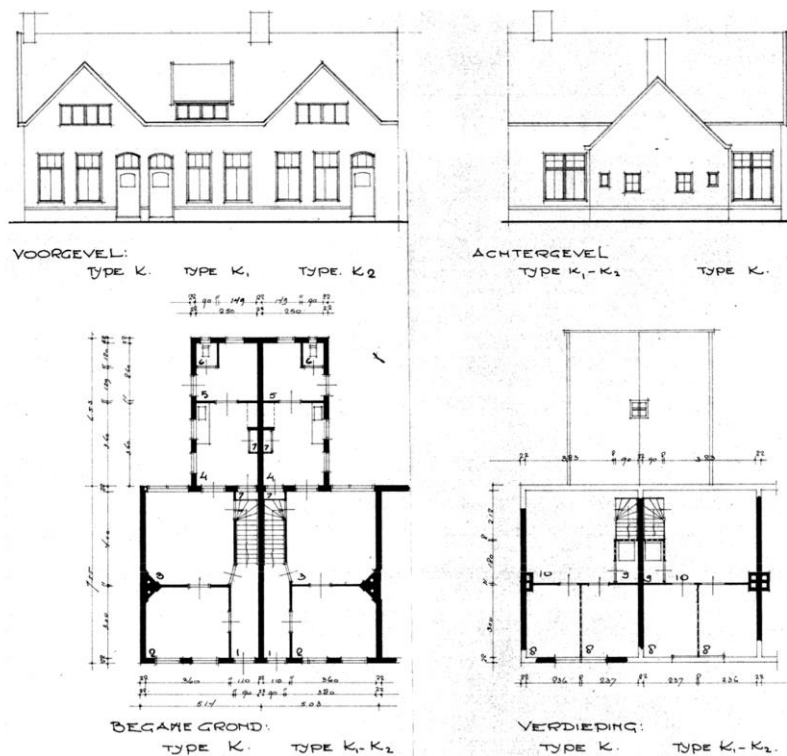


Figuur 69 Oorspronkelijk straatbeeld Philipsdorp te Eindhoven.



Figuur 70 Hedendaags straatbeeld Philipsdorp te Eindhoven.

De woningen in het dorp zijn vandaag de dag nog steeds in trek door het karakter van de wijk, de aanwezige ruimte en de tuinen. Daarnaast is de wijk cultuurhistorisch waardevol, is het grootste deel van de wijk beschermd stadsgezicht en zijn veel van de woningen gemeentelijke monumenten. Hierdoor is er gekozen voor behoud en renovatie: er worden bescheiden correcties gedaan om de oorspronkelijke kwaliteit weer voelbaar te maken en tegelijkertijd worden de woningen aangepast aan de hedendaagse eisen wat betreft comfort, uitrusting en duurzaamheid [100]. Hierdoor wordt de levensduur van de woningen met 40 jaar verlengd. De woningen vormen een eenheid doordat ze zijn ontworpen aan de hand van casco- en beeldafspraken, waardoor er veel variatie in de woningen zit. De wijk bestaat namelijk uit meer dan vijftig typen woningen die in de loop van de tijd verbouwd en aangepast zijn. Hierdoor zijn de woningen behoorlijk verschillend, waardoor de renovatie maatwerk is [101]. Ondanks de verschillen tussen de woningen en de woninggrootte (factor 1,5 tussen de kleinste en de grootste woningen) is er wel een overwegend type woningen te onderscheiden: de 'aanbouw'-woning (zie *Figuur 71*). Dit type bestaat uit een hoofdbouw voor de leefruimtes en een aanbouw voor de overige voorzieningen [102]. De bruto oppervlakte van de begane grond van de hoofdbouw varieert van 35 - 50 m² en van de aanbouw 15 – 20 m².



Figuur 71 Oorspronkelijke plannen waren niet te achterhalen. De plannen hierboven dateren uit 1960.

De begane grond van de hoofdbouw bevatte aan de voorzijde de 'mooie kamer' en aan de achterzijde de eet- en woonkamer waar in het stookseizoen ook gekookt werd. De begane grond van de aanbouw werd gebruikt als keuken, berging en het toilet was daar gesitueerd. Op de verdieping van de hoofdbouw waren de slaapkamers gelegen. De verdieping van de aanbouw werd eerst deels gebruikt als slaapkamer en de rest als zolder, maar later werd de gehele ruimte gebruikt voor slaapkamers. Vroeger werden alle woningen gebruikt door gezinnen, terwijl de gemiddelde woningbezetting nu 1,6 – 1,7 personen bedraagt. Daardoor zijn de woningen naar hedendaagse begrippen ruim genoeg.

De partijen die bij de renovatie betrokken zijn geweest zijn woningbouwcorporatie Woonbedrijf, gemeente Eindhoven, Buurtbelangen Philipsdorp en vertegenwoordigers van de bewoners. Deze partijen vormen samen projectgroep Integrale Wijkvernieuwing Philipsdorp. Daarnaast heeft elke buurt een eigen wijkvernieuwingcommissie (WVC) en worden er professionals en onafhankelijke adviseurs ingeschakeld om zo met alle betrokken partijen een renovatieplan per fase te ontwikkelen. Basis van deze manier van werken is het verkrijgen van goede renovatieplannen en draagvlak in de buurt [103]. Er worden ook bewonersbegeleidsters ingeschakeld die bewoners de nodige informatie, uitleg en advies geven. De bewoners kunnen een afspraak maken met de bewonersbegeleidster die dan aan huis komt of ze kunnen naar het wekelijks spreekuur gaan.

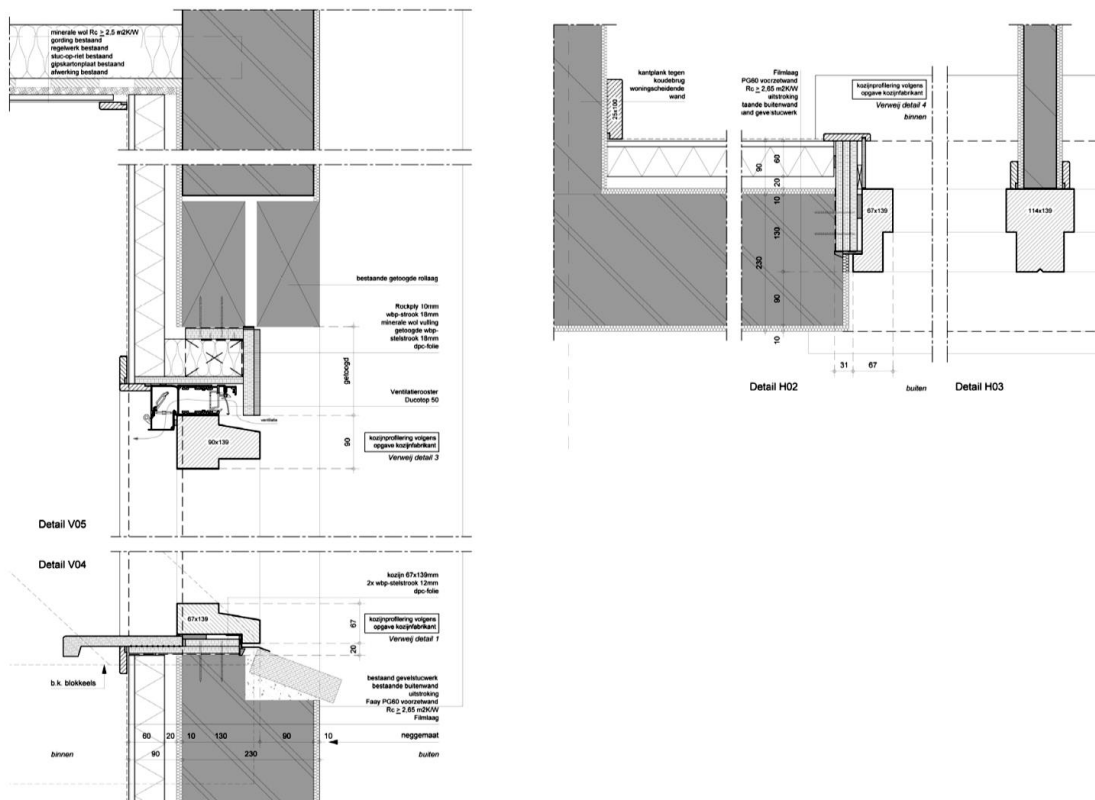
De woningen worden zowel binnen als buiten onder handen genomen om zo het energetisch renoveren te koppelen aan het noodzakelijk onderhoud. De kosten hiervan bedragen gemiddeld 130.000 euro per woning [104]. De huur van de woningen wordt hierdoor verplicht verhoogd met ongeveer 50 euro, maar daar staat een zuinigere, comfortabelere en gezondere woning tegenover. De buitenschil wordt aan de binnenzijde grondig uitgepakt: de gevels en daken of verdiepingsvloeren worden volledig geïsoleerd, de houten begane grondvloer wordt vervangen voor een geïsoleerde betonvloer met daaronder 25 cm argexkorrels en de koudebruggen worden verholpen [105]. De gevels worden geïsoleerd met FAAY-wanden die bestaan uit 6 cm PIR en een gelijmde gipsplaat van 95 mm. Als woningen een vaste trap naar de zolder hebben wordt het dak geïsoleerd met 8,5 cm minerale wol tussen metal studs en als er geen vaste trap naar zolder is, wordt de houten verdiepingsvloer aan de bovenzijde geïsoleerd met 10 cm minerale wol. Tevens wordt er bij deze werkzaamheden rekening gehouden met de luchtdichtheid. Daarnaast worden de houten kozijnen vernieuwd en worden de ramen vervangen voor dubbele HR++ beglazing, wordt het gevelmetselwerk gereinigd en wordt er een mechanisch ventilatiesysteem geplaatst. Hierdoor gaan de woningen variërend van energielabel D tot en met F naar label B en enkele woningen zelfs tot label A.



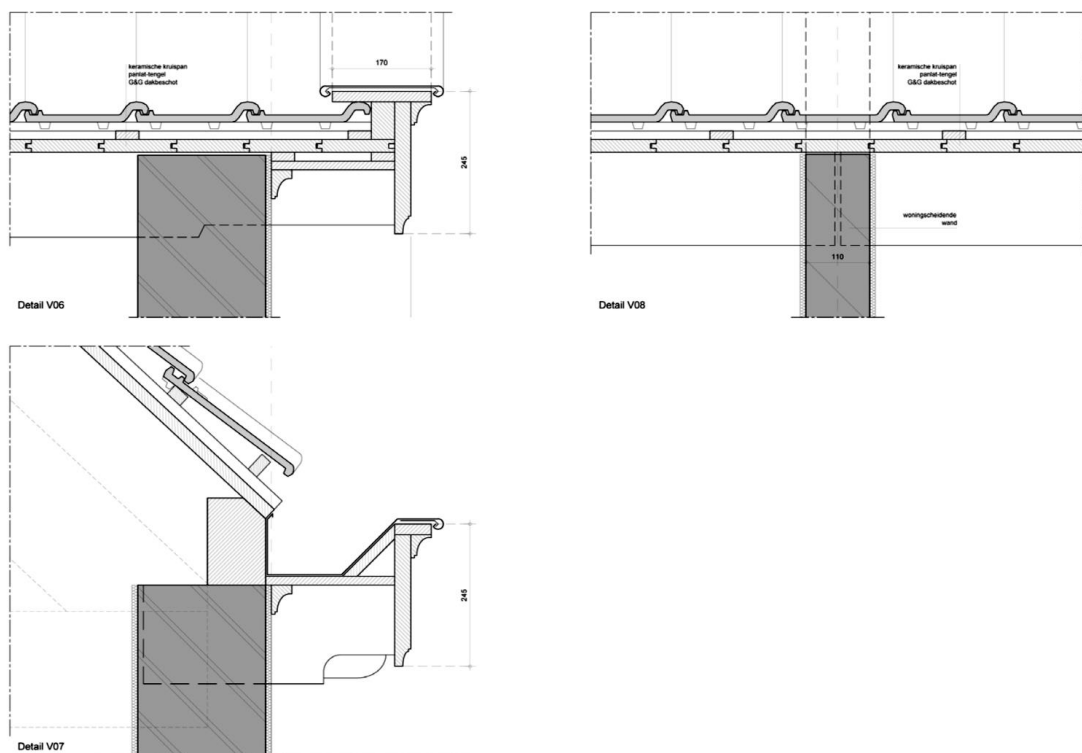
Figuur 72 De ventilatieroosters zijn zo ontworpen dat ze aan de buitenkant onzichtbaar zijn, waardoor de woningen hun authentieke uitstraling behouden.

Figuur 72 tot en met Figuur 76) [106].

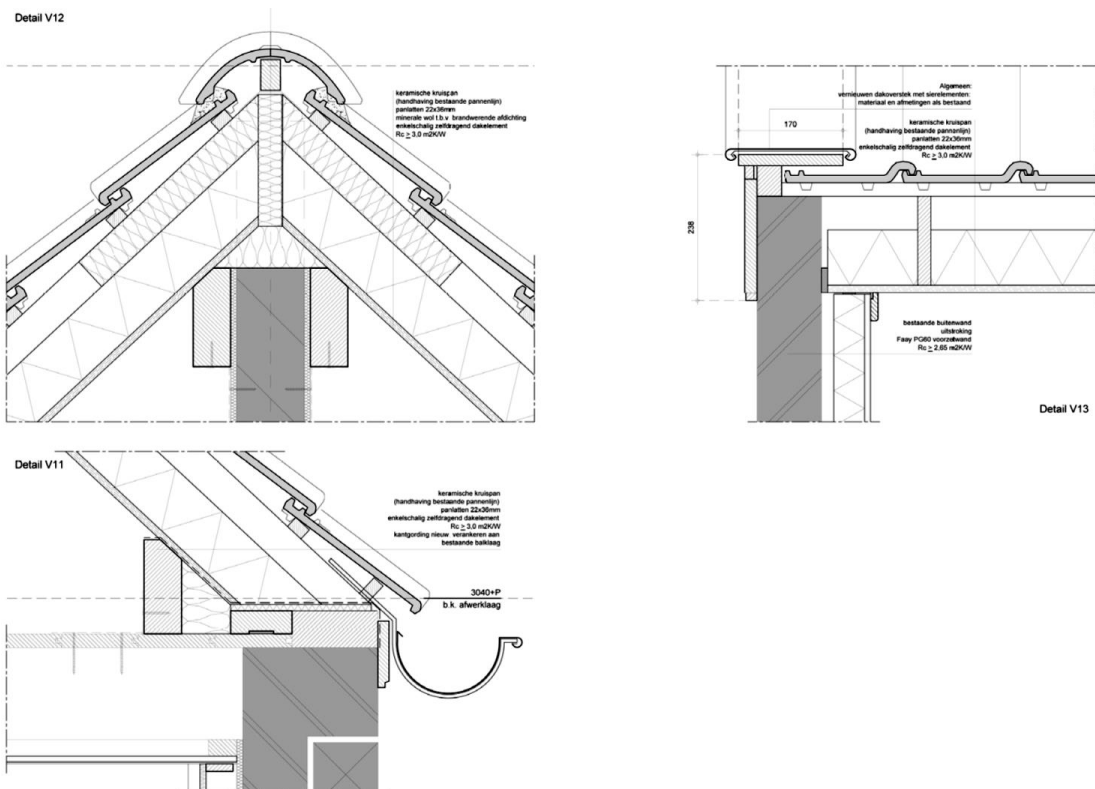




Figuur 74 Details van de aansluiting van de kozijnen met de gevel na de renovatie. Er is te zien dat de woningen aan de binnenzijde van de bestaande muren geïsoleerd zijn.



Figuur 75 Details van de aansluiting van de gevel en het dak voor de renovatie.



Figuur 76 Details van de aansluiting van de gevel en het dak na de renovatie. Er is te zien dat de woningen aan de binnenzijde van het bestaande dak geïsoleerd zijn.

De renovatie is gebeurd per huizenblok (zie *Figuur 77*) en de bewoners zijn gedurende de renovatie van circa zes tot acht weken verhuisd naar een wisselwoning in de wijk. In de wisselwoning konden de bewoners gebruik maken van tijdelijke voorzieningen: tv-, internet-, gas- en elektra-aansluitingen en een tijdelijke brievenbus. Ze verhuisden een à twee weken voor het begin van de renovatie naar deze wisselwoning en hadden na de renovatie drie weken de tijd om terug te verhuizen naar hun gerenoveerde woning. De bewoners hebben tevens een tegemoetkoming voor de verhuis- en herinrichtingskosten gekregen [107]. Deze tegemoetkoming was volgens de bewoners die ik geïnterviewd heb in verhouding met kosten die de bewoners moeten maken om de woning opnieuw af te werken en de tijd die ze er in moeten steken erg laag [108]. Tevens vonden ze de drie weken die ze kregen om terug te verhuizen naar hun woning en alles af te werken te kort. Als verbeterpunt hebben ze daarom aangegeven dat de tegemoetkoming voor het verhuizen verhoogd moet worden en dat de verhuistijd verlengd moet worden. De bewoners hadden doorgekregen dat de renovatie circa 11 weken zou duren, terwijl de renovatie uiteindelijk 13 weken geduurd heeft. Als we dit vergelijken met de voorziene uitvoeringstermijn volgens de architect, 6 – 8 weken, is dit verschillend. Waarschijnlijk is dit verschil te wijten aan het feit dat de architect enkel de renovatietijd geteld heeft en dat de bewoners de tijd van het verhuizen naar- en van de wisselwoning erbij tellen. Dan kom je namelijk op 10 – 12 weken, wat ongeveer overeenkomt

met de termijn die de bewoners aangeven. De bewonersbegeleiders zouden dit misschien duidelijker kunnen communiceren naar de bewoners, zodat zij beter weten wat hen te wachten staat. De communicatie tussen de bewoners en de woningcorporatie is verder goed verlopen, want volgens een van de bewoners werden vragen snel beantwoord. Het uithuizen is volgens een bewoner ook goed georganiseerd en met het resultaat zijn alle drie de geïnterviewde bewoners tevreden.



Figuur 77 Renovatie is in volle gang in Oud - Philipsdorp te Eindhoven.

Bij deze case blijkt, net als bij de vorige case, dat de renovatietijd bij woningen met de status van monument langer is dan voor woningen zonder deze status. Het gevolg hiervan is dat de bewoners tijdens de renovatie niet in hun woning kunnen blijven wonen, waardoor ze dus tijdelijk moeten verhuizen naar een wisselwoning. Dit heeft een grote impact op de bewoners en brengt tevens extra kosten en extra werk met zich mee.

2.1.4 Lieveendaal te Eindhoven

De vierde case study is de energetische renovatie van Lieveendaal te Eindhoven. Deze wijk is net na de oorlog, in 1949, gebouwd en bestaat uit 248 BBB-woningen [109]. De afkorting BBB staat voor Bredero's Beton Bouw. Dit is een rationele bouwwijze waar één type woningen gebouwd is met een betonnen casco: een betonnen skelet, gemetselde holle betonwanden en betonnen vloeren [110]. De wijk lijkt op een vooroorlogs tuindorp door de toepassing van gesloten bouwblokken, de gevelopbouw die bestaat uit één laag met kap en de materialen die toegepast zijn, een bakstenengevel met keramische dakpannen (zie *Figuur 78* en *Figuur 79*). Aangezien het ruim opgezette woningen zijn, 5,39 meter breed en 8,57 meter lang, met een goede plattegrond voldoen ze mits een optimalisatie van de plattegrond qua maat aan de hedendaagse eisen.



Figuur 78 Traditioneel straatbeeld Lieveendaal.

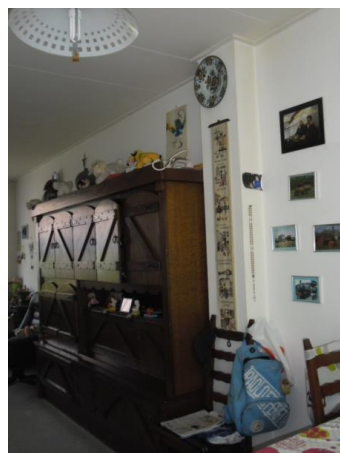


Figuur 79 Hedendaags straatbeeld Lieveendaal.

Doordat er door de jaren heen enkel kleine ingrepen gedaan zijn aan de woningen en de marktpositie van deze woningen beter was dan de omliggende woningen, is er in 1999 besloten om de wijk te herontwikkelen en de BBB-woningen energetisch te renoveren. Hierdoor wordt de levensduur van de woningen met 25 jaar verlengd, voldoen de woningen weer aan de uitrusting en het comfort van deze tijd en worden er maatregelen genomen om de toenemende energielasten te verminderen.

Bij de renovatie is er gezocht naar een oplossing om zowel het kwaliteitsvolle karakter van de wijk te behouden (zie *Figuur 80 - links*), maar tegelijkertijd de functionaliteit en de technische staat van de woningen te verbeteren. De woningen zijn zowel aan de buitenzijde als aan de binnenzijde aangepakt. De gevels zijn niet geïsoleerd, omdat de spouw van 4 cm bij de vorige renovatie, in 1976, volgespoten is met ureumformaldehyde-schuim. Wel zijn de gevels waar nodig is gerepareerd en gestraald, de begane grondvloer is aan de onderzijde geïsoleerd met 8 cm PUR schuim, het dak is bij een deel van de woningen vernieuwd en tevens geïsoleerd met 9,6 cm PUR en er is een zonneboiler op het dak geplaatst (zie *Figuur 81*, *Figuur 82* en *Figuur 83*) [111]. Er is ook rekening gehouden met de luchtdichtheid bij het

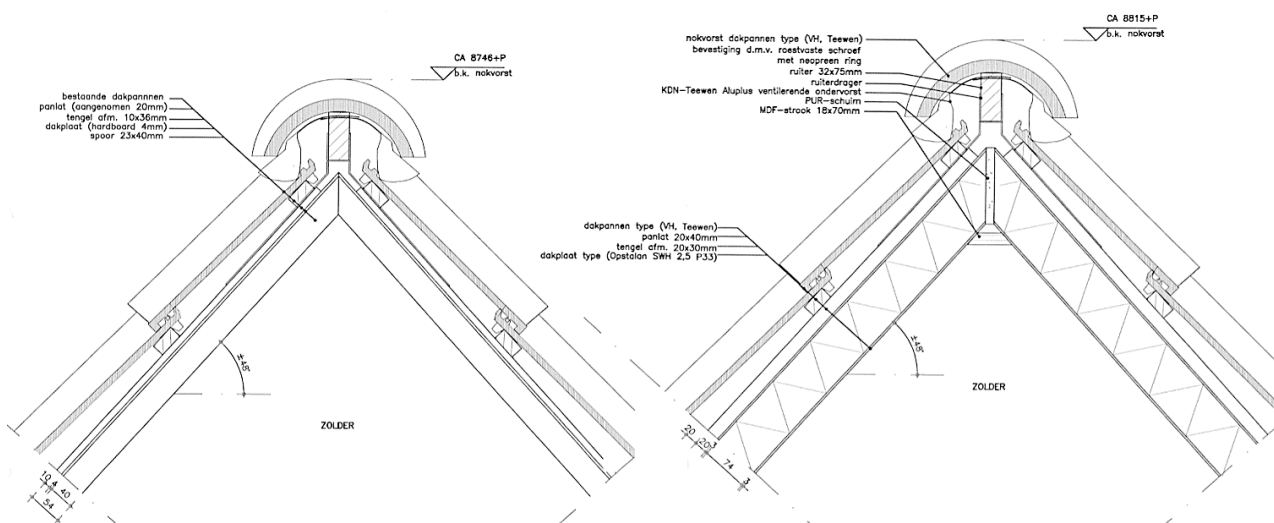
renoveren van deze onderdelen. Daarnaast is er in alle woningen een hoogrendementsketel geplaatst en een ventilatiesysteem type C geïnstalleerd (zie *Figuur 80 - rechts*).



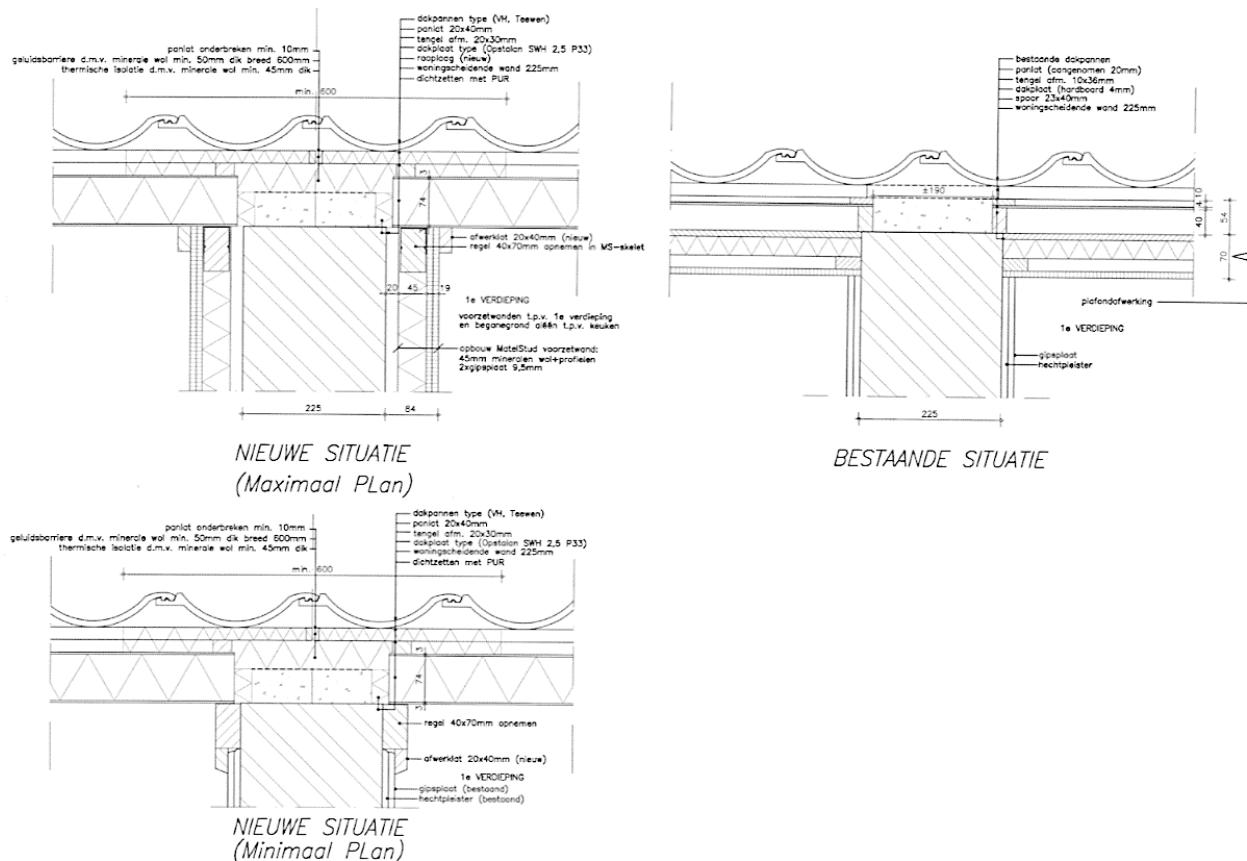
Figuur 80 De ventilatieroosters (links) zijn zo ontworpen dat ze aan de buitenkant onzichtbaar zijn, waardoor de woningen hun authentieke uitstraling behouden. Tevens is er in de woning een ventilatiesysteem (rechts) geplaatst, waardoor er kanalen door de woning lopen.



Figuur 81 Woningen in de wijk Lieveendaal met afhankelijk van de zon aan de voor- of de achterzijde de zonnecollectoren.



Figuur 82 Detail van de nok van het hellend dak: de oorspronkelijke, niet geïsoleerde toestand (rechts) en de nieuwe, geïsoleerde toestand (links).



Figuur 83 Detail van de aansluiting van de muur en het dak: de oorspronkelijke, niet geïsoleerde toestand (rechts) en de nieuwe, geïsoleerde toestand zowel van het minimaal plan (linksonder) als het maximaal plan (linksboven).

De bewoners waren verplicht dit minimale pakket te laten uitvoeren, maar konden daarnaast kiezen voor een maximaal pakket. Dan werd ook de indeling van hun woning aangepast (mogelijkheid om van 3 slaapkamers 2 slaapkamers te maken), werden de keukens, de badkamer en het toilet vervangen en werd er geluidsisolatie geplaatst om de geluidsoverdracht tussen de woningen te beperken (zie *Figuur 83*). 80% van de woningeigenaars hebben voor dit maximale pakket gekozen en volgens de geïnterviewde bewoners werkt de geplaatste geluidsisolatie goed, want het geluid van de buren horen ze niet meer. Er is tevens geprobeerd de overlast van de renovatiewerkzaamheden te beperken voor de bewoners door 40 wisselwoningen in de buurt beschikbaar te stellen waar bewoners tijdens de werkzaamheden aan het dak van hun woning konden verblijven.

Het heeft veel moeite gekost om de bewoners enthousiast te maken voor de renovatie, omdat er in het begin veel weerstand was. Er is toen gezocht naar een methode om de juiste informatie over te brengen naar alle bewoners. Er is een commissie opgestart met een bewonersvertegenwoordiger waar periodiek mee overlegd en er is een modelwoning gemaakt waar de bewoners een energetisch gerenoveerde woning konden gaan bekijken. Er is ook een bewoners enquête opgesteld om het draagvlak van de bewoners te meten. Daaruit bleek dat 84% van de bewoners positief waren en dat 16% bedenkingen hadden. Daarna is er een

bewonersbegeleider aangesteld om de bewoners individueel te informeren. De geïnterviewde bewoners zijn alle drie tevreden over de begeleiding voor de renovatie, maar verschillend van mening over de begeleiding na de renovatie. Een van de drie bewoners geeft aan dat er na de renovatie een gesprek is geweest over het verloop van de renovatie, terwijl de andere twee bewoners aangegeven hebben dat er na de renovatie geen begeleiding gegeven is. Verder zijn de geïnterviewde bewoners alle drie tevreden met het verloop en het resultaat van de renovatie.

De kosten van de energetische renovatie per woning waren 49.478 euro inclusief BTW. Dit bedrag is betaald door de woningbouwcorporatie en is opgebouwd uit 17.551 euro voor de schilrenovatie, 22.378 euro voor de interne werkzaamheden, 7.972 euro voor de installaties en 1.577 euro voor de gemeenschappelijke ruimtes. Het energielabel is door de renovatie gedaald van label E (2.06) naar label B (1.12). De kale huurprijs voor de renovatie was 429 euro per maand en na de renovatie 485 euro per maand voor nieuwe huurders, voor huurders die voor de renovatie al in de woningen woonden werd de huur niet verhoogd [112]. Als we de investering per woning, die de woningbouwcorporatie heeft gedaan, delen door de extra huurkosten per maand blijkt dat de terugverdientijd ruim 883 maanden ofwel bijna 74 jaar is. Als we dit vergelijken met de levensverlenging van de woningen van 25 jaar blijkt dat de investering binnen deze termijn maar voor circa 1/3 terugverdiend kan worden. Aangezien de meeste bewoners die in de wijk woonden voor de renovatie er zijn blijven wonen na de renovatie en de huur voor deze mensen niet verhoogd is kan de investering voor een nog kleiner deel terugverdiend te worden. Tevens hebben de bewoners die ik geïnterviewd heb aangegeven dat hun energiefactuur minimaal verminderd is of dat die gelijk is gebleven na de renovatie, terwijl die normaal gesproken verminderd zou moeten zijn door de energetische maatregelen die genomen zijn [113]. Volgens een van de bewoners die ik geïnterviewd heb is er geen uitleg gegeven over de werking van de technische installaties (zonneboiler, hoogrendementsketel en ventilatiesysteem) die er geplaatst zijn, dus het zou kunnen zijn dat dit de reden is van de minimale energiebesparing. In een van de vorige case studies, de 'Boostenwijk in Maastricht', bleek namelijk dat de bewoners ook een hogere energierekening kregen doordat er geen uitleg gegeven was over het verwarmings- en koelsysteem dat daar geplaatst is. Het zou voor de bewoners daarom fijn zijn als ze goed geïnformeerd worden over de installaties die er geplaatst zijn en de werking ervan, waardoor zij weten hoe ze deze installaties kunnen gebruiken en waardoor hun energierekening hopelijk daalt. Dan kunnen ze namelijk ook genieten van het financiële voordeel van de energetische renovatie, omdat ze geen extra huurkosten hoeven te betalen. Dit is een voordeel ten opzichte van de voorgaande drie projecten, omdat deze bewoners wel extra huurkosten moeten betalen aan de corporatie en dat daardoor de totale woonlasten ongeveer gelijk blijven. Dit project is wat dat betreft dus

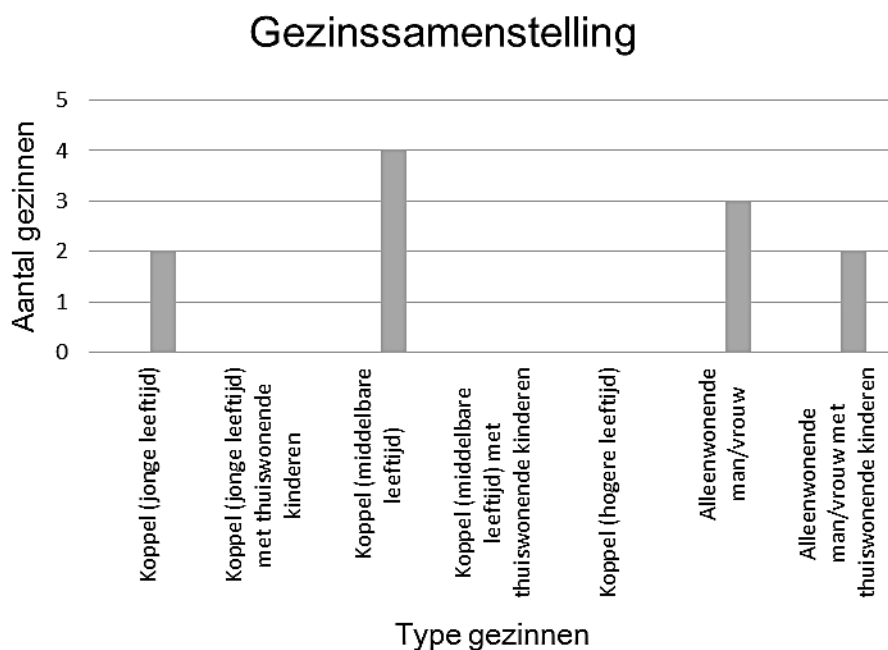
voor de bewoners gunstiger, maar voor de woningcorporatie minder gunstig aangezien zij de investering van de renovatie niet terug kunnen verdienen in de periode dat de levensduur van de woning verlengd is.

2.1.5 Conclusie

Kijkende naar de vier Nederlandse grootschalige energetische renovatieprojecten hierboven kunnen er verschillende dingen geconcludeerd worden. Als we ten eerste kijken naar de verschillende woningtypes blijkt dat 100% van de woningen rijwoningen zijn. Dit is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat het allemaal sociale woningen zijn.

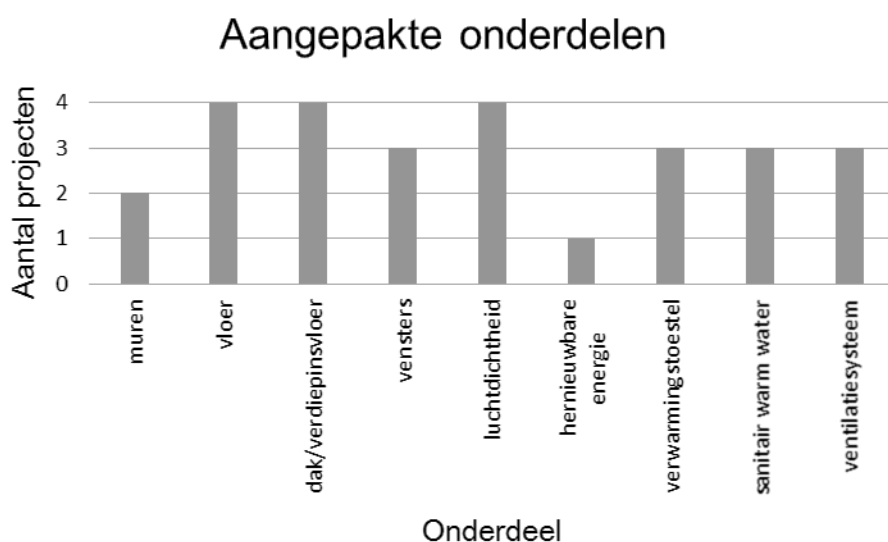
Als we ten tweede kijken naar de geïnterviewde bewoners van de verschillende projecten blijkt dat krap 10% van de bewoners nieuw zijn en ruim 90% de oude bewoners zijn. Het overgrote deel van de bewoners woonde dus al in de woning voordat de woning energetisch gerenoveerd is, doordat de woningen sociale huurwoningen zijn. De groep nieuwe bewoners bevindt zich in de 'Boostenwijk te Maastricht', omdat daar woningen samengevoegd zijn en dat de huurprijs daardoor hoger ligt dan de sociale huurgrens. Hierdoor zijn bijna alle bewoners uit de wijk verhuisd en zijn er nieuwe bewoners in de wijk komen wonen. De bewoners van de andere projecten hebben tijdens de renovatie in hun woning blijven wonen of hebben tijdelijk in een wisselwoning gewoond, afhankelijk van de uitvoeringstermijn.

Als we ten derde kijken naar de gezinssamenstelling van de geïnterviewde bewoners (zie *Figuur 84*) van een energetisch gerenoveerde sociale huurwoning blijkt 36% een koppel van middelbare leeftijd, 45% een alleenstaande man of vrouw, waarvan 40% thuiswonende kinderen heeft en 19% een jong koppel te zijn. Opvallend is dat er veel alleenstaande mensen, eventueel met thuiswonende kinderen, en koppels zonder thuiswonende kinderen geïnterviewd zijn. Dit komt waarschijnlijk doordat de interviews overdag op een doordeweekse dag zijn afgenomen en dat veel jonge koppels of koppels van middelbare leeftijd dan werken.



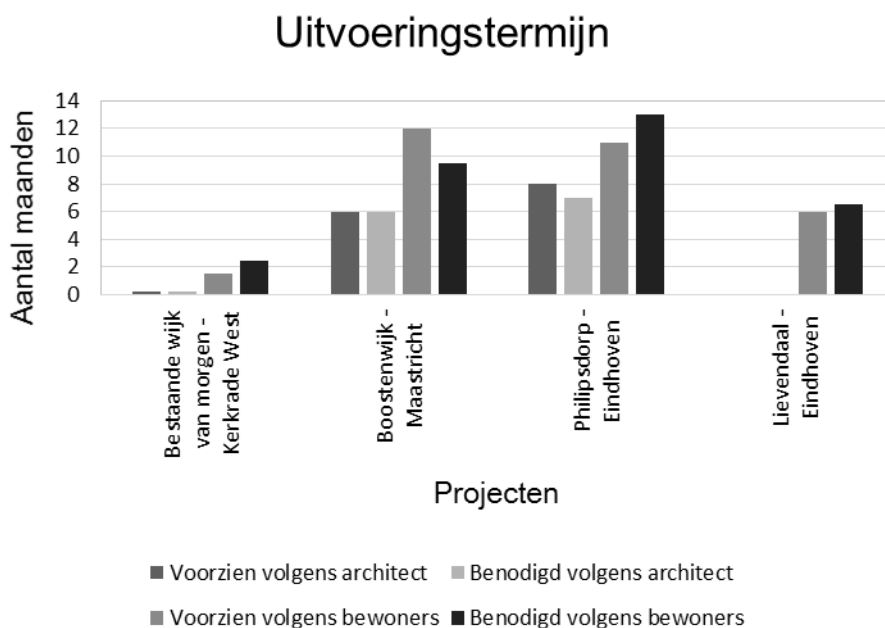
Figuur 84 Gezinssamenstelling geïnterviewde bewoners van de grootschalige energierenovaties.

Als we ten vierde kijken naar de onderdelen (zie *Figuur 85 x-as*) die aangepakt zijn tijdens de energetische renovatie blijkt dat bij 25% van de renovaties alle onderdelen aangepakt zijn. Vooral het onderdeel hernieuwbare energie is bepalend voor dit percentage, want als we naar alle andere onderdelen kijken, blijken deze bij 50% van de woningen aangepakt. Aangezien er bij 25% van de projecten de muren bij een vorige renovatie geïsoleerd zijn is dus de gehele schil bij 75% van de woningen geïsoleerd en daarnaast zijn er bij deze woningen technische installaties geïnstalleerd. Bij het grootste deel van de projecten zijn dus bijna alle onderdelen aangepakt bij deze renovatie.



Figuur 85 Aangepakte onderdelen van de grootschalige energierenovaties.

Als we ten vijfde kijken naar de termijn die door de architect voorzien was voor de energetische renovatie (zie *Figuur 86*) en de termijn die het volgens de bewoners geduurd heeft, blijkt er bij alle projecten een groot verschil te zijn. De voorziene uitvoeringstermijn per woning was in de 'Bestaande wijk van Morgen' 8 dagen en de benodigde termijn volgens de bewoners 2,5 maand, in de 'Boostenwijk' was de voorziene termijn 6 maanden per woning en de benodigde termijn 9,5 maand, in 'Philipsdorp' was de voorziene termijn 7 maanden per woning en de benodigde termijn 13 maanden en in 'Lievendaal' is de voorziene termijn onbekend, omdat de architect niet bij de uitvoering betrokken is geweest. Volgens de bewoners van de woningen in 'Lievendaal' was de voorziene termijn 6 maanden en de benodigde termijn ongeveer 6,5 maanden per woning. Bij alle projecten is de voorziene uitvoeringstermijn door de architect dus korter dan de termijn die de uitvoering volgens de bewoners geduurd heeft. Dit verschil heeft is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat de architecten alleen de termijn van de bouwkundige renovatiewerkzaamheden tellen, terwijl de bewoners de termijn van de totale renovatiewerkzaamheden inclusief afwerkingen tellen. Daarnaast telt de architect bij de termijn van de renovatiewerkzaamheden niet de tijd voor het eventueel verhuizen naar de wisselwoningen, terwijl de bewoners deze er wel bijtellen. Tevens valt op dat de uitvoeringstermijn van een van de vier projecten heel kort is in vergelijking met de andere drie projecten. Dit ligt aan het feit dat dit project geen monumentale woningen bevatte, waardoor het mogelijk was om geïsoleerde prefab elementen aan de buitenzijde tegen de woning aan te brengen. Daarnaast is de termijn van een van de drie andere projecten ook behoorlijk korter dan de overige projecten. In dit project was er geen sprake van monumentale woningen, maar om het karakter van de wijk te behouden is er zoveel mogelijk geïsoleerd langs de binnenzijde. Dit resulteert in een langere uitvoeringstermijn en daarnaast is dit project veel langer geleden uitgevoerd dan de andere projecten, waardoor er minder ervaring was met energetisch renoveren en de uitvoering daardoor dus ook langer geduurd heeft.



Figuur 86 Uitvoeringstermijn van de grootschalige energierenovaties.

Als we ten zesde kijken naar de benodigde kosten die bij de verschillende projecten voorzien waren voor de energetische renovatie van de woningen blijkt dat bij 25% van de projecten de benodigde kosten niet bekend zijn bij de architect, bij 50% van de projecten de voorziene en benodigde kosten gelijk waren en bij 25% van de projecten de benodigde kosten in het begin van de renovatie aanzienlijk hoger waren dan de voorziene kosten, maar dat de benodigde kosten in een latere fase wel binnen de voorziene kosten zijn gebleven. Hieruit blijkt dus dat het de architecten van de verschillende grootschalige projecten gelukt is om een goede raming te maken.

Als we vervolgens kijken naar de huurkosten voor- en na de renovatie blijkt dat bij 75% van de projecten de huurprijs hoger is geworden en dat bij 25% van de projecten de huurprijs gelijk gebleven is. Bij de projecten waar de kosten verhoogd zijn is de huurverhoging ongeveer evenveel als de energiebesparing, waardoor de totale woonlasten ongeveer gelijk blijven. Uitzondering is de ‘Boostenwijk in Maastricht’, omdat de woningen daar groter zijn geworden wat resulteert in hogere huurkosten.

De meeste huurders betalen dus ongeveer evenveel aan woonlasten als voor de renovatie, maar hebben nu wel een comfortabelere woning. Daarnaast krijgen de woningcorporaties de energiekosten in de vorm van extra huurkosten, waardoor de terugverdientijd van de investering in de energetische woningrenovaties verkort wordt. Echter is deze extra huurbijdrage in verhouding met de investering klein, waardoor het voor de woningcorporaties lastig is om op een rendabele manier energetisch te renoveren.

Als we ten zevende kijken naar hoeveel er in bouwteam gewerkt hebben is bij de besproken projecten, blijkt dat dit bij 75% van de projecten gedaan is. Dit is een erg groot

aantal, maar dat is waarschijnlijk te wijten aan de grootschaligheid van de opdrachten. De architecten die in bouwteam werken zijn er ook erg over te spreken. Zo geeft een architect aan dat de communicatie door deze manier van werken verbetert en dat de afspraken die er gemaakt worden ook goed zijn. Daarnaast verzekert deze manier van werken de haalbaarheid van de uitvoering, doordat alle partijen vanaf het begin betrokken zijn bij het proces.

Als we ten achtste kijken naar de tips die de bewoners van de projecten geven aan toekomstige energetische renoveerders blijkt dat er vijf tips naar voren komen: 1) je woning energetisch te laten renoveren als dit aangeboden wordt door de woningbouwcorporatie, 2) vanwege de beperkte keuze vragen om meer keuzemogelijkheden, 3) goede afspraken maken met de woningbouwcorporatie, 4) goede uitleg vragen over de werking van de nieuwe technische installaties, 5) hogere vergoeding vragen vanwege de extra kosten en inspanningen voor het verhuizen naar de wisselwoning.

Als we ten slotte kijken naar de positieve punten die de architecten van de projecten aanhalen blijkt dat er verschillende dingen naar voren komen, waarvan ook bij toekomstige renovatieprojecten gebruik gemaakt kan worden. Eén architect is het gelukt om binnen de opgave een concept te ontwikkelen voor een 'product' dat ook toepasbaar is op andere locaties. Een andere architect vindt de digitale opnametechniek die ze gebruikt hebben een zeer goede vooruitgang, omdat deze manier ongeveer dubbel zo snel werkt als het noteren van de gegevens in een opnameboekje dat achteraf gedigitaliseerd moet worden. Tevens hebben de architecten enkele verbeterpunten aangehaald. Het samenwerken tussen verschillende partijen was voor de uitvoerders in het begin wennen, waardoor de uitvoering in het begin vertraagd is. Ook heeft een architect aangegeven dat de samenwerking verbeterd zou kunnen worden door te werken met digitale gegevens die de verschillende partijen kunnen raadplegen. Er wordt ook aangehaald dat het communiceren met bewoners altijd beter kan en dat er onderzoek gedaan kan worden, zodat de uitvoeringstermijn voor het energetisch renoveren bij (niet-)monumenten verkort wordt.

2.2 Kleinschalige energierenovatie in Vlaanderen

2.2.1 Verbouwing en uitbreiding vrijstaande woning te Herk-de-Stad

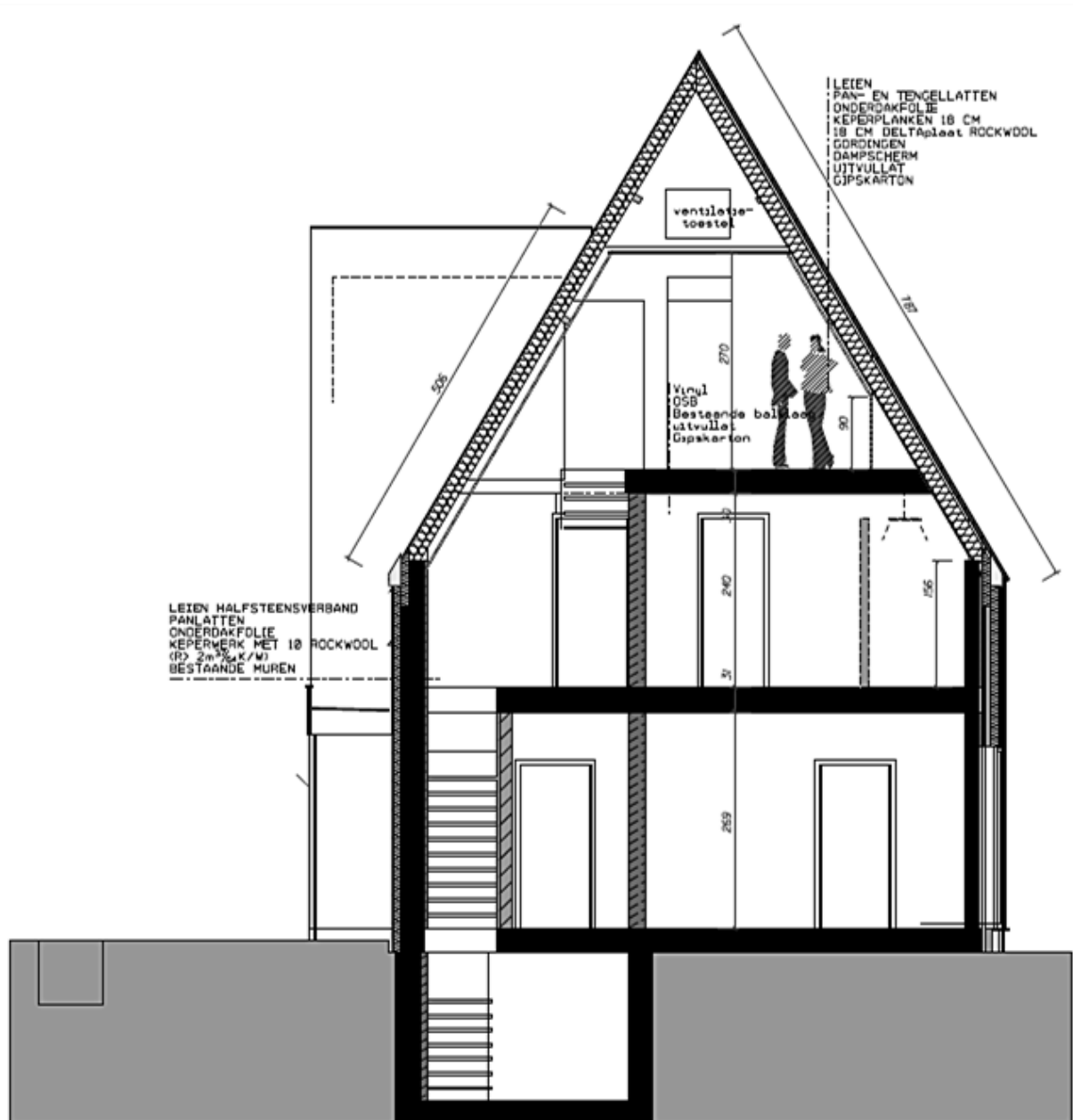
De eerste case study in Vlaanderen is een verbouwing en uitbreiding van een vrijstaande woning te Herk-de-Stad. De bewoners wilden graag wonen in een vrijstaande woning met een wijds uitzicht [114]. De bestaande woning die ze toen gekocht hebben was niet geïsoleerd en niet groot genoeg, waardoor ze besloten de bestaande woning rendabel energetisch te verbouwen en daarnaast de woning uit te breiden met een nieuwe bijbouw. Om het bestaande en nieuwe deel een geheel te laten vormen is er gekozen om de bestaande woning volledig in te pakken met isolatie en te voorzien van dezelfde gevelbekleding als de bijbouw (zie *Figuur 87*) [115].



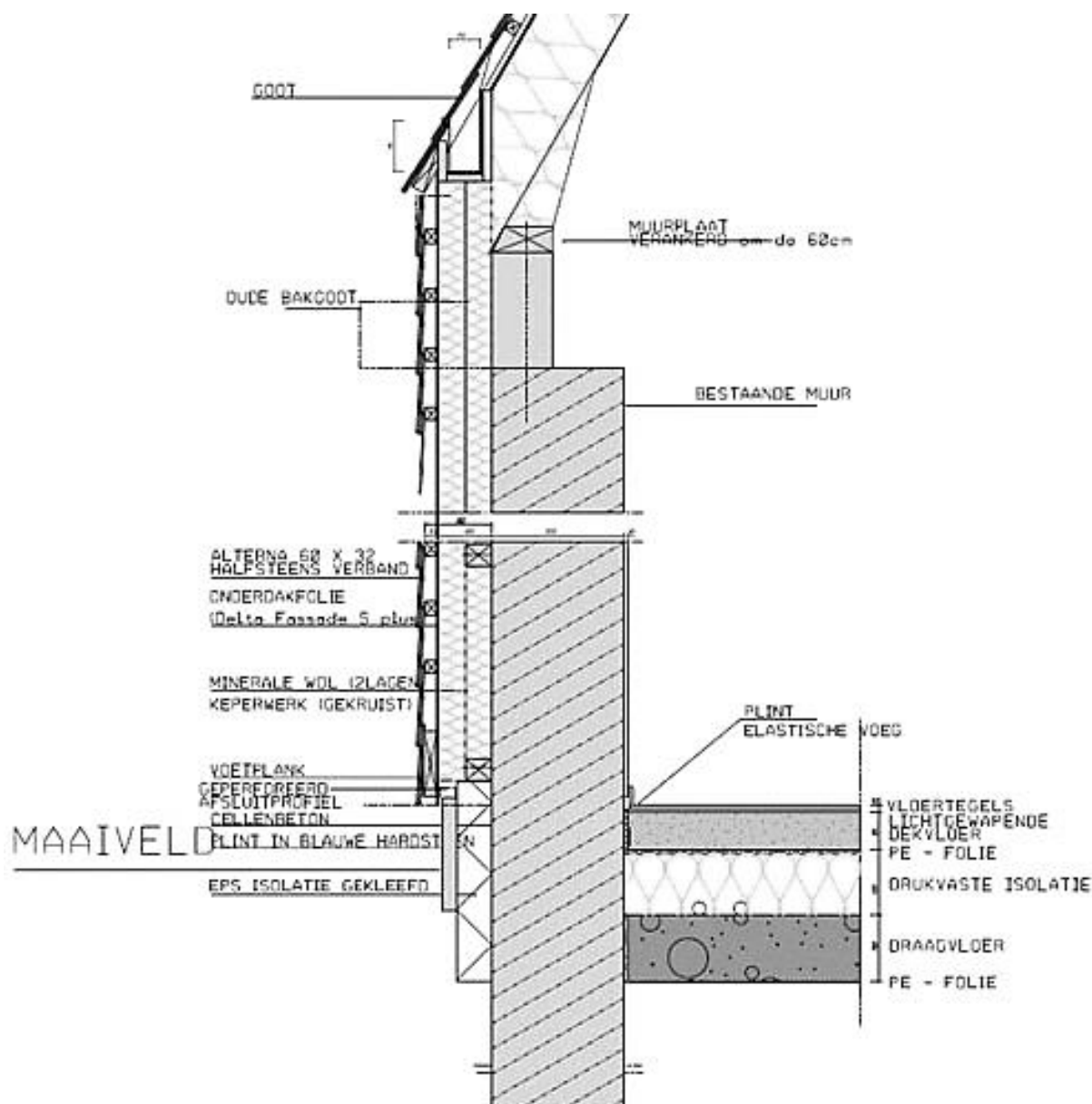
Figuur 87 Woning voor, tijdens en na de renovatie.

Aangezien het om een totaalrenovatie gaat, zijn er tijdens de renovatie verschillende onderdelen aangepakt en hebben de bewoners tijdelijk een huis gehuurd, omdat het niet mogelijk was om in hun nieuwe woning te wonen. De schil is volledig geïsoleerd: in de muren is aan de buitenzijde van de bestaande muur 12 cm minerale wol geplaatst, in het dak 18 cm minerale wol en de vloeren zijn geïsoleerd met 10 cm drukvaste isolatie (zie *Figuur 88* en *Figuur 89*). Daarnaast zijn de ramen vervangen door aluminium profielen met dubbelglas. Op het dak is een zonneboiler geplaatst voor het sanitair warm water en de woning wordt

verwarmd met een condenserende gasketel. Tevens is er een ventilatiesysteem geplaatst: type D met warmteterugwinning. De bewoners hebben geen rekening gehouden met energiezuinigheid bij de aankoop van verlichting of huishoudtoestellen.



Figuur 88 Doorsnede van de nieuwe, gerenoveerde situatie. De zwart gekleurde delen stellen de bestaande vloeren en muren voor.



Figuur 89 Detaildoorsnede van de gerenoveerde gevel en de aansluiting met het nieuwe dak. De bestaande muren zijn aan de buitenkant geïsoleerd en daar is de nieuwe gevelbekleding tegenaan geplaatst.

Het ambitieniveau van de renovatie is gekozen door de architect en die heeft gekozen om te voldoen aan de normen voor maximale U-waarde. De architect heeft er veel tijd in moeten steken om dit vooropgestelde niveau te bereiken, vooral dan het uittekenen van maatwerk details en het contact met de aannemer. De voorziene termijn van 6 maanden voor ruwbouw en dakwerken is dan ook uitgelopen tot 12 maanden door de specifieke details en financiële problemen van de aannemer. De kosten zijn ook veel hoger uitgevallen dan verwacht. Volgens de architect heeft het project ongeveer 20% meer gekost doordat er weinig uitvoerders interesse toonden en er dus niet vergeleken kon worden tussen de prijs/kwaliteit verhouding van verschillende aannemers. Dit is dan ook een verbeterpunt, want als er meer keuze is tussen aannemers kan er wel afgewogen worden welke aannemer de beste prijs/kwaliteit

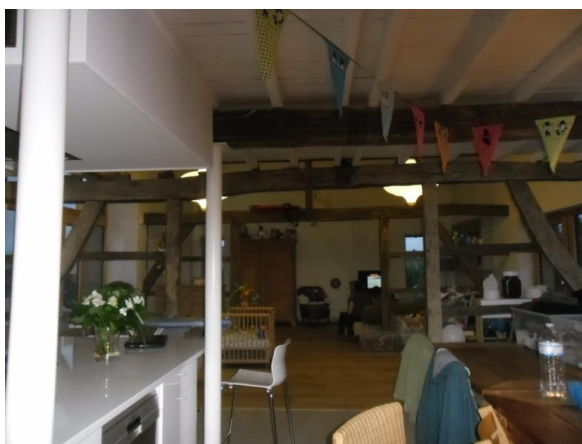
verhouding heeft. Volgens de bewoners heeft het project zelfs 40% meer gekost met als extra alleen het plaatsen van een nieuw dak dat niet voorzien was. Zij hebben dit ook als verbeterpunt aangegeven, omdat het een erg grote overschrijding van het budget is. Ondanks de problemen met de aannemer en het overschrijden van het budget zijn de bewoners gelukkig toch tevreden met het resultaat van de energetische renovatie.

2.2.2 Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Geetbets (Rummen)

De tweede case study is een verbouwing van een boerderij tot een eengezinswoning te Geetbets (Rummen) (zie *Figuur 90*). De bewoners wilden graag in een authentiek gebouw wonen en de oorspronkelijke constructie, houten vakwerken, zichtbaar laten (zie *Figuur 91*), maar tegelijkertijd de koude woning en stallen om toveren tot een comfortabele woning en onafhankelijk worden van de stijgende energieprijzen [116]. Ze hebben daarom gekozen de boerderij energetisch te renoveren tot passiefhuisnorm en de authentieke gevel en elementen te behouden. Er is daarom gekozen om binnen dit bestaande volume opnieuw te

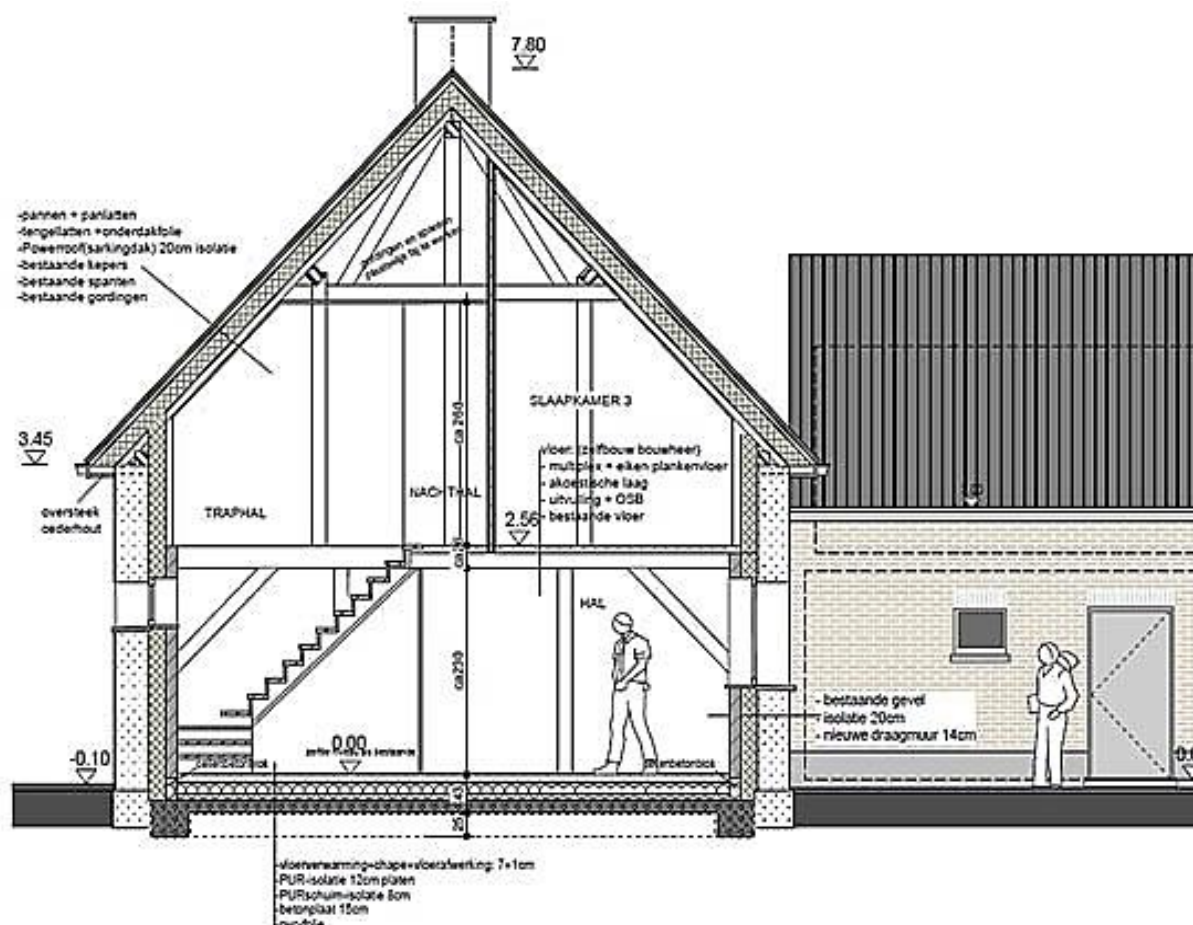


Figuur 90 Het exterieur van de woning na de renovatie inclusief zonnepanelen en zonnecollectoren.



Figuur 91 Het interieur van de woning na de renovatie is een combinatie van de oorspronkelijke houten vakwerken en de nieuwe onderdelen.

De schil is aan de binnenzijde volledig geïsoleerd (zie *Figuur 92*): de muren en het dak met 20 cm PIR en de vloer met 15 cm PIR. Daarnaast zijn de ramen vervangen door houten passieframen met driedubbelglas. Er wordt hernieuwbare energie opgewekt door de zonnepanelen op het dak en het sanitair warm water wordt voorzien door een zonneboiler die ook op het dak ligt in combinatie met een aftakking van de lucht-water warmtepomp. Op deze lucht-water warmtepomp is de vloerverwarming aangesloten, waarmee de woning verwarmd wordt. De manier van ventileren is niet duidelijk aangezien de architect aangeeft dat er een ventilatiesysteem type D met warmteterugwinning geplaatst zou zijn [117], terwijl er volgens de bewoners op een natuurlijke manier (door het openen van de ramen) geventileerd wordt. Aangezien de technische installaties zonder toezicht van de architect geplaatst zijn gebeurt het ventileren waarschijnlijk enkel door het openen van ramen, wat niet in overeenstemming is met de wetgeving en de passiefnormen. De bewoners hebben bij de aankoop van toestellen gekozen voor energiezuinige varianten, bijvoorbeeld een droogkast met warmtepomp en bij de aankoop van de verlichting ook grotendeels gekozen voor energiezuinige alternatieven.



Figuur 92 Doorsnede van de nieuwe, gerenoveerde situatie. De wit met lichtgrijs gekleurde delen stellen de bestaande muren voor.

Het ambitieniveau is, zoals hierboven vermeld, passiefbouw en dit is door de bewoners voorgesteld. Ze wisten echter niet of dit haalbaar was aangezien ze een groot raam op het noorden wilden hebben, maar het resultaat is nog beter gebleken dan passiefbouw qua energieverbruik: het verbruik wordt ruimschoots gedekt door de geproduceerde energie. Er was geen voorziene uitvoeringstermijn, maar de uitvoeringstermijn is wel bekend: ongeveer 12 maanden. De bewoners zijn met deze termijn tevreden. De kosten zijn ook ongeveer binnen de geraamde kosten gebleven. De bewoners zijn over de plannen van de architect en de uitvoering van de metsel- en dakwerken tevreden, maar niet over de uitvoering van de luchtdichtheid. De bouwheer had namelijk nadrukkelijk gevraagd om bij de uitvoering hieraan aandacht te besteden en dit is ook in het lastenboek opgenomen, maar bij de uitvoering is hier weinig aandacht aan besteed door de aannemer. Dit is dus een verbeterpunt, maar ondanks dit probleem zijn de bewoners toch tevreden met het resultaat van de energetische renovatie aangezien de oude, koude boerderij omgetoverd is tot een comfortabele en beter dan passieve woning met authentieke elementen.

2.2.3 Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Hasselt (Kiewit)

De derde case study is een verbouwing van een vrijstaande eengezinswoning te Hasselt (Kiewit). De bewoners woonden in deze woning en wilden de woning in één keer goed aanpakken, omdat de oriëntatie verkeerd was (slaapkamers op zuiden tegen blinde muur en woonruimtes op noorden, zie *Figuur 93*) en ze graag minder energie willen gaan verbruiken [118]. De oriëntatie van de woning en de raamopeningen zijn bij de renovatie daarom gewijzigd: op het zuiden zijn de woonruimtes ondergebracht en heeft de blinde muur plaatst gemaakt voor veel glas (zie *Figuur 94*). Aangezien het om een grondige renovatie ging, hebben de bewoners tijdelijk bij een van de ouders gewoond.



Figuur 93 Het exterieur van de woning voor de renovatie.



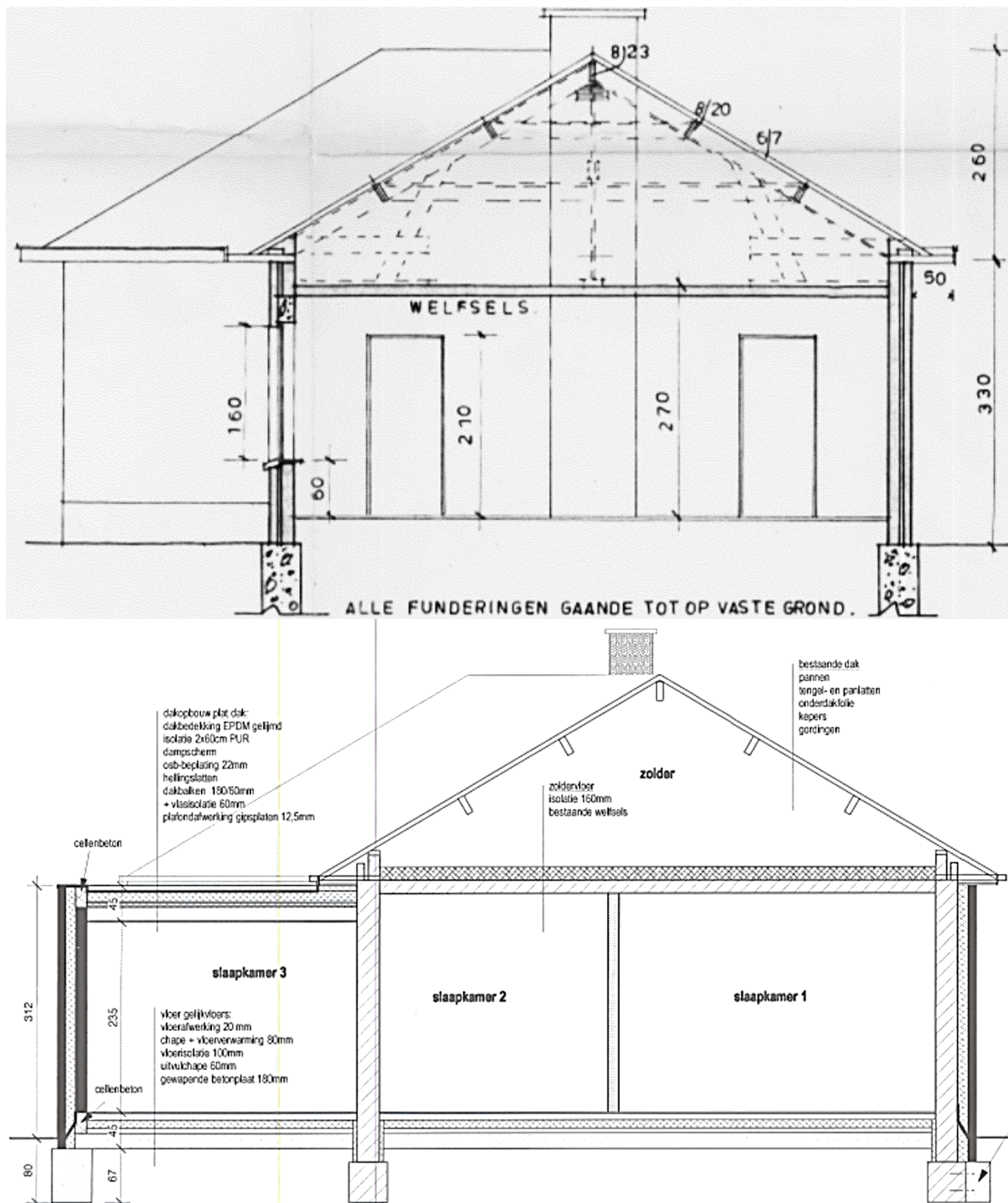
Figuur 94 Het exterieur van de woning na de renovatie.



Figuur 95 Oorspronkelijke woning is in deze fase van de renovatie uitgebreid en de buitenzijde van de bestaande muur wordt geïsoleerd.

De woning is grotendeels aan de buitenzijde geïsoleerd (zie *Figuur 95*): de muren met 12 cm rotswol en de vloer grotendeels met 8 cm PUR en waar vloerverwarming aanwezig is 10 - 12 cm [119]. Deze dikte varieert, doordat de vloerverwarming is aangebracht in een geprofileerde isolatieplaat van 4 cm. Er is gekozen om het dak niet te isoleren, omdat de woonruimtes allemaal op de begane grond gelegen zijn. In plaats daarvan is de verdiepingvloer aan de bovenzijde met 20 cm rotswol geïsoleerd (zie *Figuur 96*). Daarnaast zijn de ramen vervangen door ramen met aluminium profielen met dubbel glas. Er wordt geen hernieuwbare energie opgewekt en de woning wordt verwarmd door een condenserende gasketel waarop de vloerverwarming aangesloten is. Het ventileren gebeurt op een natuurlijke manier (door middel van roosters) en de bewoners willen in de toekomst een zonneboiler aanschaffen voor het sanitair warm water.

Bij de aankoop van huishoudtoestellen kiezen de bewoners voor energiezuinige varianten, bijvoorbeeld een koelkast en afwasmachine met energielabel A+, en bij de aankoop van de verlichting is er ook gekozen voor energiezuinige varianten: LED- en spaarlampen.



Figuur 96 Doorsnede van de situatie voor (boven) en na (onder) de renovatie.

Het ambitieniveau is zo energiezuinig mogelijk, dus zo goed mogelijk geïsoleerd, binnen het budget. De architect heeft samen met de bewoners gekeken welk niveau haalbaar was en dit niveau is uiteindelijk ook bereikt. De voorziene uitvoeringstermijn was 8 maanden en 3 weken en het heeft uiteindelijk één maand langer geduurd. De kosten zijn ongeveer binnen de geraamde kosten gebleven. Het heeft iets meer gekost, maar dat heeft te maken met de keuze voor een uitgebreidere keuken en een andere vloerafwerking. De bewoners zijn zowel over de

begeleiding van de architect als over de uitvoering van de aannemers tevreden. Tevens zijn ze tevreden met het snel opvolgen van de verschillende uitvoerende partijen, behalve over de partij die de ramen geplaatst heeft. Met deze partij hebben de bewoners enkele problemen gehad en hierdoor is de uitvoeringstermijn ook met een maand verlengd. Ze zien dit als een verbeterpunt, omdat ze de beslissing om met deze uitvoerder in zee te gaan te snel hebben genomen. Een volgende keer zouden ze meer offertes aanvragen. Over het eindresultaat zijn de bewoners zeer tevreden, omdat het volledig beantwoordt aan de verwachtingen. Doordat de oriëntatie van de functies is veranderd is er veel meer licht in de woonruimtes. Tevens is het comfort verbeterd door het plaatsen van de vloerverwarming en door het plaatsen van de isolatie: in de zomer is het nu frisser en in de winter warmer. Het energieverbruik is ook gedaald, ondanks dat nu de gehele woning verwarmd wordt en voor de renovatie enkel de woonkamer en de badkamer. Voor de renovatie was het verbruik voor verwarming ongeveer 2.000 – 2.500 liter stookolie per jaar, terwijl dat na de renovatie ongeveer 10.000 kWh per jaar is. Als we deze reële verbruikswaardes omrekenen naar kWh/m²/jaar kunnen we deze vergelijken: het verbruik voor de renovatie is circa 117,3 – 146,7 kWh/m²/jaar en het verbruik na de renovatie is circa 58,8 kWh/m²/jaar. Dit komt neer op een energiebesparing van ongeveer 50 - 60%. Als we deze reële verbruikscijfers vergelijken met de berekende waardes van de EPB-verslaggever blijken deze gegevens heel veel te verschillen. Volgens de berekening zou het verbruik voor verwarming voor de renovatie namelijk ongeveer 892 kWh/m²/jaar geweest zijn en zou het verbruik na de renovatie ongeveer 156 kWh/m²/jaar worden. Deze waardes zijn dus veel hoger en op basis van deze gegevens zou het energieverbruik met ruim 80% dalen. De besparing op basis van de reële verbruikerscijfers is toch een heel stuk minder dan de berekende waarde. Hieruit blijkt dus dat een kosten-batenanalyse gezien kan worden als een ruwe schatting, maar niet als goede indicatie voor het reële verbruik. Ondanks de overschatting van de berekening is bij dit project de energiebesparing aanzienlijk.

2.2.4 Verbouwing eengezinswoning (halfopen bebouwing) te Hasselt

De vierde case study is een verbouwing van een eengezinswoning te Hasselt (zie *Figuur 97*). Het gaat om een halfopen bebouwing. De bewoners wilden graag een woning die goed geïsoleerd is en daardoor minder energie verbruikt [120]. Daarnaast wilden ze een woning die voldoet aan de hedendaagse normen qua licht en open ruimtes (zie *Figuur 98*). Ze hebben de woning daarom grondig aan laten pakken en tijdelijk een andere woning gehuurd.

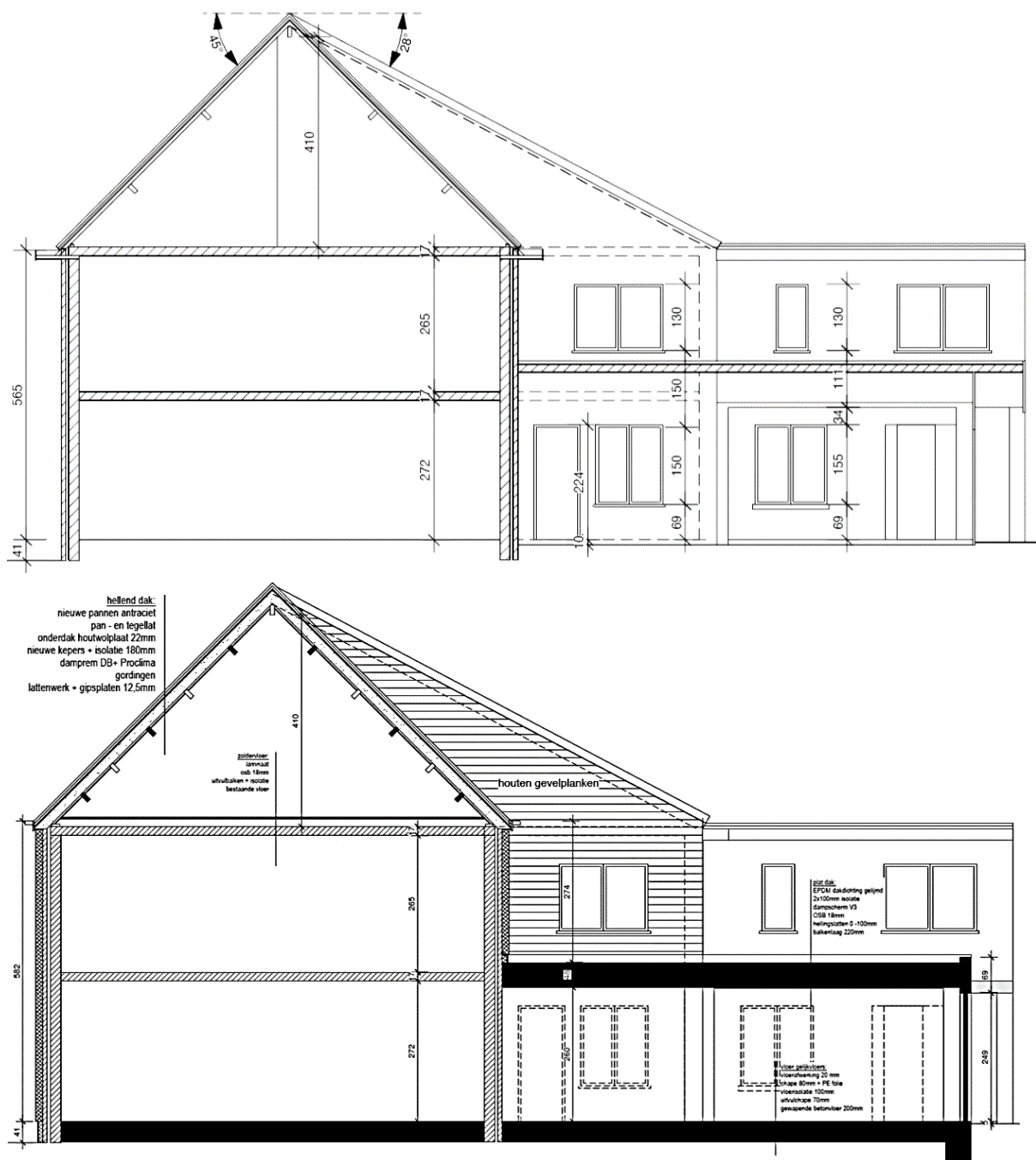


Figuur 97 Exterieur van de woning voor, tijdens en na de renovatie.



Figuur 98 Interieur van de woning na de renovatie.

De schil is aan de buitenzijde volledig geïsoleerd (zie *Figuur 99*): de muren zijn deels afgewerkt met pleister met 12 cm EPS en deels met houten kepers met 14 cm rotswol en een houtwolplaat van 2,2 cm, de vloeren met 5 cm Resol en 4 cm PUR en het platte dak met 20 cm PUR [121]. Het hellende dak is volledig vernieuwd en is geïsoleerd met 5 cm rotswol, 18 cm Ecosse (ecologische versie van glaswol) en een houtwolplaat van 2,2 cm. Daarnaast zijn de ramen vervangen door ramen met houten en PVC profielen met driedubbelglas. Er wordt op dit moment geen hernieuwbare energie opgewekt, maar de bewoners denken eraan om in de toekomst zonnepanelen te plaatsen. Er is op het dak aan de tuinzijde van de woning een zonneboiler geplaatst voor het sanitair warm water en de woning wordt verwarmd met een condensatieketel. Tevens is er een ventilatiesysteem type D met warmteterugwinning geplaatst. De bewoners hebben bij de aankoop van huishoudtoestellen gekozen voor vooral energiezuinige varianten (A+ en A++) en bij de aankoop van de verlichting grotendeels voor spaarlampen.



Figuur 99 Doorsnede van de situatie voor (boven) en na (onder) de renovatie.

Het ambitieniveau is het zo goed mogelijk isoleren binnen het budget. Dit niveau is redelijk behaald, maar helaas niet helemaal doordat de aansluiting met de bureen door de halfopen bebouwing lastig was. De voorziene uitvoeringstermijn was 9 maanden, maar het is uiteindelijk 16 maanden geworden. Het is zoveel uitgelopen doordat de afwerking langer geduurd heeft: de bewoners hebben de verwarming en het sanitair zelf gedaan. De kosten zijn hoger uitgevallen dan de geraamde kosten, doordat er dingen anders zijn gedaan dan dat er voorzien was. Zo was het de bedoeling om in de spouw te isoleren, maar uiteindelijk is er gekozen om te isoleren voor de bestaande gevel. Daarnaast is ook het hellende dak vervangen en zijn er

keuzes gemaakt om bepaalde dingen nu ook aan te pakken. De bewoners zijn zeer tevreden over de begeleiding van de architect en over de ruwbouwwerken. Ze zijn minder tevreden over de keuze die ze gemaakt hebben om de technieken zelf te doen, omdat het moeilijker was dan ze gedacht hadden en dat het daardoor veel langer geduurd heeft. De architect heeft aangegeven dat ze het erg jammer vindt dat er aan de bestaande verdieping niets gedaan is, omdat er balken aangetast zijn en dat daar op termijn toch iets aan moet gebeuren. Daarnaast lekt het dak van de garage ergens, maar de lekkage is niet gevonden en dus niet verholpen. Ondanks dat deze punten niet aangepakt zijn, zijn de bewoners toch heel tevreden met het resultaat.

2.2.5 Verbouwing rijwoning tot twee appartementen te Sint Truiden

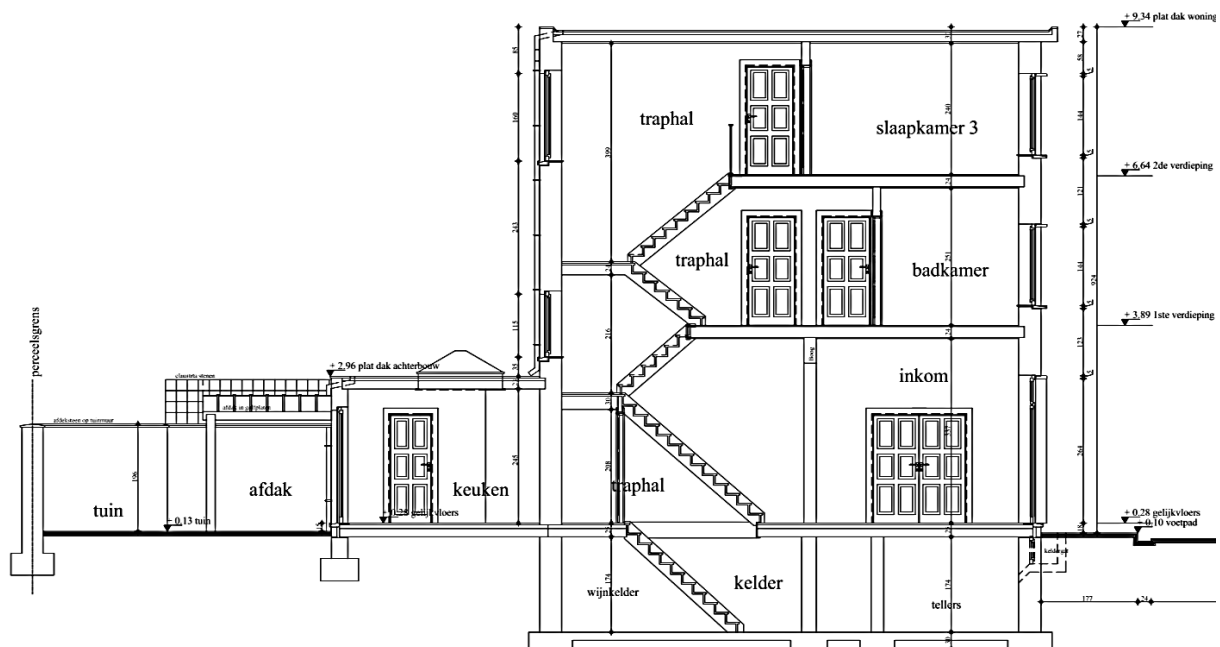
De vijfde case study is een verbouwing van een rijwoning tot twee appartementen te Sint Truiden (zie *Figuur 100*). De bewoners hebben de woning gekocht om deze vervolgens op te splitsen in appartementen om te verhuren [122]. Hiervoor moet de woning voldoen aan de hedendaagse normen, wat gerealiseerd is door het uitvoeren van een (energetische) renovatie.



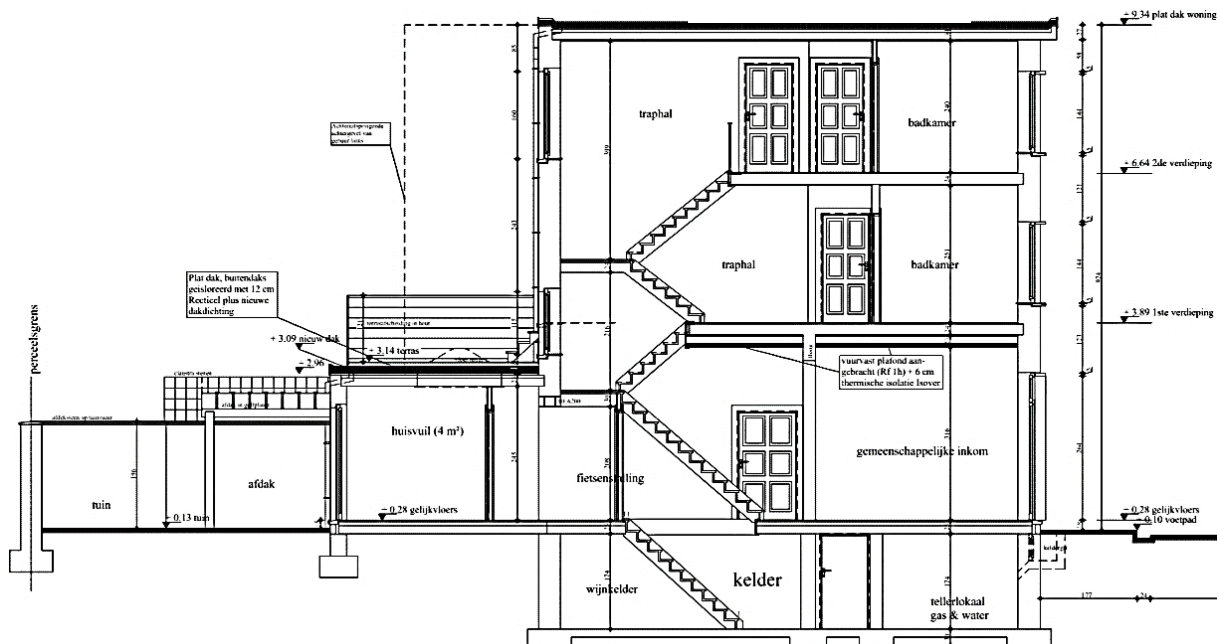
Figuur 100 *Exterieur van de woning is tijdens de renovatie niet veranderd, doordat er aan de binnenzijde geïsoleerd is.*

De rijwoning is gedeeltelijk geïsoleerd aan de binnenzijde (zie *Figuur 101* en *Figuur 102*): een gedeelte van de muren op de tweede verdieping met 6 cm glaswol tussen metalstuds, het brandwerend vals plafond tussen de appartementen (plafond begane grond) met 6 cm glaswol

en het dak is geïsoleerd op het bestaande dak met 12 cm PUR [123]. De vloer tussen de kelder en het gelijkvloers kan niet geïsoleerd worden, doordat de kelder maar 1,75 meter hoog is en de vloer op het gelijkvloers behouden blijft. Tevens zijn de buitenmuren op het gelijkvloers en eerste verdieping niet geïsoleerd. Het was de bedoeling om de ramen te vervangen, maar er is besloten om dit niet te doen en de dubbele beglazing te behouden. Er wordt geen hernieuwbare energie opgewekt, omdat de bouwheren geen extra kosten wilden maken voor deze woning aangezien deze verhuurd gaat worden. De appartementen gaan verwarmd worden met een eigen hoogrendementsketel op gas, die de appartementen ook van het sanitair warm water voorziet. In allebei de appartementen is een ventilatiesysteem type D met warmteterugwinning geplaatst. De bouwheren laten de keuze van lampen en huishoudtoestellen over aan de toekomstige huurders.



Figuur 101 Doorsnede van de situatie voor de renovatie.



Figuur 102 Doorsnede van de situatie voor de renovatie.

Het ambitieniveau is het beantwoorden aan de huidige energie-eisen met een zo'n klein mogelijk budget, omdat de appartementen verhuurd gaan worden en de bouwheren daardoor zelf geen voordeel hebben als ze meer investeringen doen. De architect heeft het ambitieniveau bepaald aan de hand van het gegeven budget, maar de bewoners zijn niet op de hoogte van dit niveau of van de isolatiematerialen of -diktes. Aangezien de verbouwing nog bezig is, is het nog niet bekend of het ambitieniveau bereikt is of niet. Er was volgens de bewoners geen voorziene uitvoeringstermijn, terwijl de architect heeft aangegeven dat er wel een voorziene uitvoeringstermijn was: 5 – 6 maanden. Deze termijn is inmiddels overschreden, terwijl de werkzaamheden nog bezig zijn. De kosten voor de afgesproken renovatiewerkzaamheden zullen waarschijnlijk binnen de geraamde kosten blijven, maar er zijn wel extra kosten gemaakt doordat de bewoners enkele keuzes hebben gemaakt om bepaalde dingen te doen die niet bij de raming inbegrepen zijn. De bewoners zijn zeer tevreden over de samenwerking met de architect, omdat hij hun ideeën gevolgd heeft en de uitvoering ook goed begeleidt door vaak langs te komen op de werf. Er zijn ook enkele dingen die volgens de bewoners verbeterd kunnen worden. In het algemeen vinden ze de termijn voor het krijgen van de bouwvergunning erg lang, dus zij zouden het fijn vinden als deze verkort zouden kunnen worden. Daarnaast zijn er ook een aantal zaken die specifiek zijn voor deze verbouwing en volgens de bewoners verbeterd kunnen worden. Doordat de uitvoerende partij voor de verwarming had afgehaakt zijn deze werkzaamheden later gestart en is de aannemer door gegaan met de geplande werkzaamheden. Hierdoor moeten er enkele delen opengebroken worden om de leiding voor de verwarming te kunnen plaatsen. Als de uitvoering volgens de goede volgorde was gegaan had dit niet hoeven te gebeuren. Daarnaast is er een

deel van het meubilair in de woning blijven staan, omdat de woning gedeeltelijk gemeubileerd gekocht is en omdat een van de appartementen gemeubileerd verhuurd gaat worden. Dit is bij de uitvoering niet altijd gemakkelijk geweest doordat bepaalde meubelstukken in de weg stonden, dus het is fijner om de verbouwing uit te voeren zonder meubilair. Ten slotte was de communicatie met de aannemer en zijn personeel niet gemakkelijk, doordat de aannemer niet erg spraakzaam was en dat hij werkte met personeel die de Nederlandse taal niet beheerste. Met het resultaat tot nu toe zijn de bouwheren tevreden: in de woning heerst een aangenamer comfort door de isolatie. Daarnaast komt er wat meer daglicht in de woning en voldoet de woning aan de hedendaagse brandeisen, waardoor de appartementen voldoen aan alle hedendaagse eisen en deze dus verhuurd kunnen worden.

2.2.6 Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Lummen (Meldert)

De zesde case study is een verbouwing van een vrijstaande eengezinswoning te Lummen (Meldert) (zie *Figuur 103*). De bewoners wilden graag in een buitengebied wonen, maar tegelijkertijd hun voetafdruk zo klein mogelijk maken door een bestaande woning energetisch te renoveren [124]. Op deze manier willen ze hun steentje bijdragen aan het leefmilieu voor iedereen. Tevens hebben ze voor hun eigen gezondheid gekozen om te werken met ecologische materialen.



Figuur 103 *Exterieur van de woning voor en na de renovatie.*

[illegible]

114

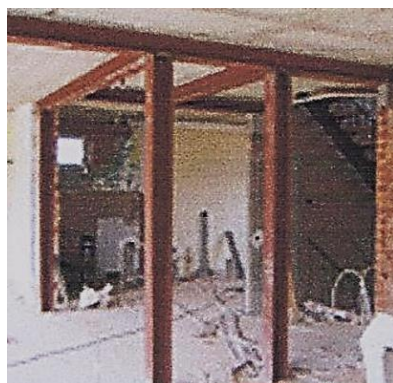
Het ambitieniveau is laag-energie en dit is in samenspraak besproken door de architect en de bewoners. Er is gezocht naar een optimale prijs-kwaliteitverhouding om zo goed mogelijk te isoleren met het budget en dit niveau is ook bereikt. Er was geen voorziene uitvoeringstermijn, omdat er besloten is om de renovatie in twee fases uit te voeren met enkele tijd ertussen. In die tijd konden de bewoners sparen voor de volgende ingrepen. Uiteindelijk heeft het ongeveer 24 maanden geduurd, terwijl de bewoners hadden gehoopt dat het in 12 maanden zou lukken. De kosten zijn ongeveer binnen de geraamde kosten gebleven, de bewoners hebben enkele bewuste keuzes gemaakt om bepaalde dingen nu aan te pakken waardoor het iets duurder is geworden. De bewoners zijn zeer tevreden over de samenwerking met de architect. Er zijn ook enkele dingen die volgens de bewoners verbeterd kunnen worden. Zo zouden ze een volgende keer meer dingen uitbesteden en voor de dingen die ze zelf gedaan hebben betere machines huren of kopen. Daarnaast hebben ze in de tweede fase van de renovatie in een stacaravan in de tuin gewoond om geld uit te sparen voor de renovatie, maar dat zouden ze vanwege het slechte comfort niet nog een keer doen. Met het resultaat zijn de bewoners heel tevreden: in de woning heerst een aangenamer comfort en klimaat door de isolatie. Daarnaast komt er veel meer daglicht de woning binnen en is het energieverbruik met 75 – 80 % verminderd, ondanks dat nu alle ruimtes verwarmd worden. Voor de renovatie was het verbruik namelijk ongeveer 2.000 liter stookolie per jaar, terwijl dat na de renovatie nog maar 400 – 500 liter per jaar is.

2.2.7 Verbouwing vrijstaande eengezinswoning te Elen

De zevende case study is een verbouwing van een vrijstaande eengezinswoning te Elen (zie *Figuur 105*). De bewoners wilden graag in deze woning gaan wonen, omdat die van de ouders van een van de bewoners is geweest [126]. Ze hebben besloten om de woning energetisch te laten renoveren, omdat de woning niet voldeed aan hun comforteisen. Tevens wilden de bewoners hun ecologische voetafdruk verkleinen en zorgen voor lagere energiekosten, omdat als ze gaan pensioneren hun inkomen gaat dalen. Het interieur van de woning is ook veranderd: voor de renovatie bestond het uit afzonderlijke ruimtes en nu is het een open leefruimte door het vervangen van de scheidingsmuur door kolommen (zie *Figuur 106*).



Figuur 105 Exterieur van de woning voor en na de renovatie.



Figuur 106 Interieur van de woning voor, tijdens en na de renovatie.



Figuur 107 Oorspronkelijke woning wordt in deze fase van de renovatie aan de buitenzijde van de bestaande muur geïsoleerd. Er wordt rond alle ramen luchtdichtheidstape voorzien.

The image displays architectural drawings of a building facade, including a section view (left) and an elevation view (right).

Section View (Left):

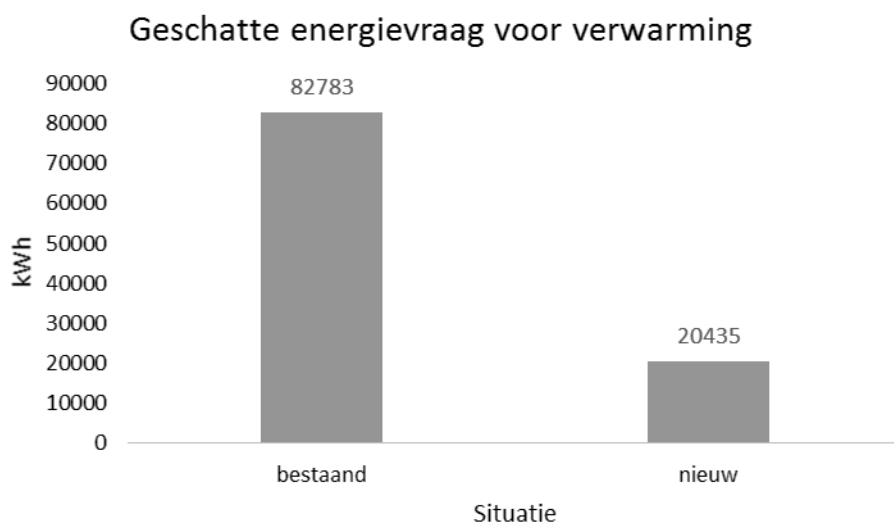
- Dimensions:** Vertical dimensions on the left indicate floor heights: 195 cm (basement), 208 cm (ground floor), and 241 cm (first floor). Horizontal dimensions at the top indicate wall thicknesses: 12 cm (basement), 12 cm (ground floor), and 12 cm (first floor).
- Labels:** "Nieuw Profiel" and "Nieuw KCM" are labeled on the right side of the section.
- Structural Details:** The section shows a three-story structure with a basement, ground floor, and first floor. It includes details for the roof structure (e.g., "dak", "dakbedekking 2 cm", "dakbedekking 1 cm") and floor construction (e.g., "vloerdekking tegels", "chape 5 cm", "betonplaat").

Elevation View (Right):

- Dimensions:** Vertical dimensions on the right indicate the building's height: 250 cm (total height) and 100 cm (height of the upper section).
- Labels:** "Nieuw Profiel" and "Nieuw KCM" are labeled on the left side of the elevation.
- Structural Details:** The elevation shows the building's profile, including the roof structure (e.g., "dak", "dakbedekking 2 cm", "dakbedekking 1 cm") and floor construction (e.g., "vloerdekking tegels", "chape 5 cm", "betonplaat").

Het ambitieniveau is laag-energie en dit is in samenspraak besproken door de architect en de bewoners. De keuzes die gemaakt zijn om dit niveau te behalen binnen het gesteld budget, zijn gemaakt aan de hand van een kosten-batenanalyse. Hierdoor is het niveau bereikt. De voorziene uitvoeringstermijn weten zowel de architect als de bewoners niet meer precies. Wel

geven ze allebei aan dat de uitvoering is gebeurd tussen 9 en 12 maanden. De bewoners hadden de kosten bijna de helft lager geschat dan de architect, maar de werkelijke kosten zijn ongeveer zoveel geworden als de geraamde kosten van de architect. Ze zijn iets hoger uitgevallen, doordat de bewoners de keuze gemaakt hebben om niet toe te geven op esthetisch vlak. De bewoners zijn zeer tevreden over de samenwerking met de architect en over de renovatie in het algemeen. Er is een ding dat volgens de bewoners verbeterd kan worden en dat is de geluidsoverlast die er is in de slaapkamers door de verdiepingshoge deuren met verluchttingsopeningen. Met het resultaat zijn de bewoners heel erg tevreden: in de woning heerst een aangenaam comfort door de isolatie. Daarnaast komt er veel meer daglicht de woning in en is het energieverbruik verminderd, ondanks dat nu alle ruimtes verwarmd worden. Het energieverbruik is ook gedaald: voor de renovatie was het verbruik voor verwarming ongeveer 3.000 liter stookolie per jaar, terwijl dat na de renovatie ongeveer 3.000 kg pellets per jaar is. Als we deze reële verbruikswaardes van de stookolie en de pellets omrekenen naar kWh kunnen we deze vergelijken: het verbruik voor de renovatie is circa 30.000 kWh en het verbruik na de renovatie is circa 13.623 kWh. Dit komt neer op een energiebesparing van circa 55%. Als we deze reële verbruikscijfers vergelijken met de kosten-batenanalyse die gemaakt is door de EPB-verslaggever blijken deze gegevens veel te verschillen. Volgens de berekening zou het verbruik voor verwarming per jaar voor de renovatie namelijk 8.300 liter stookolie, wat overeenkomt met 82.783 kWh, geweest zijn en zou het verbruik na de renovatie 4.500 kilo pellets, wat overeenkomt met 20.435 kWh, worden (zie *Figuur 109*). Op basis van deze gegevens zou het energieverbruik dus met circa 75% dalen.



Figuur 109 Geschatte energievraag voor verwarming voor de renovatie (links) en na de renovatie (rechts) op basis van de kosten-batenanalyse.

De besparing op basis van de reële verbruikerscijfers is, net als in case studies die besproken wordt in *hoofdstuk 2.2.3*, toch een heel stuk minder dan de berekende waarde. Hieruit blijkt dus nogmaals dat een kosten-batenanalyse gezien kan worden als een ruwe schatting, maar niet als goede indicatie voor het reële verbruik. Ondanks de overschatting van de berekening is ook bij dit project de energiebesparing aanzienlijk.

2.2.8 Verbouwing eengezinswoning (halfopen bebouwing) te Bree

De achtste case study is een verbouwing van een eengezinswoning (halfopen bebouwing) te Bree (zie *Figuur 110*). De woning is voordat de huidige bewoners het kochten een huurwoning geweest, waardoor er niet geïnvesteerd is in de woning [128]. De woning was opgedeeld in veel kleine ruimtes en er was geen verwarming (zie *Figuur 111*). De huidige bewoners wilden in deze omstandigheden niet leven en hebben gekozen voor een grondige renovatie waarbij een grote open leefruimte is gecreëerd (zie *Figuur 112*). Aangezien een van de bewoners duurzaamheidsambtenaar is hebben ze gekozen om alles ook energetisch aan te pakken.



Figuur 110 *Exterieur van de woning voor de renovatie. De voorgevel van de woning bevat een blauwe hardstenen plint.*



Figuur 111 *Interieur van de woning voor de renovatie.*

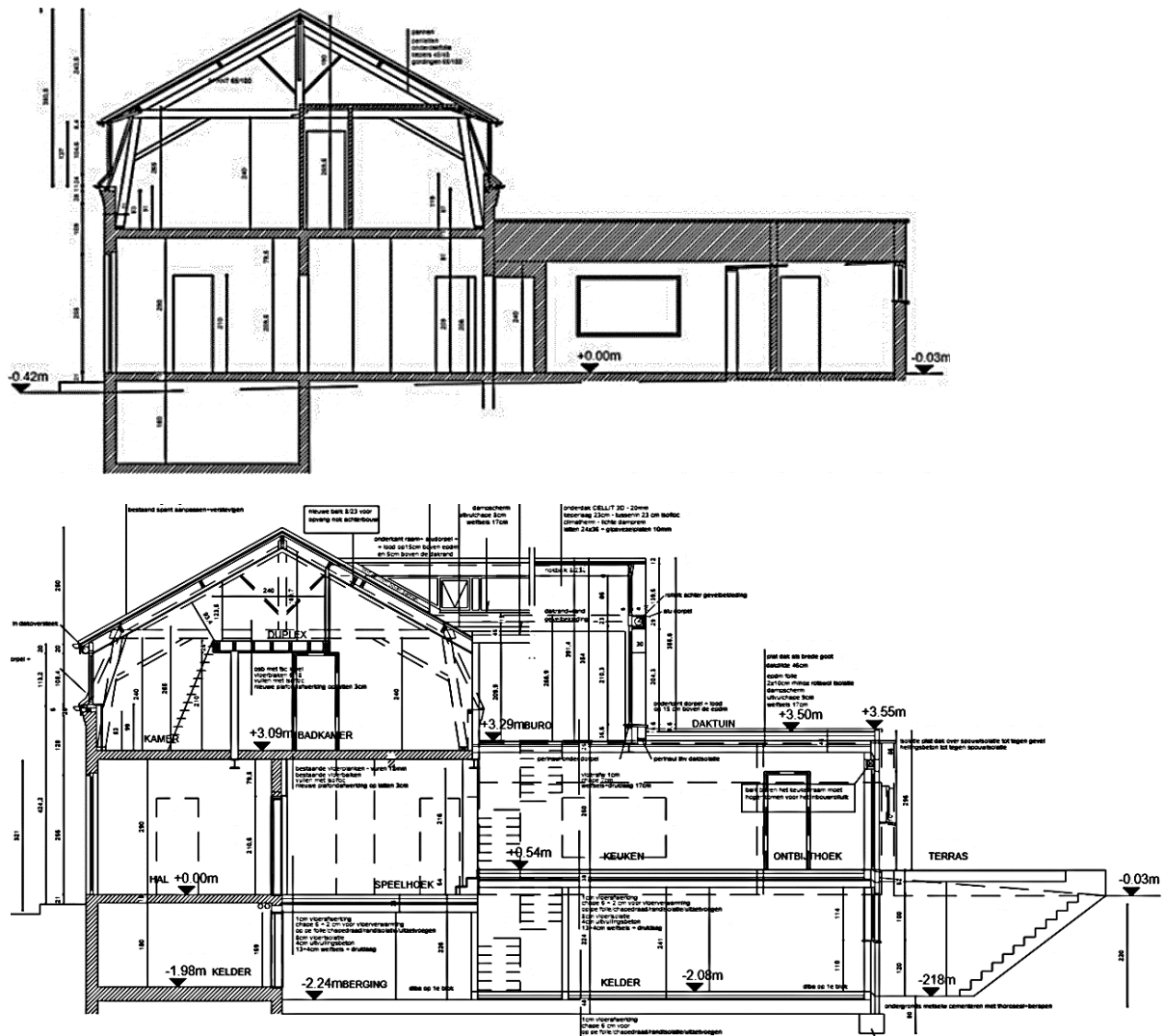


Figuur 112 *Interieur van de woning na de renovatie en uitbreiding.*



Figuur 113 Oorspronkelijke woning wordt in deze fase van de renovatie uitgebreid aan de achterzijde. De nieuwe én de bestaande muur worden geïsoleerd: de bestaande muur aan de binnenzijde en de nieuwe muur aan de buitenzijde met een gevelsteen als afwerking. Daarnaast wordt de dakconstructie gedeeltelijk vervangen door een nieuwe.

De woning bestond uit een hoofdvolume met een aanbouw aan de achterzijde. Bij de renovatie is het hoofdvolume behouden en is de bestaande aanbouw vervangen voor een nieuwe (zie *Figuur 113*). De schil van het hoofdvolume is aan de binnenzijde volledig geïsoleerd (zie *Figuur 114*): de muren met 7,5 cm rotswol, de vloer met 8 cm PU en het dak is gedeeltelijk vervangen en geïsoleerd met 23 cm cellulose-isolatie tussen de kepers [129]. Daarnaast zijn de ramen vervangen door ramen met HR++ beglazing en houten raamprofielen. Er wordt geen hernieuwbare energie opgewekt, ondanks dat er overwogen is om zonnepanelen te plaatsen. De oriëntatie hiervoor was namelijk ongunstig. Er is een Cv-ketel geplaatst om de woning te verwarmen en voor het sanitair warm water. De woning wordt op een natuurlijke manier (door het openen van de ramen) geventileerd, terwijl de architect dacht dat er een ventilatiesysteem type D geplaatst was. De bewoners hebben bij de aankoop van lampen gekozen voor energiezuinige varianten: LED- en spaarlampen. Daarnaast hebben ze bij de aankoop van huishoudtoestellen ook gekozen voor energiezuinige varianten: de koelkast en diepvries hebben allebei energielabel A.



Figuur 114 Oorspronkelijke snede (boven) en nieuwe snede (onder).

Het ambitieniveau van de energetische renovaties die de architect uitvoert is minimum K-30, dus ook hier is voor dit niveau gekozen door de architect en de bewoners. Dit niveau is bereikt. Waarschijnlijk is het niveau nog beter, doordat er meer isolatie geplaatst is dan voorzien was op de plannen: de leiding spouw in het dak is bijvoorbeeld ook geïsoleerd.

Er was geen voorziene uitvoeringstermijn, omdat het gefaseerd uitgevoerd zou gaan worden. Uiteindelijk heeft het ruim 12 maanden geduurd zonder de afwerkingen, terwijl de bewoners hadden gehoopt dat het in 12 maanden zou lukken inclusief de afwerkingen. De kosten zijn binnen de geraamde kosten gebleven, doordat er door de architect een goede en reële raming is gemaakt. De bewoners zijn zeer tevreden over de renovatie in het algemeen, over de samenwerking met de architect en over de aannemers. Er zijn geen concrete dingen die de bewoners zouden willen verbeteren, eventueel alleen kleine details. Met het resultaat zijn de bewoners zeker tevreden: in de woning heerst een aangename comfort door de isolatie en komt er meer licht binnen. Het energieverbruik is verminderd per uitgevoerde fase. Na het

plaatsen van de dakisolatie is het energieverbruik gedaald met 30%, ondanks dat vanaf toen het hele huis verwarmd werd en daarvoor alleen een deel van het huis.

2.2.9 Verbouwing rijwoning te Bree

De negende case study is een verbouwing van een rijwoning te Bree (zie *Figuur 115*). Een van de bewoners woonde als huurster in een deel van deze woning. Nadat ze de woning hebben gekocht, hebben ze ervoor gekozen de woning op te splitsen in twee woonegelegenheden: een appartement op de begane grond dat ze verhuren en een tweede appartement voor zichzelf op de verdieping en de zolder [130]. Vanuit hun 'green minded' instelling en vanuit milieuoogpunt wilden ze hun appartement energetisch renoveren en daarnaast hebben ze gekozen om te werken met gezondere, bio-ecologische bouwmaterialen voor hun eigen gezondheid.

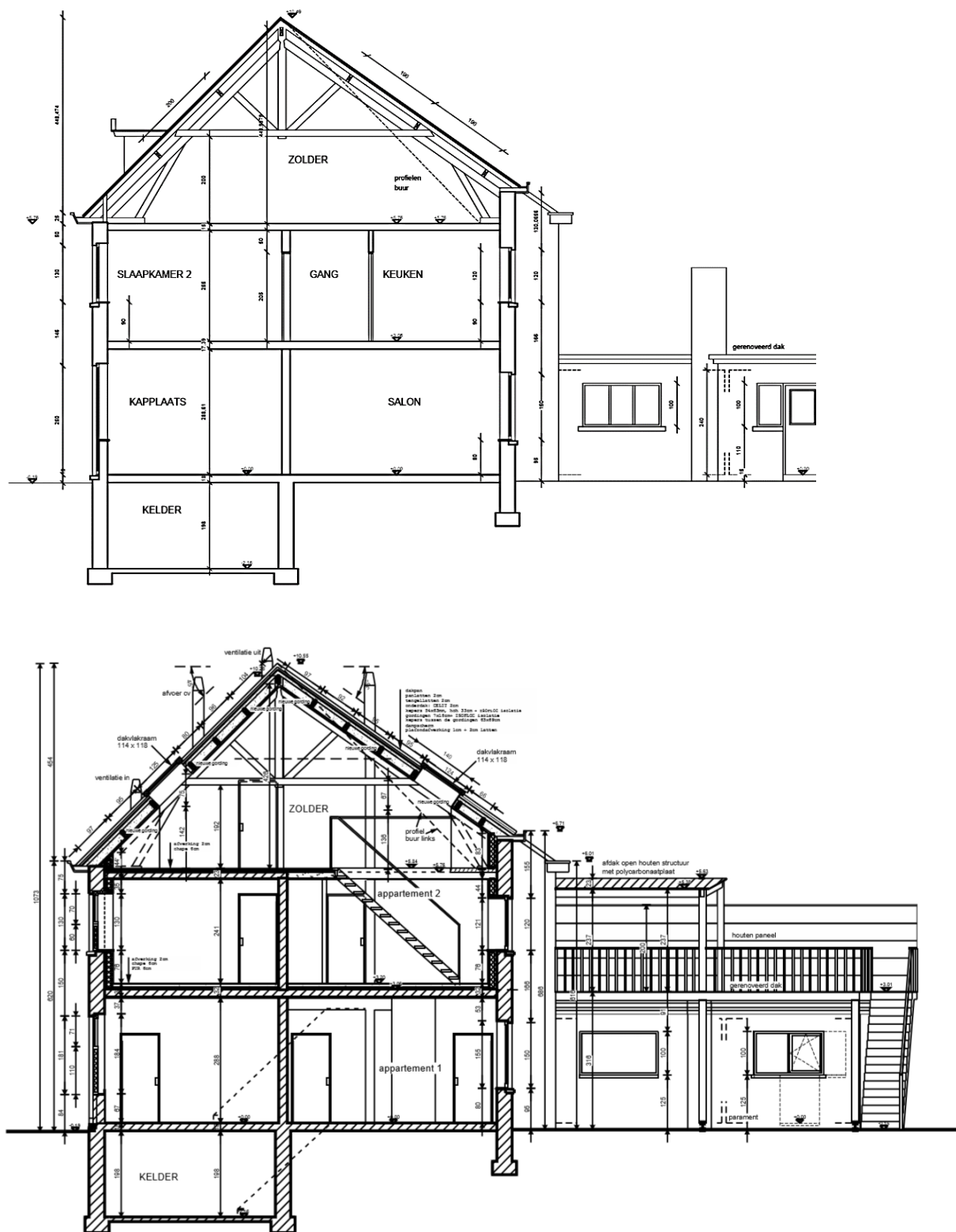


Figuur 115 *Exterieur van de woning voor en na de renovatie.*



Figuur 116 Oorspronkelijke woning is in deze fase van de renovatie geïsoleerd en de naden zijn getapet voor een goede luchtdichtheid.

De schil van hun appartement op de verdieping en zolder is aan de binnenzijde van de bestaande gevel volledig geïsoleerd (zie *Figuur 117*): de muren met 20 cm papiervlokken tussen de bestaande wand en de nieuwe keperwand, de vloer met 6 cm Resol en het dak is vervangen en geïsoleerd met totaal 24 cm cellulose-isolatie tussen de kepers en gordingen [131]. Daarnaast zijn de ramen vervangen door ramen met houten raamprofielen met dubbelglas en is er ook rekening gehouden met de luchtdichtheid door alle naden af te tapen (zie *Figuur 116*). Er wordt geen hernieuwbare energie opgewekt. Het appartement op de verdieping wordt verwarmd met een speksteenkachel op hout en de zolder wordt niet verwarmd. Tevens is er een condenserende gasketel voorzien voor eventuele bijverwarming en voor het sanitair warm water. De bewoners hebben overwogen om een zonneboiler te plaatsen, maar aangezien ze weinig water verbruiken hebben ze hier niet voor gekozen. Er is een ventilatiesysteem type D met warmteterugwinning geplaatst. De bewoners hebben bij de aankoop van de verlichting gekozen voor enkele energiezuinige lampen, een LED-spotje en een TL-lamp, maar daarnaast ook voor hallogeenspotjes. Bij de aankoop van huishoudtoestellen hebben ze gekozen voor energiezuinige varianten, zoals een vriezer A+++.



Figuur 117 *Sneede voor en na de renovatie. De eerste verdieping en de zolder zijn rondom geïsoleerd: de binnenzijde van de bestaande muren en het dak en de bovenzijde van de vloer tussen de verdieping en de begane grond. Tevens is er een terras gecreëerd aansluitend aan de eerste verdieping.*

Het ambitieniveau bij renovaties die uitgevoerd worden door deze architect is minimaal K-30. De bewoners wisten niet tot welk niveau er gerenoveerd is, zij hebben aan de architect alleen gevraagd om zo goed mogelijk te renoveren met hun budget en daarnaast te werken met bio-ecologische materialen. Het niveau is volgens de architect hoger dan het ambitieniveau, doordat er meer isolatie geplaatst is dan dat er op de plannen voorzien was. De uitvoeringstermijn van de verbouwing is volgens de architect en de bewoners heel verschillend: de architect geeft een periode van 3,5 maand aan, terwijl de bewoners een periode van 10 maanden aangeven. De bewoners konden wel in een deel van hun woning (in het appartement op de begane grond) blijven wonen, omdat ze alleen hun appartement op de verdieping hebben laten renoveren. De kosten zijn ongeveer binnen de geraamde kosten gebleven, misschien een klein beetje hoger. De bewoners zijn zeer tevreden over de samenwerking met de architect en over het verloop van de renovatie, omdat alles goed verlopen is. Er is een persoonlijk keuze die de bewoners niet meer zouden maken: de keuze van de vloertegels. Daarnaast heeft de architect ook enkele dingen aangegeven die verbeterd kunnen worden. Er zouden ramen met een betere isolatiewaarde gekozen kunnen worden en ook een andere ramenleverancier, omdat die ze nu planningsmatig aan het lijntje heeft gehouden. Met het resultaat zijn de bewoners absoluut tevreden: in de woning is het nu veel fijner wonen door de isolatie en doordat er geen tocht meer is door het vervangen van de glas-in-loodramen. Daarnaast bestaat het appartement nu uit één grote woonruimte op de verdieping in plaats van allemaal kleine ruimtes en zijn de ramen vergroot (zie *Figuur 118*). Het energieverbruik is ook sterk verminderd, ondanks dat de bewoners nu in een groter appartement wonen. Voor de renovatie was het verbruik voor het koken en het verwarmen in het appartement op de begane grond voor een bewoner ongeveer 75 – 100 euro per maand, terwijl dat na de renovatie voor het appartement op de verdieping en de zolder voor de bewoners samen nog maar 19 euro per maand is.



Figuur 118 Interieur van de woning voor en na de renovatie.

2.2.10 Dakrenovatie vrijstaande eengezinswoning te Wellen

De tiende en tevens laatste case study is een dakrenovatie van een vrijstaande eengezinswoning te Wellen (zie *Figuur 119*). De bewoners hadden hun woning ooit al laten verbouwen en ook enkele investeringen, zoals zonnepanelen, gedaan. De woning is helemaal niet geïsoleerd: de muren zijn zeer dik en van leem en de vloer ligt op een zandlaag. De bewoners hebben geen last van comfortproblemen bij deze onderdelen, alleen bij het dak: het was oud, niet geïsoleerd en er kwam veel wind door. De bewoners hebben daarom besloten om het dak energetisch te laten renoveren en te werken met ecologische materialen (zie *Figuur 120*) [132].



Figuur 119 *Exterieur van de woning voor en na de renovatie.*

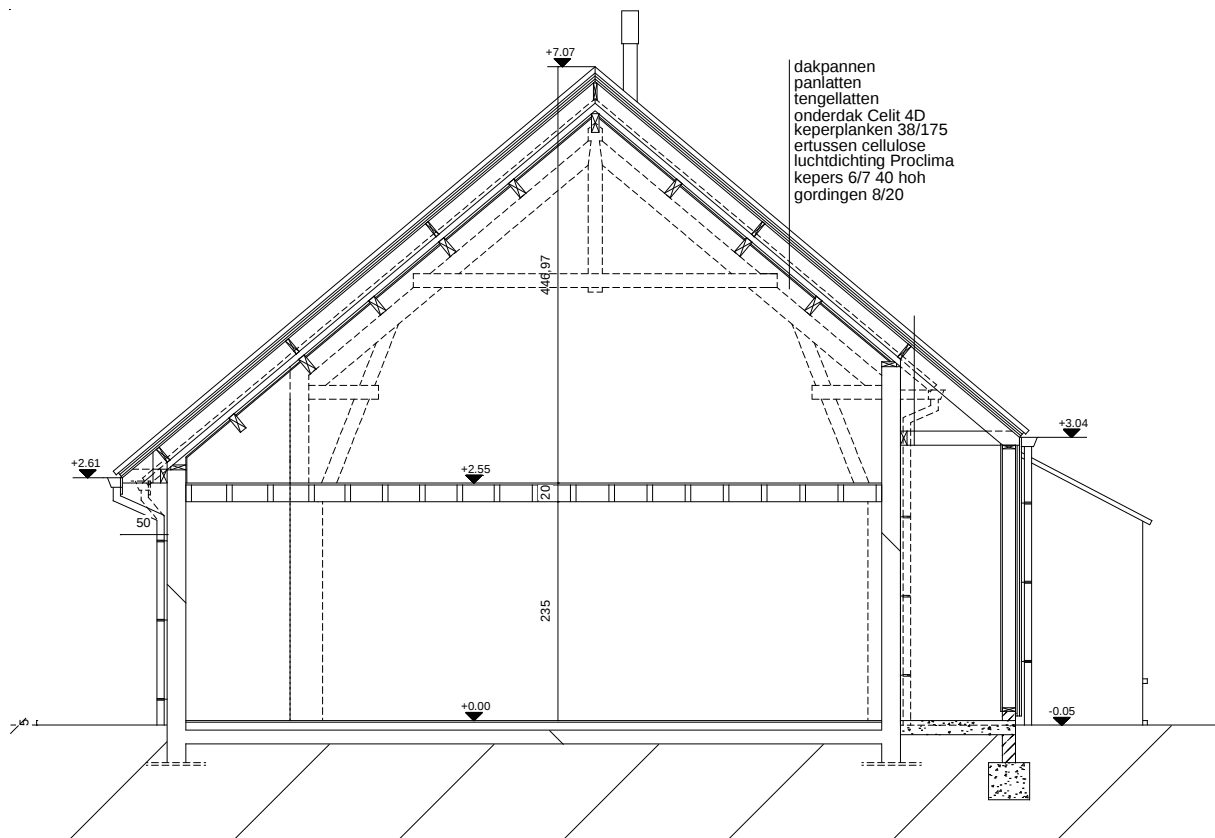


Figuur 120 *Detail dakconstructie na de dakrenovatie.*



Figuur 121 Dakconstructie tijdens de renovatiewerken met luchtdichingfolie en afgetapte naden.

Het bestaande dak was opgebouwd door middel van een plafondafwerking, isolatie, de dak structuur en daarbovenop dakpannen en zonnepanelen [133]. Deze opbouw is behouden, de dakpannen en zonnepanelen zijn alleen weggenomen om het dak tussen de kepers bij te isoleren met 17,5 cm papiervlokken en luchtdicht te maken (zie *Figuur 121 en Figuur 122*). Na de werkzaamheden zijn de dakpannen en zonnepanelen weer teruggeplaatst op het dak. Verder zijn er geen onderdelen aangepakt, de bestaande mazoutketel is behouden voor de verwarming en de zonneboiler is behouden voor het sanitair warm water. Er is tevens geen ventilatiesysteem aanwezig in de woning. Aangezien enkel het dak gerenoveerd is en dit vanaf de buitenzijde uitgevoerd is, konden de bewoners tijdens de renovatie thuis blijven wonen. De bewoners hebben bij de aankoop van lampen en huishoudtoestellen gekozen voor energiezuinige varianten.



129

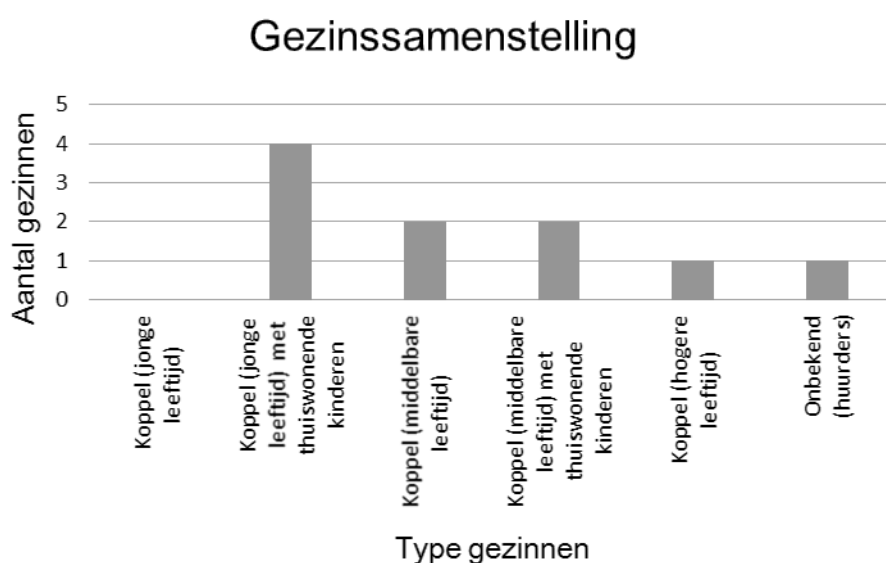
Het ambitieniveau was om het dak zo goed mogelijk te isoleren in functie van het budget. Dit is in samenspraak besproken door de architect en de bewoners. Het ambitieniveau is bereikt, want het dak heeft nu een zeer goede U-waarde. De voorziene uitvoeringstermijn van de dakrenovatie was volgens de architect en de bewoners iets verschillend: volgens de architect was het een periode van 6 weken, terwijl het volgens de bewoners 3 – 4 weken waren. De uitvoering heeft volgens de bewoners wat langer geduurd door de weeromstandigheden, waardoor het toch circa 6 weken in beslag heeft genomen. De kosten zijn goed geraamd door de architect, want die zijn binnen de geraamde kosten gebleven. De bewoners zijn tevreden over de samenwerking met de architect en over de uitvoering van de renovatie door de dakdekkers. Er zijn volgens de bewoners geen verbeterpunten, maar volgens de architect is er wel een ding dat verbeterd zou kunnen worden. De bestaande veranda is blijven staan, zodat de bewoners zo min mogelijk overlast van de renovatie zouden ondervinden en zo min mogelijk stof in de woning zouden krijgen. Echter was het voor de aannemer hierdoor heel lastig om het dak luchtdicht te maken. De architect zou een volgende keer de bestaande veranda dus weg laten nemen om de luchtdichtheid van het dak te kunnen verzekeren. Met het resultaat zijn de bewoners echt tevreden: in de woning is het nu aangenamer, doordat je geen wind meer voelt en de warmte niet meer via het trapgat verdwijnt. Daarnaast is het energieverbruik verminderd, maar de bewoners weten niet hoeveel.

2.2.11 Conclusie

Kijkende naar de tien Vlaamse kleinschalige energetische renovatieprojecten hierboven kunnen er verschillende dingen geconcludeerd worden. Als we ten eerste kijken naar de verschillende woningtypes blijkt dat 60% van de woningen vrijstaand zijn, 20% halfopen bebouwingen en 20% rijwoningen. Het grootste deel van de woningen zijn dus vrijstaand. Dit komt goed overeen met de verhouding qua woningtypes in Vlaanderen.

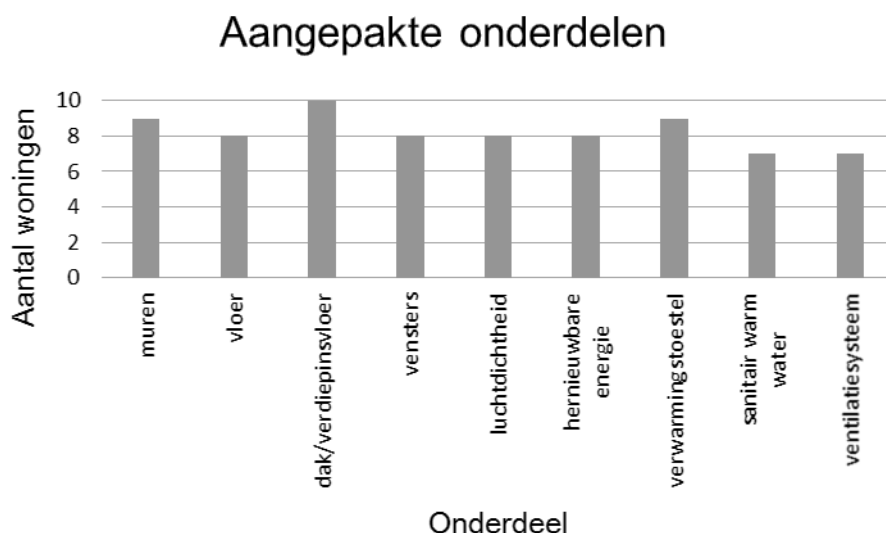
Als we ten tweede kijken naar de geïnterviewde bewoners blijkt dat 40% van de bewoners nieuwe bewoners zijn en dat 60% de oude bewoners zijn. Het merendeel van de bewoners heeft dus al in de woning gewoond voordat ze hun woning energetisch laten renoveren. Het voordeel hiervan is dat de bewoners weten welke plus- en minpunten de woning heeft en dit aan kunnen laten passen. De overige bewoners kopen een woning om deze vervolgens aan te passen aan de hedendaagse normen en hun eigen wensen door de woning energetisch te laten renoveren. Het voordeel hiervan is dat de bewoners tijdens de renovatie geen vervangende verblijfsplaats hoeven te zoeken, omdat ze in hun vorige woning of bij de ouders kunnen blijven wonen totdat de werkzaamheden afgerond zijn. Het nadeel hiervan is dat de energiebesparing door de energetische renovatie onbekend is.

Als we ten derde kijken naar de gezinssamenstelling van de geïnterviewde bewoners (zie *Figuur 123*) blijkt dat 40% van de gezinnen die hun woning energetisch laten renoveren bestaat uit een jong koppel met thuiswonende kinderen, 40% een koppel van middelbare leeftijd is waarvan de helft thuiswonende kinderen heeft, 10% een koppel van hogere leeftijd is en de overige 10% zijn onbekende huurders van een woning die verbouwd is tot appartementen. De grootste categorie die hun woning energetisch laat renoveren is dus een koppel met thuiswonende kinderen. Dit is positief, aangezien veel jonge koppels een woning kopen als ze samen gaan wonen. Als zij hun woning energetisch aan laten pakken worden er dus veel woningen energetisch gerenoveerd en hebben de jonge koppels ook een lang leven voor zich om hiervan te genieten.



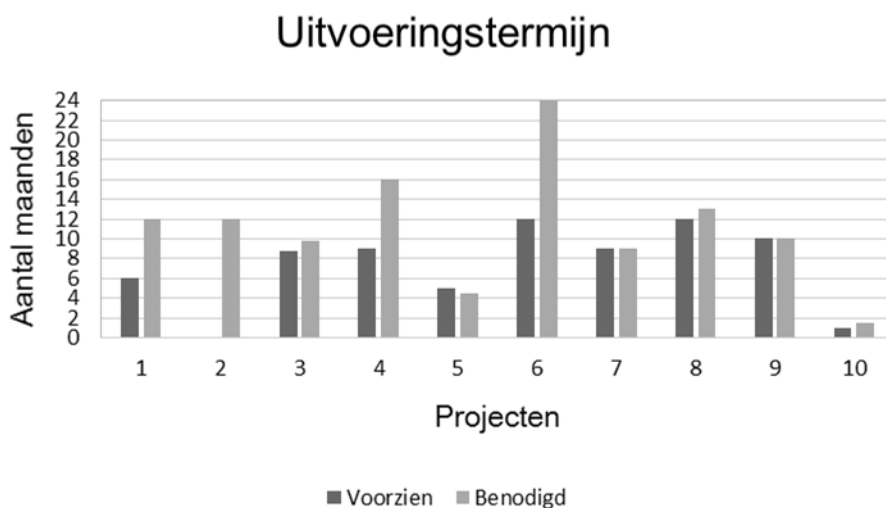
Figuur 123 Gezinssamenstelling geïnterviewde bewoners van de kleinschalige energierenovaties.

Als we ten vierde kijken naar de onderdelen die aangepakt zijn tijdens de energetische renovatie (zie *Figuur 124*) blijkt dat bij 70% van de renovaties alle onderdelen aangepakt zijn. Vooral de technische installaties zijn bepalend voor dit percentage, want als we enkel naar de schildelen kijken, blijkt deze bij 80% van de woningen aangepakt. Kijken we enkel naar dakrenovatie, dan is dit bij alle woningen aangepakt. Er kan dus gesteld worden dat de meest logische hiërarchie van energiebesparende maatregelen volgens de Trias Energetica bij deze renovaties is gerespecteerd: 1) dakrenovatie, 2) verbetering van de rest van de schil, 3) hernieuwbare energie, 4) installaties.



Figuur 124 Aangepakte onderdelen van de kleinschalige energierenovaties.

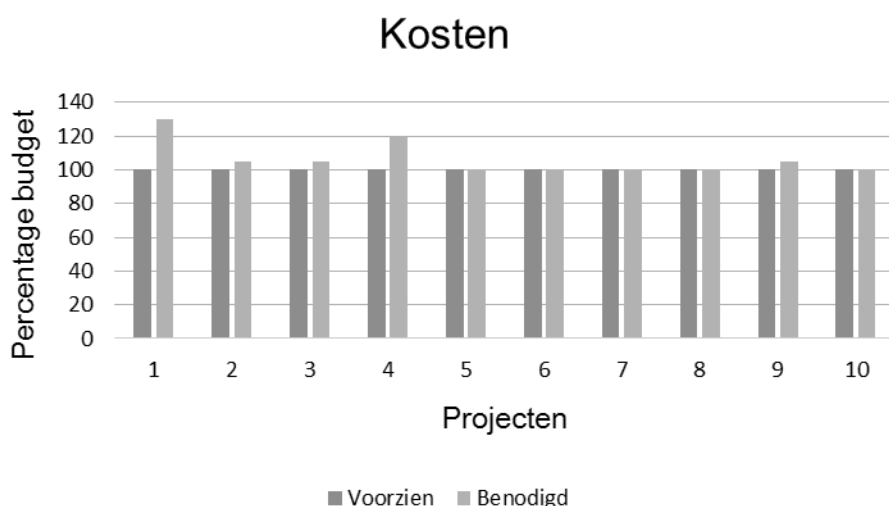
Als we ten vijfde kijken naar de benodigde termijn die voorzien was voor de energetische renovatie (zie *Figuur 125*) blijkt dat 70% van de projecten langer geduurd heeft dan voorzien, 10% korter dan voorzien en 20% even lang als voorzien. Hieruit blijkt dat het heel moeilijk is om bij een renovatie de benodigde uitvoeringstermijn in te schatten, want alle architecten hebben ervaring met energetisch renoveren. De redenen voor de langere benodigde termijn zijn verschillend: weeromstandigheden, bewoners die een deel zelf doen en dit onderschat hebben of problemen met de levering van gebouwonderdelen.



Figuur 125 Uitvoeringstermijn van de kleinschalige energierenovaties.

Als we ten zesde kijken naar de benodigde kosten die voorzien waren voor de energetische renovatie (zie *Figuur 126*) blijkt dat bij 50% van de projecten de voorziene en benodigde kosten gelijk waren, bij 30% de voorziene kosten ongeveer gelijk waren aan de benodigde kosten en dat 20% aanzienlijk meer gekost heeft dan voorzien. De aanzienlijke extra kosten zijn veroorzaakt doordat er bij die projecten onvoorziene omstandigheden waren: bij de projecten moesten de daken namelijk vervangen worden en bij een van de projecten is de gevelisolatie

niet in de spouwmuur gebeurd maar voor de bestaande muur. Deze omstandigheden hebben ervoor gezorgd dat de kosten die nodig waren voor de renovatie ongeveer 20% en 40% hoger waren dan voorzien. Gelukkig was dit slechts het geval bij 2 van de projecten en zijn de overige 8 projecten goed of bijna goed geraamd. Dit betekent dat de kosten voor de energetische renovatie door de meeste architect vooraf goed ingeschat zijn, wat waarschijnlijk te wijten is aan de ervaring die alle betrokken architecten hadden met energetisch renoveren.



Figuur 126 Kosten voor de kleinschalige energierenovaties.

Als we ten zevende kijken naar hoeveel architecten er in bouwteam gewerkt hebben voor dit project blijkt dat dit maar bij 30% van de projecten gedaan is. Dit is een erg klein aantal, zeker als je weet dat de architecten die hiermee gewerkt hebben zeer te spreken zijn over het werken in een bouwteam. Zo geeft een architect aan dat het de uitvoering vergemakkelijkt, omdat de aannemer betrokken is in de ontwerpfase en dat het voorschrijfgedag van de uitvoering hierdoor aangepast wordt. Een andere architect geeft aan dat het fijn is om tijdens het ontwerpproces feedback te krijgen van de uitvoerende partij en dat het werken in een bouwteam ook zorgt voor een hoger rendement. Het zou daarom interessant zijn als er in de toekomst meer inspanningen geleverd worden om het werken in een bouwteam te stimuleren bij architecten.

Als we ten achtste kijken naar de tips die de bewoners van de projecten geven aan toekomstige energetische renoveerders blijkt dat er drie tips naar voren komen: 1) architect kiezen die veel kennis heeft over energetisch renoveren, 2) in eerste instantie zoveel mogelijk isolatie plaatsen en later eventueel uitbreiden met installaties voor hernieuwbare energie, 3) zichzelf op voorhand goed te laten informeren wat de mogelijkheden zijn.

Als we ten slotte kijken naar de positieve punten die de architecten van de projecten aanhalen blijkt dat er één punt naar voren komt: het goede verloop van het gehele proces. Dit is volgens de architecten bereikt door een goede voorbereiding van de werf en een goede planning,

waardoor de verschillende uitvoerende partijen elkaar snel opgevolgd hebben. Tevens hebben de architecten enkele verbeterpunten aangehaald. Bij de projecten waar niet alle onderdelen aangepakt zijn zouden ze graag de ontbrekende onderdelen ook aanpakken, bij projecten waar sommige onderdelen minimaal aangepakt zijn zouden ze dit graag grondiger willen doen. Echter is dit vaak niet mogelijk met het vooropgestelde budget, doordat er bij alle projecten geprobeerd is het maximale uit het budget te halen. Er wordt ook aangehaald dat de communicatie altijd beter kan en dat het fijn zou zijn als er meer aannemers energetische renovatiewerkzaamheden zouden kunnen uitvoeren, zodat er een afweging gemaakt kan worden door middel van de prijs/kwaliteit.

2.3 Algemene vragen architecten Nederland en Vlaanderen

Verder bevatte het zelf afgenomen interview bij de verschillende de architecten in Nederland en Vlaanderen ook nog een aantal algemene vragen en een aantal vragen met betrekking tot het besproken project. Daaruit blijkt dat alle architecten ervaring hebben met energetisch renoveren. Tevens werd er gevraagd of ze geïnteresseerd zouden zijn om de prestaties voor en na de energetische renovatie te laten monitoren of dat ze dit al gedaan hebben. Alle architecten op een na hebben hier interesse in en twee van de architecten hebben dit al laten doen bij het besproken project. De architect van een van deze projecten geeft aan dat het heeft bijgedragen aan het succes van de renovatie. Het is daarnaast interessant dat met deze gegevens een vergelijking gemaakt kan worden van voor en na de renovatie, waardoor het duidelijk wordt wat het effect van de energetische renovatie geweest is. Tevens werd er gevraagd of de architecten geïnteresseerd zouden zijn in hulpmiddelen (om inzicht in de bestaande toestand te krijgen, hulpmiddelen om klanten te informeren, een ontwerp gids en kostensimulator om maatregelen te kiezen, een databank met systeemoplossingen voor de uitvoering van bouwknopen) bij de verschillende fases in het proces. Ruim de helft van de architecten heeft interesse in een of meer van de hulpmiddelen. De andere helft geeft aan dat dit soort hulpmiddelen voor renovaties zeer moeilijk is aangezien elk gebouw anders is en dat elke aansluiting specifiek is, maar dat het wel geschikt is voor nieuwbouw.

Daarnaast werd de architecten in Nederland en Vlaanderen gevraagd welke dingen ze van het besproken project meenemen of mee hebben genomen naar een volgend project. Er blijken drie dingen naar voren te komen die architecten het meest meenemen naar een volgend project. Het werken met één aannemer komt hierbij op de eerste plaats. Dit zorgt ervoor dat de uitvoering sneller verloopt en beter gecoördineerd wordt dan wanneer er gewerkt wordt met meerdere aannemers. Daarnaast worden het werken in een bouwteam en uitvoeringstechnische zaken het meest meegenomen als ervaringen naar volgende projecten.

3 Conclusie

Na het lezen van het theoretische deel, het literatuuronderzoek, en de case studies, het praktische deel, worden deze delen hier ten slotte vergeleken om te kijken of de theorie in de praktijk toegepast wordt en zo ja, of dit tot de verwachte resultaten leidt.

Voordelen van energetische renovaties

De reden van bewoners om hun woning energetisch te (laten) renoveren in de case studies kunnen vergeleken worden met de voordelen die het energetische renoveren met zich meebrengt volgens het literatuuronderzoek (zie *hoofdstuk 1.6*). De voordelen die in het literatuuronderzoek aangehaald worden zijn de volgende: beter voor het milieu is, besparing op je energiefactuur, comfortverbetering, waardestijging en snellere verkoop van de woning op de woningmarkt. Als we vervolgens kijken naar de verschillende reden van bewoners om hun woning energetisch te (laten) renoveren in de case studies komen er verschillende redenen naar voren. De redenen die zowel in Nederland als in Vlaanderen genoemd zijn, zijn: het comfort vergroten, het voldoen aan de hedendaagse eisen en het financiële voordeel: de lagere energiekosten. Daarnaast wordt in Nederland het verlengen van de levensduur van de woningen aangehaald als reden en in Vlaanderen het milieu. Als we deze redenen vergelijken met de voordelen uit het literatuuronderzoek zien we dat deze aardig overeenkomen. Enkel de laatste twee voordelen worden niet aangehaald (waardestijging en sneller verkoop). Dit is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat de bewoners zelf in hun woning blijven wonen en dus in eerste instantie genieten van het comfort en de verlaagde energiefactuur. De waardestijging en snellere verkoop zijn misschien wel dingen die de bewoners in hun achterhoofd houden, maar die nog ver in de toekomst liggen en vandaar geen directe beweegredenen zijn.

Toepassing Trias Energetica

De onderdelen die in de verschillende projecten aangepakt zijn kunnen vergeleken worden met de onderdelen van het energetisch renoveren uit het literatuuronderzoek (zie *hoofdstuk 1.7*). In het literatuuronderzoek wordt de werkwijze van de Trias Energetica besproken (beperken van de energievraag, gebruiken van hernieuwbare energie, eindige energiebronnen zo efficiënt mogelijk gebruiken). Als we vervolgens kijken naar de verschillende grootschalige en kleinschalige projecten uit het literatuuronderzoek, dan blijkt dat bij alle projecten de schil volledig is aangepakt. Aan de luchtdichtheid is bij minder dan de helft van de projecten aandacht besteed: in Nederland is maar in een van de vijf projecten en in Vlaanderen in twee van de drie projecten aandacht besteed aan luchtdichtheid. Binnen de eerste stap van de Trias Energetica krijgt isolatie dus zeer veel aandacht, maar luchtdichtheid veel minder. Met de

tweede en derde stap, het plaatsen van technische installaties, al dan niet op hernieuwbare energie, wordt in de meeste projecten maar gedeeltelijk rekening gehouden. In de projecten in Nederland is de keuze voor de meeste technische installaties vaak niet opgenomen in het standaardrenovatiepakket, maar in twee van de vijf projecten wordt het wel als keuze-optie gegeven om bijvoorbeeld zonnepanelen of een zonneboiler te kiezen. Deze keuze opties resulteren in extra kosten. In het standaardrenovatiepakket wordt daarentegen wel bij 80% van de projecten het plaatsen van een ventilatiesysteem opgenomen. In de drie Vlaamse projecten worden in één project wel alle technische installaties aangepakt, maar in de andere twee projecten worden maar een aantal nieuwe technische installaties geplaatst. Het geringe aandacht besteden aan de technische installaties is waarschijnlijk een gevolg van de branche van de initiatiefnemers. Het zijn namelijk firma's van bouwmaterialen en technische installaties behoren niet tot hun producten. Echter wordt er wel in alle projecten een ventilatiesysteem geïnstalleerd. Voor de projecten die in het literatuuronderzoek besproken worden kunnen we dus concluderen dat er vooral aandacht besteed wordt aan de eerste stap van de Trias Energetica en dan met name aan het goed isoleren van de hele woning. Dit is de stap die het de meeste energiebesparing oplevert volgens de Trias Energetica en dit wordt ook bevestigd door de kosten/batenanalyses die bij de Vlaamse projecten uit gevoerd zijn. Uit deze analyse blijkt namelijk dat de schilrenovatie het meeste winst oplevert in verhouding met de kosten. Investeren in deze stap is dus zeer aan te raden. Tevens laat deze stap de mogelijkheid open om de technische installaties nog te verbeteren, waardoor er nog meer energie bespaart kan worden. De manier van werken die in deze projecten wordt toegepast is dus de stapsgewijze manier (zie *hoofdstuk 1.8*). Als we vervolgens kijken naar de onderdelen die bij de case studies in Nederland en Vlaanderen aangepakt zijn zien we ook hier dat bij bijna alle projecten de gehele schil geïsoleerd wordt. Tevens wordt er in bijna alle projecten (86%) aandacht besteed aan de luchtdichtheid. Daarnaast wordt er ook in veel projecten geïnvesteerd in technische installaties. Bij ruim de helft van de projecten (57%) is er zowel een nieuw verwarmingstoestel, een toestel voor sanitair warm water en een ventilatiesysteem geplaatst. Als we vervolgens de afzonderlijke categorieën bekijken is er in 71% van de woningen een toestel voor sanitair warm water, in 71% van de woningen een ventilatiesysteem geplaatst, in 86% van de woningen een nieuw verwarmingstoestel geplaatst en is er in 21% van de woningen geïnvesteerd in hernieuwbare energie. Alleen in hernieuwbare energie wordt er dus weinig geïnvesteerd. In Nederland is dit lage percentage waarschijnlijk te wijten aan het feit dat twee projecten bestaan uit monumentale woningen waar het plaatsen van zonnepanelen niet mogelijk is en een project al ruim 10 jaar geleden is uitgevoerd. Uit de voorgaande gegevens blijkt dus dat er in de meeste projecten geïnvesteerd is in alle drie de stappen van de Trias Energetica en dat de woningen dus op een grondige manier aangepakt zijn (zie *hoofdstuk 1.8*).

Aanpak energetische renovaties

De verschillende manieren van aanpak die gebruikt zijn bij de projecten uit het literatuuronderzoek en de case studies kunnen met elkaar vergeleken worden. In Nederland wordt het werken met de ketenaanpak gepromoot (zie *hoofdstuk 1.9*), omdat het zou zorgen voor een efficiëntere en goedkopere manier van werken dan de traditionele manier van werken. Bovendien zou het leiden tot betere en innovatieve oplossingen en zouden de doorlooptijden tussen de verschillende onderdelen verkort worden. In de grootschalig Nederlandse projecten uit het literatuuronderzoek, wordt in 60% van de projecten gewerkt met een ketenaanpak, in 20% van de projecten wordt er gewerkt met een co-creatie traject en in 20% van de projecten wordt er op de traditionele manier gewerkt. In de kleinschalige projecten in Vlaanderen uit het literatuuronderzoek blijkt dat er bij alle projecten op een traditionele manier gewerkt wordt. Wel wordt in alle projecten aandacht besteed aan een grondig vooronderzoek en het monitoren van de prestaties voor en na. Dit is zeer interessant, omdat het effect van de renovatie hierdoor bekend is. Uit de interviews bleek dat ook alle architecten van de case studies interesse zouden hebben in zulke onderzoeken. Bij 14% van de case studies was dit ook al effectief toegepast en de architect gaf aan dat dit bijgedragen heeft aan het succes van de renovatie. Het zou positief als dit gepromoot zou worden. Als we vervolgens kijken naar de manier van werken bij de case studies blijkt dat er in Nederland bij 75% van de projecten gewerkt is in een bouwteam en in Vlaanderen bij 30% van de projecten. Ook hier blijkt dus, net als in de projecten uit het literatuuronderzoek, dat deze manier van werken in Nederland vaker toegepast wordt dan in Vlaanderen waar nog vooral op de traditionele manier gewerkt wordt. Het zou goed zijn als het werken in bouwteam meer gestimuleerd zou worden in Vlaanderen, want volgens de geïnterviewde architecten kan het de communicatie verbeteren, de haalbaarheid van de uitvoering verzekeren en de uitvoering voor de aannemer vergemakkelijken wat resulteert in een hoger rendement. Aangezien de schaal van de renovaties in Nederland en in Vlaanderen verschillend is, zijn de inspanningen die geleverd moeten worden voor het overleg tussen de verschillende partijen per woning verschillend. In Nederland kunnen deze inspanningen afgeschreven worden op een groot aantal woningen, doordat worden er veel woningen tegelijk aangepakt worden door één bouwteam, terwijl de inspanningen in Vlaanderen per woning opnieuw gedaan moeten worden.

Probleempunten energetische renovaties

De zaken die volgens het literatuuronderzoek de uitvoering van energetische renovaties vermoeilijken kunnen worden vergeleken met de problemen die in de praktijk bij de verschillende case studies ervaren worden. In het LEHR-project (zie *hoofdstuk 1.10.5*) worden volgende problemen besproken: de investeringscapaciteit is vaak laag en er moet daarnaast

een tijdelijk onderkomen gezocht worden, er is een gebrek aan kennis bij bouwprofessionals en beleidsmakers, er kunnen geen correcte kosten/batenanalyses gemaakt worden en er is een complexe besluitvorming bij mede-eigendom. Ook in de case studies worden verschillende verbeterpunten aangehaald. Wat het vaakst terugkomt is: de lange uitvoeringstermijn (vooral bij monumenten), de samenwerking en communicatie tussen de verschillende partijen, het verhuizen naar een wisselwoning of het tijdelijk ergens anders moeten verblijven, een deel dan de woning niet aan kunnen pakken door beperkt budget en het vinden van goede uitvoerders. Zo blijkt dat een deel van de moeilijkheden die in het literatuuronderzoek aangehaald zijn, ook in de praktijk ervaren worden als problemen. Aangezien het LEHR-project gebaseerd is op enkele reële renovatieprojecten is het logisch dat deze punten met de praktijk overeenkomen.

De problemen die hiervoor aangehaald zijn worden hieronder een voor een besproken en er worden tevens oplossingen aangedragen. Niet alle onderdelen die de bewoners aan willen pakken kunnen altijd aangepakt worden, doordat het budget beperkt is. Daarnaast moet er een tijdelijke onderkomen gezocht worden, wat vaak ook weer geld kost. Een oplossing hiervoor kan extra financiële stimulans door de overheid zijn of het stimuleren van innovatie in de renovatiesector. Innovatie waarbij verschillen bouwpartijen betrokken zijn kan namelijk zorgen voor goedkopere oplossingen en het samenwerken van partijen kan leiden tot geïntegreerde oplossingen waardoor de bouwtijd verkort kan worden, wat ook ten goede komt van de uitvoeringstermijn. Een voorbeeld van een innovatieve oplossing is een kant-en-klaar renovatiepakket voor een bepaald type woning met keuzevrijheid voor de bewoner. Dit wordt ook toegepast bij particuliere woningen in Nederland (zie *hoofdstuk 1.11*). Tevens is het moeilijk om goede uitvoerders te vinden, doordat er veel uitvoerders geen kennis hebben over energetische renoveren. Een oplossing hiervoor kan het aanbieden van specifieke opleidingen of het integreren van dit aspect in basisopleidingen zijn, waardoor uitvoerders weten hoe ze te werk kunnen gaan bij energetische renovaties. Als veel uitvoerders de kennis hebben en willen samenwerken in een bouwteam kan de samenwerking en de communicatie tussen de verschillende partijen ook verbeterd worden en de bouwtijd verkort worden. De bewoners hoeven dan korter hun woning uit, waardoor de kosten die ze voor het tijdelijke verblijf ergens anders betalen beperkt wordt en ze dit geld weer kunnen investeren in hun woning. Hierdoor kunnen ze dan hopelijk de onderdelen aanpakken die ze wilden aanpakken, wat de energetische kwaliteit van de woning ten goede komt.

Naast de vergelijkingen tussen de literatuur en de praktijk hierboven kunnen de overeenkomsten en verschillen van een aantal praktische zaken tussen de Nederlandse grootschalige- en de Vlaamse kleinschalige energetische renovatieprojecten bekeken worden (zie *hoofdstuk 2*).

Uitvoeringsaspecten energetische renovatie in Nederland en Vlaanderen

Als we ten eerste de voorziene- en benodigde uitvoeringstermijnen bekijken blijkt dat zowel in Nederland als in Vlaanderen bij de meeste projecten de uitvoeringstermijn langer is dan de voorziene termijn. Tevens zit er in Nederland ook een verschil tussen de uitvoeringstermijn volgens de architect en de bewoners, terwijl deze in Vlaanderen aardig overeenkomen. Wat ook opvalt is dat de uitvoeringstermijn van de projecten die monumentale woningen bevatten veel langer is dan de woningen die die status niet hebben. Dit ligt aan het feit dat de monumentale woningen aan de binnenzijde geïsoleerd moeten worden, terwijl het bij de andere woningen mogelijk was om geïsoleerde prefab elementen aan de buitenzijde tegen de woning aan te brengen. We kunnen dus concluderen dat het heel moeilijk is om bij een renovatie de benodigde uitvoeringstermijn in te schatten, omdat de uitvoering bij de meeste woningen veel langer geduurd heeft.

Als we ten twee kijken naar de benodigde kosten bij de verschillende projecten in Nederland en Vlaanderen blijkt dat de kosten bij 50% van de projecten goed ingeschat was en bij 25 - 30% de kosten redelijk goed ingeschat waren. Dit betekent dat de kosten door de meerderheid van de architecten goed of redelijk goed ingeschat kunnen worden, wat voor de bewoners fijn is doordat ze zo weten wat haalbaar is met hun budget.

Als we ten derde kijken naar tips die bewoners geven aan toekomstige energetische renoveerders blijken deze in Nederland en Vlaanderen te verschillen. Zo wordt er door de Nederlandse bewoners aangeraden om te kiezen voor het energetisch laten renoveren van je woning, het vragen om meer keuzemogelijkheden en een hogere vergoeding voor het verhuizen naar een wisselwoning, het maken van goede afspraken met de woningbouwcorporatie en het vragen om goede uitleg over de werking van de nieuwe technische installaties. Uit deze tips blijkt heel duidelijk dat deze gegeven zijn door huurders die vinden dat ze te weinig inspraak hebben in hoe de energetische renovatie verloopt. De tips zijn ook bedoeld voor andere huurders, omdat ze allemaal slaan op wat er in het renovatieproces bij komt kijken in plaats van over het energetische renoveren zelf. Daarentegen gaan de tips die de Vlaamse bewoners hebben gegeven wel over het energetische renoveren zelf en zijn dus bedoeld voor bewoners van particuliere woningen. De bewoners raden aan om een architect te kiezen die veel kennis heeft over energetisch renoveren, om zelf ook op voorhand voldoende geïnformeerd te zijn en om ten slotte te kiezen voor het plaatsen van zoveel mogelijk isolatie die als basis kan dienen en later eventueel uitgebreid kan worden met installaties. Het is interessant dat de bewoners dit laatste fenomeen aanhalen, omdat dit wijst op het feit dat de principes van de Trias Energetica toegepast zijn. Dit resulteert in een stapsgewijze aanpak wat ervoor zorgt dat de bewoners kunnen sparen voordat ze een nieuwe stap zetten.

Als we ten vierde kijken naar de dingen die de Nederlandse en Vlaamse architecten van het besproken project meenemen of mee hebben genomen naar een volgend project komen er drie zaken naar voren: het werken met één aannemer, het werken in een bouwteam en uitvoeringstechnische zaken. Het is interessant dat hier het werken in een bouwteam en werken met één aannemer aangehaald worden, omdat we gezien hebben dat het werken in een bouwteam voordelen op kan leveren en dat dat hier bevestigd wordt. In de praktijk leidt het volgens de architecten namelijk tot een snellere uitvoering en een beter gecoördineerd proces.

Ten slotte om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag: 'Welke lessen kunnen er uit de bestaande methodes voor energetisch renoveren geleerd worden en welke conclusies kunnen daaruit getrokken worden zodat ze in de toekomst goedkoper, gemakkelijker en sneller toegepast kunnen worden?' moeten er een aantal zaken die hierboven vermeld zijn gecombineerd worden. Eerst gaan we kijken naar welke lessen er geleerd kunnen worden uit de bestaande methodes om daar vervolgens conclusies uit te trekken zodat de methode in de toekomst goedkoper, gemakkelijker en sneller toe te passen is.

Bestaande methodes energetische renovaties

De bestaande methodes die gebruikt worden in Nederland en Vlaanderen zijn op sommige vlakken verschillend. Dit hangt waarschijnlijk samen met het feit dat de eigendomssituatie anders is: in Nederland is een groot deel eigendom van woningcorporaties, terwijl het merendeel van de Vlaamse woningen in particulier bezit zijn. Hierdoor worden er in Nederland veel grootschalige energierenovatieprojecten uitgevoerd door de woningcorporaties, terwijl er in Vlaanderen vooral veel kleinschalige energierenovatieprojecten uitgevoerd worden door de particuliere woningeigenaars. Tevens is het meest voorkomende woningtype verschillend: in Nederland zijn er veel rijwoningen en in Vlaanderen veel vrijstaande woningen. Om te kijken welke onderdelen er aangepakt worden bij de energetische renovatie wordt er zowel in Nederland als Vlaanderen gewerkt met het principe van de Trias Energetica. Daarnaast wordt er bij enkele projecten aandacht besteed aan het doen van onderzoeken en het monitoren om het effect van de renovatie te kunnen zien en om bij te dragen aan het succes van de renovatie. Tevens wordt er in sommige project ook gewerkt in een bouwteam, wat ten opzichte van de traditionele manier van aanpak enkele voordelen heeft. Zo wordt door het werken in een bouwteam de communicatie verbeterd, de haalbaarheid van de uitvoering verzekerd en de uitvoering voor de aannemer vergemakkelijkt wat resulteert in een hoger rendement.

Voorstel voor toekomstige methode energetische renovaties

Om de energetische renovaties in de toekomst goedkoper, gemakkelijker en sneller uit te laten voeren kan er het best gewerkt worden met een combinatie van de hierboven besproken methodes. Door het doen van onderzoeken en monitoren, het toepassen van het Trias Energetica principe én het werken in een bouwteam is er op voorhand meer informatie over de bestaande toestand bekend, kan er naar aanleiding daarvan ingespeeld worden op de zwakkere punten en kan er door de verschillende partijen gezamenlijk nagedacht worden over de oplossingen en kunnen er keuzes gemaakt worden voor oplossingen die een mooi resultaat geven en makkelijk uitvoerbaar zijn. Tevens kan er ook nog gewerkt worden met een BIM-systeem⁸ waardoor de communicatie en de opvolging van de werken tussen de verschillende partijen nog beter en sneller kan verlopen. Het grootste voordeel is dat door het gezamenlijke voorbereidingstraject de uitvoeringstermijn wordt verkort, waardoor de bewoners korter hun woning uit hoeven of dat de renovatie zelfs kan gebeuren in bewoonde toestand. Hierdoor worden de kosten voor het tijdelijke verblijf minder of vallen die zelfs weg, waardoor dit geld geïnvesteerd kan worden in de renovatie. Dit kan de energetische kwaliteit van de woning ten goede komen en resulteren in een nog comfortabele woning met een nog lagere energierekening.

Ik hoop dat deze nieuwe manier van aanpak zorgt voor een woning met een betere energetische kwaliteit in een snellere uitvoeringstijd. Tevens hoop ik dat deze manier van aanpak vaak toegepast gaat worden, wat resulteert in veel woningen die energetisch gerenoveerd worden, een kwaliteitsverbetering van het woningpark en hopelijk het behalen van de gestelde klimaatdoelen.

⁸ Bouwwerk Informatie Model, een digitaal model dat door alle partijen gebruikt kan worden.

4 Bibliografie

4.1 Lijst van geraadpleegde bronnen

- [1] Bond beter leefmilieu - energiezuinige wijken en energieproducerende woningen, z.j. , via <http://www.bondbeterleefmilieu.be/page.php/30/706/14443> [geraadpleegd op 28 juli 2014]
- [2] Vlaamse Confederatie Bouw: Bouw, energie en milieu –Vijfde energiecongres in teken van renovatie, z.j. , via http://www.vcb.be/berichten/act_58.asp?id_kamer=20&nav=activiteiten [geraadpleegd op 28 juli 2014]
- [3] Rijksoverheid – Cijfers over Wonen en Bouwen, z.j. , via <http://cowb.datawonen.nl/index.html#hoofdstuk1> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- [4] Energielabel.nl – Energielabel woningen, z.j. , via <http://www.energielabel.nl/woningen/> [geraadpleegd op 24 februari 2014]
- [5] Energievastgoed – Hoe behaal je de EPC-norm van 0,6?, 06 augustus 2010, via <http://www.energievastgoed.nl/2010/08/epc-norm-nieuwbouw-halen-met-combinatie-maatregelen/> [geraadpleegd op 24 februari 2014]
- [6] ClubGreen – Keteninnovatie voor duurzame woningrenovatie, z.j. , via <http://www.clubgreen.nl/vraag/Keteninnovatie-voor-duurzame-woningrenovatie.html> [geraadpleegd op 28 juli 2014]
- [7] Energiesprong – Deal De Stroomversnelling: 111.000 huurwoningen naar energienota=0, 20 juni 2013, via <http://energiesprong.nl/blog/deal-de-stroomversnelling-111-000-huurwoningen-naar-energienota0/> [geraadpleegd op 27 december 2013]
- [8] Rijksoverheid – ‘Stroomversnelling’: 111.000 huurwoningen met ‘nul op de meter’ na renovatie, 27 juni 2013, via <https://abonneren.rijksoverheid.nl/article/bouwen-met-kwaliteit/nieuwsbrief-bouwen-met-kwaliteit-nr-3-2013/-stroomversnelling-111-000-huurwoningen-met-nul-op-de-meter-na-renovatie/1863/19395?preview=false> [geraadpleegd op 27 december 2013]
- [9] Rick Wessels en Reimar von Meding (2013) Innovatie in renovatie: de verduurzaming van de woningvoorraad. *de Architect*, 44 (4), pp 82.
- [10] Vastgoedontwikkelingsblog – Lagere energiekosten met huur verrekend na duurzame renovatie, 24 juni 2013, via <http://vastgoedontwikkelingsblog.wordpress.com/2013/06/24/lagere-energiekosten-met-huur-verrekend-na-duurzame-renovatie/> [geraadpleegd op 29 juli 2014]
- [11] Vraag gesteld aan Jan Willem van de Groep – Energiesprong (jan-willem.vandegroep@platform31.nl), Mogelijkheid om de energiefactuur die huurders aan de woningbouwcorporatie moeten betalen te verlagen?
- [12] Vastgoedontwikkelingsblog – Lagere energiekosten met huur verrekend na duurzame renovatie, 24 juni 2013, via <http://vastgoedontwikkelingsblog.wordpress.com/2013/06/24/lagere-energiekosten-met-huur-verrekend-na-duurzame-renovatie/> [geraadpleegd op 29 juli 2014]
- [13] Corporatie bouw – Energielabels interesseren met niet, 29 augustus 2013, via <http://www.corporatiebouw.nl/energielabels-interesseren-me-niet.181750.lynkx> [geraadpleegd op 29 juli 2014]
- [14] Vraag gesteld aan Jan Willem van de Groep – Energiesprong (jan-willem.vandegroep@platform31.nl), Mogelijkheid om de energiefactuur die huurders aan de woningbouwcorporatie moeten betalen te verlagen?
- [15] Statistics Belgium – Het gebouwenpark - Kadastrale statistiek van het gebouwenpark, België en gewesten, 2013, via http://statbel.fgov.be/nl/statistiek/cijfers/economie/bouw_industrie/gebouwenpark/ [geraadpleegd op 27 december 2013]
- [16] Vlaamse Confederatie Bouw – Vijfde energiecongres in het teken van renovatie, z.j. , via http://www.vcb.be/berichten/act_58.asp?id_kamer=20&nav=activiteiten [geraadpleegd op 27 december 2013]
- [17] Vlaams Energieagentschap – Energierenovatieprogramma 2020, z.j. , via <http://www.energiesparen.be/2020> [geraadpleegd op 27 december 2013]
- [18] Renovatie 2020 – In 4 stappen naar een energiezuinige woning, z.j. , via <http://www.renovatie2020.be/wat-is-renovatie2020.php> [geraadpleegd op 27 december 2013]

- [19] Vlaams Energieagentschap – Voordelen energiezuinig bouwen en verbouwen, z.j. , via <http://www.energiesparen.be/node/2591> [geraadpleegd op 09 november 2013]
- [20] Tias Nimbis Business School – Energielabel populairst in buitengebieden, 06 december 2013, via <http://knowledge.tiasnimbis.edu/artikel/energielabel-populairst-buitengebieden> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- [21] Vlaams Energieagentschap – Energiezuinig bouwen en verbouwen, z.j. , via http://www.energiesparen.be/energiezuinig_bouwen_en_verbouwen [geraadpleegd op 09 november 2013]
- [22] Agentschap NL, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties – Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen, juni 2013, via <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/Infoblad%20Trias%20Energetica%20en%20energieneutraal%20bouwen-juni%202013.pdf> [geraadpleegd op 05 december 2013]
- [23] Atriensis – Energieneutraal renoveren: in één keer of in stappen?, 24-06-2013, via <http://atriensis.nl/nieuws/actueel/2013/energieneutraal-renoveren-in-1-keer-of-in-stappen> [geraadpleegd op 02 november 2013]
- [24] Sustainable Energy Research – De bruikbaarheid van baten/kosten analyse om maatschappelijk te beslissen , 19 mei 2011, via <http://www.avielverbruggen.be/index.php/downloads?func=fileinfo&id=392> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- [25] Sustainable Energy Research – Investeren in energie efficiëntie van gebouwen , 7 september 2013, via <http://www.avielverbruggen.be/index.php/downloads?func=fileinfo&id=435> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- [26] Groen samen beter doen – energiezuinig wonen voor iedereen, z.j. , via http://www.groen.be/sites/www.groen.be/files/uploads/Bestandsbijlages/programma/2014/klein/verkiezingsprogramma_hoofdstuk_schone_betaalbare_energie.pdf [geraadpleegd op 26 april 2014]
- [27] ClubGreen – Keteninnovatie voor duurzame woningrenovatie, z.j. , via <http://www.clubgreen.nl/vraag/Keteninnovatie-voor-duurzame-woningrenovatie.html> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- [28] Agentschap NL afdeling Energie en klimaat - Praktijkvoorbeelden Corporaties, Passiefhuisrenovatie Woonveste Nieuwkuijk – thema's passiefhuisrenovatie en ketensamenwerking, mei 2012, via http://www.rvo.nl/sites/default/files/Passiefhuis_renovatie%20-%20Woonveste%20-%20Nieuwkuijk.pdf [geraadpleegd op 27 juli 2014]
- [29] Gebiedsontwikkeling - Keteninnovatie bij woningrenovatie succesvol, 4 april 2013, via <http://www.gebiedsontwikkeling.nu/artikel/3337-keteninnovatie-bij-woningrenovatie-succesvol> [geraadpleegd op 27 juli 2014]
- [30] Produbo - DuurzaamZwaag, 2011, via <http://www.produbo.nl/portfolio/project/duurzaam-zwaag> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [31] DuurzaamZwaag - Initiatief, z.j. , via <http://fruitlaan.wordpress.com/nieuws/> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [32] VDM woningen – 250.000 euro subsidie voor DuurzaamZwaag, 14 november 2011, via <http://www.vdm.nl/over-vdm/nieuws/250.000-euro-subsidie-voor-duurzaam-zwaag> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [33] Lokaal alle lichten op groen – Het Steeds beter-concept voor Henk Verheij: in stappen dicht bij het doel, 28 maart 2014, via <http://www.lokaalallelichtenopgroen.nl/2014/03/het-steeds-beter-concept-voor-henk-verheij-in-stappen-dicht-bij-het-doel/> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [34] DuurzaamZwaag – Nette buurt warme voeten – Energiebesparend verbouwen met de burens, z.j. , via http://issuu.com/roelofschuitema/docs/zwaagboek_2_web [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [35] DuurzaamZwaag - Initiatief, z.j. , via <http://fruitlaan.wordpress.com/nieuws/> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [36] De woonplaats – Project Stevenfenne succesvol verlopen, 04 juli 2014, via https://www.dewoonplaats.nl/actueel/actueel/140704_Project_Stevenfenne_succesvol_verlopen/ [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [37] De woonplaats – Groot onderhoud bij 117 woningen in Stevenfenne, 29 augustus 2013, via https://www.dewoonplaats.nl/actueel/archief/130829_grootonderhoud_stevenfenne/ [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [38] De Witte - van der Heijden Architecten – Grootschalige renovatie van 117 woningen in de wijk Stevenfenne Enschede, z.j. , via <http://www.dwvdh.nl/index.php/projecten/revitaliseren/255-grootschalige-renovatie-stevenfenne-enschede> [geraadpleegd op 30 juli 2014]

- [39] De woonplaats – Groot onderhoud bij 117 woningen in Stevenfenne, 29 augustus 2013. , via https://www.dewoonplaats.nl/actueel/archief/130829_grootonderhoud_stevenfenne/ [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [40] Nul 20 – Platform voor woonbeleid in regio Amsterdam – Energiezuinige renovatie in de Indische Buurt, 29 januari 2013, via <http://www.nul20.nl/energiezuinige-renovatie-indische-buurt> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [41] De Alliantie - Gorontalostraat, z.j. , via <http://www.de-alliantie.nl/over/in-de-regio/Regio-Amsterdam/Indische-Buurt/Gorontalostraat/> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [42] Persbericht de Alliantie – Van label G naar label A door renovatie, 30 januari 2013, via <http://www.de-alliantie.nl/alliantie/files/e4/e49782b6-ad12-4f52-bebc-2537896866b2.pdf> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [43] Architectenweb – Projecten: Kroeven, Roosendaal, 14 augustus 2013, via <http://www.architectenweb.nl/aweb/projects/project.asp?PID=23903> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [44] Allee Wonen – Symposium 'Passiefhuis renovatie De Kroeven Roosendaal', 10 december 2013, via http://www.e2rebuild.eu/en/demos/roosendaal/Documents/1-Ad%20van%20Reekum_Kroeven_Roosendaal_131210.pdf [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [45] A Studio – Conceptueel renoveren – Referentieproject: De Kroeven, 2011, via <http://www.a-studio.nl/slim-en-snel-grondig-en-grootschalig-conceptueel-renoveren/index.php> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [46] Bewonersbelangen bij renovatie in bewoonde staat, 27 juni 2011, via <http://energiesprong.nl/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Bewoners-belangen-bij-renovatie-in-bewoonde-staat.pdf> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [47] Architectenweb – Projecten: Kroeven, Roosendaal, 14 augustus 2013, via <http://www.architectenweb.nl/aweb/projects/project.asp?PID=23903> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [48] Isabelle Prignot (2011): *be.passive* stelt een renovatie voor –De Kroeven in een nieuw kleedje op 5 dagen tijd. *be.passive* (9), pp 73 – 76.
- [49] Allee Wonen – Symposium 'Passiefhuis renovatie De Kroeven Roosendaal', 10 december 2013, via http://www.e2rebuild.eu/en/demos/roosendaal/Documents/1-Ad%20van%20Reekum_Kroeven_Roosendaal_131210.pdf [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- [50] De Kroeven, Roosendaal, 2007, z.j. , via http://www.datarchitecten.nl/#/projecten/de_kroeven/ [geraadpleegd 29 december 2014]
- [51] Energiesprong – Apeldoorn, 188 sociale huurwoningen uit 1951 moeten grootschalig gerenoveerd worden, z.j. , via <http://energiesprong.nl/blog/apeldoorn-188-sociale-huurwoningen-uit-1951-moeten-grootschalig-gerenoveerd-worden/> [geraadpleegd op 02 augustus 2014]
- [52] Futurefantastic.be by Saint-Gobain – Renoveren tot bijna-nulenergie, mission impossible?, z.j. , via <http://www.futurfantastic.be/> [geraadpleegd op 10 november 2014]
- [53] Vraag gesteld aan medewerker architectebureau denc!-studio (09-3738343), kosten + technische installaties renovatie Futur Fantastic?
- [54] Wienerberger renovatieoplossingen – Project Spiere, lage energierenovatie van 100 jaar oude woning, z.j. , via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/project-spiere> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- [55] Vraag gesteld aan Rebecca Meulemans - Wienerberger (056-249635), kosten en netto-energiebehoefte renovatieoplossingen project Spiere reëel of berekend?
- [56] Wienerberger renovatieoplossingen – Project Mechelen, grondige facelift voor Mechelse rijwoning, z.j. , via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/project-mechelen> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- [57] LEHR Wetenschappelijke rapporten – Eindrapport LEHR: Programme to stimulate knowledge transfer in areas of strategic importance, 20 april 2010, via <http://www.lehr.be/NL-Scientific%20Reports.htm> [geraadpleegd op 12 november 2014]
- [58] Vlaanderen is energie – Bouwen en verbouwen, EPB energieprestatieregelgeving – vanaf 1 januari 2015, z.j. , via <http://www.energiesparen.be/epb/welke-eisen> [geraadpleegd op 23 december 2014]
- [59] LEHR Wetenschappelijke rapporten – Eindrapport LEHR: Programme to stimulate knowledge transfer in areas of strategic importance, 20 april 2010, via <http://www.lehr.be/NL-Scientific%20Reports.htm> [geraadpleegd op 12 november 2014]

- [60] VINEX-locaties.nl – Wat is vinex?, z.j. , via http://www.vinex-locaties.nl/Infocorner /wat_is_vinex.htm [geraadpleegd op 26 december 2013]
- [61] Cobouw – 'Blok voor blok-aanpak niet haalbaar', 28-10-2013, via <http://www.cobouw.nl/nieuws/algemeen/2013/10/28/blok-voor-blok-aanpak-niet-haalbaar> [geraadpleegd op 02 november 2013]
- [62] Aannemervak – Woningeigenaar wil zelf maatregelen kiezen, 30-10-2013, via http://www.aannemervak.nl/ondernemen/woningeigenaar-wil-zelf-maatregelen-kiezen/?utm_campaign=2080908&utm_content=18342422487&utm_medium=email&utm_source=Emailvision [geraadpleegd op 03 augustus 2014]
- [63] Cobouw – 'Energie label voor particuliere huiseigenaren zonder kosten verstrekken', 15-11-2013, via http://www.aannemervak.nl/ondernemen/woningeigenaar-wil-zelf-maatregelen-kiezen/?utm_campaign=2080908&utm_content=18342422487&utm_medium=email&utm_source=Emailvision [geraadpleegd op 03 augustus 2014]
- [64] Vastgoedactueel – Naar de renovatiewinkel voor een energieneutraal huis, 09 september 2013, via http://www.vastgoedactueel.nl/index.php?option=com_k2&view=item&id=1529:naar-de-renovatiewinkel-voor-een-energie-neutraal-huis&Itemid=2 [geraadpleegd op 02 november 2013]
- [65] Rick Wessels en Reimar von Meding (2013) Innovatie in renovatie: de verduurzaming van de woningvoorraad. *de Architect*, 44 (4), pp 82 – 85.
- [66] Energiesprong – Zeker 7 renovatiewinkels open in 2014, 12 november 2013. , via <http://energiesprong.nl/blog/binnenkort-naar-de-winkel-voor-een-e0-renovatie/> [geraadpleegd op 6 september 2014]
- [67] Vraag gesteld aan Karin van Rooij – Energiesprong (karin.vanrooij@platform31.nl), Wat is de impact en het succes van de renovatiewinkels?
- [68] Vraag gesteld aan de medewerkers van renovatiewinkel Reimarkt in Enschede (003153-8506090), Wat is de impact en het succes van Reimarkt Enschede?
- [69] Vraag gesteld aan de medewerker Pepijn Blom van renovatiewinkel Reimarkt Brabantse Wal (003188-5290099), Wat is de impact en het succes van Reimarkt Brabantse Wal?
- [70] Vraag gesteld aan de medewerker van renovatiewinkel Energie Bespaar Huis in Westervoort (0031316-263341), Wat is de impact en het succes van Energie Bepaar Huis?
- [71] Vraag gesteld aan de medewerker van renovatiewinkel Revaplan in Beesel (003177-7501601), Wat is de impact en het succes van Revaplan?
- [72] EnergieSprong – Deal de Stroomversnelling Koopwoningen 29 september, z.j. , via <http://energiesprong.nl/blog/deal-de-stroomversnelling-koopwoningen/> [geraadpleegd op 29 juli 2014]
- [73] EnergieSprong – Alle lichten op groen – Wat en hoe, z.j. , via <http://www.lokaalallelichtenopgroen.nl/wiewat/> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [74] EnergieSprong – Alle lichten op groen – Weg met de energierekening!, 14 november 2012, via <http://www.lokaalallelichtenopgroen.nl/2012/11/weg-met-de-energierekening/> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [75] EnergieSprong – Alle lichten op groen – Filmpjes: 3 Wageningse renovatieconcepten, 8 juli 2013, via <http://www.lokaalallelichtenopgroen.nl/> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [76] YouTube – Filmpje 'De Weiden Energie Neutraal', 3 juli 2013, via https://www.youtube.com/watch?v=09-3aIRM-dc&feature=player_embedded [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [77] YouTube – Filmpje 'De Hoef Energie Centraal', 3 juli 2013, via https://www.youtube.com/watch?v=6_vv47ZUEcM&feature=player_embedded [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [78] YouTube – Filmpje 'De Roghorst Energie Centraal', 3 juli 2013, via https://www.youtube.com/watch?v=-1KvWX0Wgnc&feature=player_embedded [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- [79] Vragen over projecten Lokaal alle lichten op groen gesteld aan Carl-Peter Goossen - BouwQuest (0031318-698457)
- [80] Huisvolenergie.nl voor energiepioniers – Marja de Hart en Tom Godefrooij – Hoekwoning uit 1960 's Hertogenbosch, 2014, via <https://www.huisvolenergie.nl/index.php/profile/221/> [geraadpleegd op 31 december 2014]
- [81] Innovatie platform bestaande woningbouw a concept by Bouwhulpgroep BV - Het merk Alliantie+, 30 april 2014, via <http://www.hollands-ontwerp.nl/het-merk-alliantie/> [geraadpleegd op 31 juli 2014]
- [82] Interview met ingenieur Yuri van Bergen, zelf afgenomen op 1 juli 2014

- [83] Bouwhulpgroep advies en architectuur – Alliantie Gevel+, 2011, via http://www.bouwhulp.nl/techniek/eindhoven_gevelplus.php [geraadpleegd op 31 juli 2014]
- [84] Notities lezing Alliantie Gevel+ (concept BEAM) op de beurs 'Renovatatie 2014' in 's Hertogenbosch, zelf genomen op 9 april 2014
- [85] Katja van Roosmalen (2013) Verduurzaming van de woningvoorraad. *de Architect*, 44 (4), pp 76 – 81.
- [86] Interview met architect Jules Beckers, zelf afgenomen op 16 mei 2
- [87] Katja van Roosmalen (2013) Verduurzaming van de woningvoorraad. *de Architect*, 44 (4), pp 76 – 81.
- [88] Interview met architect Jules Beckers, zelf afgenomen op 16 mei 2014
- [89] Interviews met drie bewoners Bestaande wijk van Morgen, zelf afgenomen op 4 september 2014
- [90] Interview met architect Jules Beckers, zelf afgenomen op 16 mei 2014
- [91] Katja van Roosmalen (2013) Verduurzaming van de woningvoorraad. *de Architect*, 44 (4), pp 76 – 81.
- [92] Boostenwijk Maastricht –Anders durven denken over renoveren, z.j. , via <http://www.satijnplus.nl/page.aspx?id=76> [geraadpleegd op 16 maart 2014]
- [93] Interview met architect Harold Janssen, zelf afgenomen op 21 maart 2014
- [94] Architectenweb– Boosten Complex, Maastricht, 18-12-2009, via <http://www.architectenweb.nl/aweb/projects/project.asp?PID=13769&s=1> [geraadpleegd op 16 maart 2014]
- [95] Interview met bewoners Boostenwijk, zelf afgenomen op 1 september 2014
- [96] Architectuur NL– Renovatie Boostenwijk Maastricht, 28-04-2010, via <http://architectuur.nl/project-kort/renovatatie-boostenwijk-maastricht/> [geraadpleegd op 16 maart 2014]
- [97] Interview met architect Harold Janssen, zelf afgenomen op 21 maart 2014
- [98] Interview met bewoners Boostenwijk, zelf afgenomen op 1 september 2014
- [99] Woonbedrijf -Philipsdorp renovatienieuws - Historie, z.j. , via <http://www.philipsdorp.woonbedrijf.com/Historie/> [geraadpleegd op 29 juni 2014]
- [100] Kennisbank bestaande woningbouw - De laan als verbindend element (1) plataanbuurt, philipsdorp, 10 december 2013, via <http://www.bestandewoningbouw.nl/de-laan-als-verbindend-element-1-plataanbuurt-philipsdorp/> [geraadpleegd op 13 november 2014]
- [101] Woonbedrijf -Philipsdorp renovatienieuws –Over de renovatie, z.j. , via <http://www.philipsdorp.woonbedrijf.com/Over-de-renovatatie/> [geraadpleegd op 29 juni 2014]
- [102] Kennisbank bestaande woningbouw - De laan als verbindend element (1) plataanbuurt, philipsdorp, 10 december 2013, via <http://www.bestandewoningbouw.nl/de-laan-als-verbindend-element-1-plataanbuurt-philipsdorp/> [geraadpleegd op 13 november 2014]
- [103] Woonbedrijf -Philipsdorp renovatienieuws –Werkgroepen, z.j. , via <http://www.philipsdorp.woonbedrijf.com/Werkgroepen/> [geraadpleegd op 29 juni 2014]
- [104] Woonbedrijf -Philipsdorp renovatienieuws, z.j. , via <http://www.woonbedrijf.com/Nieuws/Artikel-465/> [geraadpleegd op 29 juni 2014]
- [105] Interview met ingenieur Roel Simons, zelf afgenomen op 1 juli 2014
- [106] Verweij Houttechniek - Referenties–Renovatatie Philipsdorp te Eindhoven –Werkgroepen, z.j. , via <http://www.verweij-ht.nl/nl/referentie-projecten/systeem/prefab/referentie/renovatatie-philipsdorp-te-eindhoven> [geraadpleegd op 29 juni 2014]
- [107] Woonbedrijf -Philipsdorp renovatienieuws –Over de renovatie, z.j. , via <http://www.philipsdorp.woonbedrijf.com/Over-de-renovatatie/> [geraadpleegd op 29 juni 2014]
- [108] Interview met bewoners Philipsdorp, zelf afgenomen op 1 juli 2014
- [109] Renda kennisnetwerk bestaande bouw – Projectdetails: BBB Lievendaal, Eindhoven, z.j. , via <http://projecten.renda.nl/project.aspx?id=14> [geraadpleegd op 13 november 2014]
- [110] Kennisbank bestaande woningbouw - BBB-systeemwoningen, een geschiedenis op zichzelf, 07 februari 2013, via <http://www.bestandewoningbouw.nl/bbb-systeemwoningen-een-geschiedenis-op-zichzelf/> [geraadpleegd op 13 november 2014]
- [111] Interview met projectleider Bert Zijlema, zelf afgenomen op 1 juli 2014
- [112] Renda kennisnetwerk bestaande bouw – Projectdetails: BBB Lievendaal, Eindhoven, z.j. , via <http://projecten.renda.nl/project.aspx?id=14> [geraadpleegd op 13 november 2014]
- [113] Interview met bewoners Lievendaal, zelf afgenomen op 13 augustus 2014
- [114] Interview met bewoners vrijstaande woning te Herk-de-Stad, zelf afgenomen op 27 augustus 2014
- [115] Interview met architect Bjorn Vanoppen, zelf afgenomen op 19 juni 2014

- [116] Interview met bewoner vrijstaande eengezinswoning te Geetbets (Rummen), zelf afgenomen op 27 augustus 2014
- [117] Interview met architect Eric Vandeput, zelf afgenomen op 19 juni 2014
- [118] Interview met bewoners vrijstaande eengezinswoning te Hasselt (Kiewit), zelf afgenomen op 25 augustus 2014
- [119] Interview met architect Aurelie Dubois, zelf afgenomen op 12 augustus 2014
- [120] Interview met bewoners eengezinswoning in Hasselt, zelf afgenomen op 5 november 2014
- [121] Interview met architect Aurelie Dubois, zelf afgenomen op 12 augustus 2014
- [122] Interview met toekomstige verhuurders rijwoning tot twee appartementen te Sint Truiden, zelf afgenomen op 20 december 2014
- [123] Interview met architect Guy Hoche, zelf afgenomen op 12 augustus 2014
- [124] Interview met bewoner vrijstaande eengezinswoning te Lummen (Meldert), zelf afgenomen op 22 september 2014
- [125] Interview met architect Liesbeth Liefsoons, zelf afgenomen op 18 augustus 2014
- [126] Interview met bewoner vrijstaande eengezinswoning te Elen, zelf afgenomen op 23 september 2014
- [127] Interview met architect Erik Ubachs, zelf afgenomen op 11 september 2014
- [128] Interview met bewoners eengezinswoning (halfopen bebouwing) te Bree, zelf afgenomen op 19 september 2014
- [129] Interview met architect Marij Gabriëls, zelf afgenomen op 11 september 2014
- [130] Interview met bewoners rijwoning te Bree, zelf afgenomen op 19 september 2014
- [131] Interview met architect Marij Gabriëls, zelf afgenomen op 11 september 2014
- [132] Interview met bewoner dakrenovatie vrijstaande eengezinswoning te Wellen, zelf afgenomen op 5 november 2014
- [133] Interview met architect Marij Gabriëls, zelf afgenomen op 11 september 2014

4.2 Figurenlijst

- Figuur 1 Rijksoverheid – Kenmerken Nederlandse woningvoorraad, 2012, via http://vois.datawonen.nl/Quickstep/QSReportAdvanced.aspx?report=cow13_101&geol_evel=nederland&geoitem=1&period=most_recent_period [geraadpleegd op 27 december 2013]
- Figuur 2 Rijksoverheid – Woningen met isolatievoorzieningen, z.j., via http://vois.datawonen.nl/report/cow13_701.html [geraadpleegd op 27 december 2013]
- Figuur 3 Energielabel.nl – Energielabel woning – Energie-index, z.j., via <http://www.energielabel.nl/media/847774/energielabel-woning-voorbld.pdf> [geraadpleegd op 24 februari 2014]
- Figuur 4 Rijksoverheid – Energetische kwaliteit Nederlandse woningen naar bouwjaar, 2012, via http://vois.datawonen.nl/report/cow13_705.html [geraadpleegd op 27 december 2013]
- Figuur 5 Rijksoverheid – Energetische kwaliteit Nederlandse woningen naar eigendom, 2012, via http://vois.datawonen.nl/report/cow13_706.html [geraadpleegd op 27 december 2013]
- Figuur 6 Energiesprong – Deal De Stroomversnelling: 111.000 huurwoningen naar energienota=0, 20 juni 2013, via <http://energiesprong.nl/blog/deal-de-stroomversnelling-111-000-huurwoningen-naar-energienota0/> [geraadpleegd op 27 december 2013]
- Figuur 7 Statistics Belgium – Het gebouwenpark - Kadastrale statistiek van het gebouwenpark, België en gewesten, 2013, via http://statbel.fgov.be/nl/statistieken/cijfers/economie/bouw_industrie/gebouwenpark/ [geraadpleegd op 27 december 2013]
- Figuur 8 Vlaamse overheid – publicatie ‘De Sociale Staat van Vlaanderen 2013’ – Aanpak van energiearmoede via energie-efficiëntie: mogelijkheden en beperkingen (blz 192), 2013, via <http://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/sociale-staat-van-vlaanderen-2013> [geraadpleegd op 21 december 2014]

- Figuur 9 Tias Nimbas Business School – Energielabel populairst in buitengebieden - Effect van groen energielabel op de verkooptijd, 06 december 2013, via <http://knowledge.tiasnimbas.edu/artikel/energielabel-populairst-buitengebieden> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- Figuur 10 Tias Nimbas Business School – Energielabel populairst in buitengebieden - Effect van groen energielabel op de verkoopprijs, 06 december 2013, via <http://knowledge.tiasnimbas.edu/artikel/energielabel-populairst-buitengebieden> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- Figuur 11 Agentschap NL, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties – Infoblad Trias Energetica en energieneutraal bouwen, juni 2013, via <http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/Infoblad%20Trias%20Energetica%20en%20energieneutraal%20bouwen-juni%202013.pdf> [geraadpleegd op 05 december 2013]
- Figuur 12 Sustainable Energy Research – Investeren in energie efficiëntie van gebouwen – Investeren beslaat 3 dimensies, 7 september 2013, via <http://www.avielverbruggen.be/index.php/downloads?func=fileinfo&id=435> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- Figuur 13 Sustainable Energy Research – Investeren in energie efficiëntie van gebouwen – Statische afweging van kosten, 7 september 2013, via <http://www.avielverbruggen.be/index.php/downloads?func=fileinfo&id=435> [geraadpleegd op 26 december 2013]
- Figuur 14 Duurzaam Zwaag – Energieneutraal wonen in de Fruitbuurt? Het kan!, z.j., www.duurzaamzwaag.nl [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- Figuur 15 Duurzaam Zwaag – Ideeënboek 2 - 4 Koplopers en hun renovatieplannen, april 2013, <http://fruitlaan.files.wordpress.com/2013/04/ideeenboek21.pdf> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- Figuur 16 Kormelink – Project Stevenfenne succesvol verlopen, z.j. , <http://www.kormelinkbouw.nl/101572-project-stevenfenne-succesvol-verlopen.html> & De Witte - van der Heijden Architecten – Grootschalige renovatie van 117 woningen in de wijk Stevenfenne Enschede, z.j. , via <http://www.dwvdh.nl/index.php/projecten/revitaliseren/255-grootschalige-renovatie-stevenfenne-enschede> [geraadpleegd op 30 juli 2014]
- Figuur 17 Nul 20 – Platform voor woonbeleid in regio Amsterdam – Energiezuinige renovatie in de Indische Buurt, 29 januari 2013, via <http://www.nul20.nl/energiezuinige-renovatie-indische-buurt> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- Figuur 18 Energiesprong – De Stroomversnelling – Kroeven, fotografie Frank Hanswijk, 18 juni 2013, via <http://www.flickr.com/photos/energiesprong/9085161096/in/set-72157634213003634> & Roosendaal I De Kroeven – Van doorzonwoning naar PASSIEFHUIS, z.j. , via http://www.passieffhuismarkt.nl/custom/page_block/48.pdf [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- Figuur 19 Allee Wonen – Symposium ‘Passieffhuis renovatie De Kroeven Roosendaal’, 10 december 2013, via <http://www.e2rebuild.eu/en/demos/roosendaal/Documents/1-Ad%20van%20Reekum%20Kroeven%20Roosendaal%20131210.pdf> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- Figuur 20 Allee Wonen – Symposium ‘Passieffhuis renovatie De Kroeven Roosendaal’, 10 december 2013, via <http://www.e2rebuild.eu/en/demos/roosendaal/Documents/1-Ad%20van%20Reekum%20Kroeven%20Roosendaal%20131210.pdf> [geraadpleegd op 01 augustus 2014]
- Figuur 21 Energiesprong- Apeldoorn, Van ostadelaan, z.j. , via <https://www.flickr.com/photos/energiesprong/sets/72157634187623451> [geraadpleegd op 02 augustus 2014]
- Figuur 22 Eigen werk, tabel gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 23 Eigen werk, tabel gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 24 Futurefantastic.be by Saint-gobain – Nog een lange weg te gaan, 06 oktober 2013, via <http://www.futurefantastic.be/nog-een-lange-weg-te-gaan/> [geraadpleegd op 10 november 2014]
- Figuur 25 Futurefantastic.be by Saint-gobain – Hoe de warmte (en de rook) uit ons huis ontsnapt, 07 oktober 2013, via <http://www.futurefantastic.be/hoe-de-warmte-uit-ons-huis-ontsnapt/> [geraadpleegd op 10 november 2014]

- Figuur 26 Futurefantastic.be by Saint-Gobain – Renoveren tot bijna-nulenergie, mission impossible?, z.j. , via <http://www.futurfantastic.be/Bouwinfo> & Bezoek het futurefantastic.be-huis van 'Jan en Marie' op de Vlaamse renovatiedag (25 mei 2014), 01 mei 2014, via <http://bouwinfo.be/bezoek-het-futurfantasticbe-huis-van-%E2%80%98jan-en-marie%E2%80%99-op-de-vlaamse-renovatiedag-25-mei-2014> [geraadpleegd op 10 november 2014]
- Figuur 27 Wienerberger renovatieoplossingen – Project Spiere, projectbeschrijving, 02 mei 2013, via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/post/projectbeschrijving> & Project Spiere, lage-energie-renovatie in Spiere krijgt vorm, 10 april 2014, via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/post/lage-energie-renovatie-spiere-krijgt-vorm> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- Figuur 28 Wienerberger renovatieoplossingen – Project Spiere, thermografie, 30 mei 2013, via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/post/thermografie> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- Figuur 29 Wienerberger renovatieoplossingen – Project Spiere, eerste kosten/batenanalyse toont aan: pak bij een lage-energie-renovatie eerst de bouwschil aan, 24 juni 2014, via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/post/eerste-kostenbatenanalyse-toont-aan-pak-bij-een-lage-energie-renovatie-eerst-de-bouwschil> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- Figuur 30 Wienerberger renovatieoplossingen – Project Spiere, eerste kosten/batenanalyse toont aan: pak bij een lage-energie-renovatie eerst de bouwschil aan, 24 juni 2014, via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/post/eerste-kostenbatenanalyse-toont-aan-pak-bij-een-lage-energie-renovatie-eerst-de-bouwschil> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- Figuur 31 Wienerberger renovatieoplossingen – Blog: een betere kijk op renovatie, z.j., via <http://www.renovatieoplossingen.be/blog> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- Figuur 32 Wienerberger renovatieoplossingen – Project Mechelen, thermografie, 09 januari 2014, via <http://www.renovatieoplossingen.be/nl/blog/post/thermografie-mechelen> [geraadpleegd op 11 november 2014]
- Figuur 33 Eigen werk, tabel gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 34 Eigen werk, tabel gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 35 Rick Wessels en Reimar von Meding (2013) Innovatie in renovatie: de verduurzaming van de woningvoorraad. de Architect, 44 (4), pp 85.
- Figuur 36 EnergieSprong – Renovatiewinkels, z.j. , via <http://energiesprong.nl/blog/renovatiewinkels/> [geraadpleegd op 28 juli 2014]
- Figuur 37 EnergieSprong – Deal de Stroomversnelling Koopwoningen 29 september, z.j. , via <http://energiesprong.nl/blog/deal-de-stroomversnelling-koopwoningen/> [geraadpleegd op 19 juli 2014]
- Figuur 38 EnergieSprong – Alle lichten op groen – Weg met de energierekening!, 14 november 2012, via <http://www.lokaalallelichtenopgroen.nl/2012/11/weg-met-de-energierekening/> [geraadpleegd op 19 juli 2014]
- Figuur 39 YouTube – Filmpje 'De Weiden Energie Neutraal', 3 juli 2013, via https://www.youtube.com/watch?v=09-3aIRM-dc&feature=player_embedded [geraadpleegd op 20 juli 2014]
- Figuur 40 YouTube – Filmpje 'De Roghorst Energie Centraal', 3 juli 2013, via https://www.youtube.com/watch?v=-1KvWX0Wgnc&feature=player_embedded [geraadpleegd op 20 juli 2014]
- Figuur 41 YouTube – Filmpje 'De Roghorst Energie Centraal', 3 juli 2013, via https://www.youtube.com/watch?v=-1KvWX0Wgnc&feature=player_embedded [geraadpleegd op 20 juli 2014]
- Figuur 42 Energiek renoveren – renovatieconcept in de Roghorst, Wageningen – rekentool kosten, z.j., via <http://www.energiek-renoveren.nl/kosten/> [geraadpleegd op 31 december 2014]
- Figuur 43 Energiek renoveren – renovatieconcept in de Roghorst, Wageningen – rekentool kosten, z.j., via <http://www.energiek-renoveren.nl/kosten/> [geraadpleegd op 31 december 2014]

- Figuur 44 Huisvolenergie.nl voor energiepioniers – Marja de Hart en Tom Godefrooij – Hoekwoning uit 1960 's Hertogenbosch, 2014, via <https://www.huisvolenergie.nl/index.php/profile/221/> & Huisvolenergie.nl voor energiepioniers – Hoera, Orduynenstraat 86 energieneutraal!!, 24-06-2014, via <https://www.huisvolenergie.nl/blogs/hoera-orduynenstraat-86-energie-neutraal> [geraadpleegd op 31 december 2014]
- Figuur 45 Huisvolenergie.nl voor energiepioniers – Nu gebeurt het echt in de Orduynenstraat!, 22-04-2014, via <https://www.huisvolenergie.nl/blogs/nu-gebeurt-het-echt-de-orduynenstraat> [geraadpleegd op 31 december 2014]
- Figuur 46 Innovatie platform bestaande woningbouw a concept by Bouwhulpgroep BV - Het merk Alliantie+, 30 april 2014, via <http://www.hollands-ontwerp.nl/het-merk-alliantie/> [geraadpleegd op 21 juli 2014]
- Figuur 47 Bouwhulpgroep advies en architectuur – Alliantie Gevel+, 2011, via http://www.bouwhulp.nl/techniek/eindhoven_gevelplus.php [geraadpleegd op 21 juli 2014]
- Figuur 48 Eigen werk, kaart met locaties case studies gemaakt in Google Maps, via <https://maps.google.com>, 21 december 2014
- Figuur 49 Eigen werk, tabel gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 50 Eigen werk, tabel gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 51 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan de Wijk van Morgen in Kerkrade - West, 4 september 2014
- Figuur 52 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan de Wijk van Morgen in Kerkrade - West, 4 september 2014
- Figuur 53 Katja van Roosmalen (2013) Verduurzaming van de woningvoorraad. de Architect, 44 (4), pp 81.
- Figuur 54 Tim Janssens (2013) 153 renovaties. be.passive, 15, pp 76.
- Figuur 55 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview van een van de bewoners in de Wijk van Morgen in Kerkrade - West, 4 september 2014
- Figuur 56 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview van een van de bewoners in de Wijk van Morgen in Kerkrade - West, 4 september 2014
- Figuur 57 Folder gekregen van architect Jules Beckers na het afnemen van het interview: Kerkrade-West: de bestaande wijk van morgen! – grootschalig duurzaam renovatieproject 153 woningen, 16 mei 2014 [geraadpleegd op 06 juli 2014]
- Figuur 58 Folder gekregen van architect Jules Beckers na het afnemen van het interview: Kerkrade-West: de bestaande wijk van morgen! – grootschalig duurzaam renovatieproject 153 woningen, 16 mei 2014 [geraadpleegd op 06 juli 2014]
- Figuur 59 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan de Boostenwijk in Maastricht, 1 september 2014
- Figuur 60 Implantingsplan Bestaande Wijk van Morgen gekregen van architect Jules Beckers na het afnemen van het interview en zelf bewerkt, 16 mei 2014
- Figuur 61 Implantingsplan Bestaande Wijk van Morgen gekregen van architect Jules Beckers na het afnemen van het interview en zelf bewerkt, 16 mei 2014
- Figuur 62 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview van een van de bewoners in de Boostenwijk in Maastricht, 1 september 2014
- Figuur 63 Foto woning in de Boostenwijk in Maastricht gekregen van een van de bewoners na het afnemen van het interview, 1 september 2014
- Figuur 64 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview van een van de bewoners in de Boostenwijk in Maastricht, 1 september 2014
- Figuur 65 Plannen Boostenwijk gekregen van architect Harold Janssen na het afnemen van het interview, 21 maart 2014
- Figuur 66 Plannen Boostenwijk gekregen van architect Harold Janssen na het afnemen van het interview, 21 maart 2014
- Figuur 67 Architectuur NL – Renovatie Boostenwijk Maastricht, 28 april 2010, via <http://architectuur.nl/project-kort/renovatie-boostenwijk-maastricht/> [geraadpleegd op 16 maart 2014]
- Figuur 68 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview van een van de bewoners in de Boostenwijk in Maastricht, 1 september 2014
- Figuur 69 YouTube – film Inloophbijeenkomst Philipsdorp – Een film over renovatie in het Philipsdorp, juni 2011, via <https://www.youtube.com/watch?v=T0iLgVBmbUI#t=12> [geraadpleegd op 29 juni 2014]

- Figuur 70 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan Philipsdorp in Eindhoven, 1 juli 2014
- Figuur 71 BouwhulpGroep advies en architectuur Oud-Philipsdorp: vergunningsaanvraag Frederiklaan 26 - Toelichting bouwaanvraag proefwoning - 12 juli 2012
- Figuur 72 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan Philipsdorp in Eindhoven, 1 juli 2014
- Figuur 73 BouwhulpGroep advies en architectuur Oud-Philipsdorp: vergunningsaanvraag Frederiklaan 26 - Toelichting bouwaanvraag proefwoning - 12 juli 2012
- Figuur 74 BouwhulpGroep advies en architectuur Oud-Philipsdorp: vergunningsaanvraag Frederiklaan 26 - Toelichting bouwaanvraag proefwoning - 12 juli 2012
- Figuur 75 BouwhulpGroep advies en architectuur Oud-Philipsdorp: vergunningsaanvraag Frederiklaan 26 - Toelichting bouwaanvraag proefwoning - 12 juli 2012
- Figuur 76 BouwhulpGroep advies en architectuur Oud-Philipsdorp: vergunningsaanvraag Frederiklaan 26 - Toelichting bouwaanvraag proefwoning - 12 juli 2012
- Figuur 77 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan Philipsdorp in Eindhoven, 1 juli 2014
- Figuur 78 Renda kennisnetwerk bestaande bouw – Projectdetails: BBB Lievendaal, Eindhoven, z.j. , via <http://projecten.renda.nl/project.aspx?id=14&tab=beeldmateriaal> [geraadpleegd op 13 november 2014]
- Figuur 79 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan Lievendaal in Eindhoven, 13 augustus 2014
- Figuur 80 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan Lievendaal in Eindhoven, 13 augustus 2014
- Figuur 81 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens mijn bezoek aan Lievendaal in Eindhoven, 13 augustus 2014
- Figuur 82 Plannen Lievendaal gekregen van projectleider Bert Zijlema na het afnemen van het interview, 1 juli 2014
- Figuur 83 Plannen Lievendaal gekregen van projectleider Bert Zijlema na het afnemen van het interview, 1 juli 2014
- Figuur 84 Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 85 Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 86 Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
- Figuur 87 Foto's eengezinswoning in Herk-de-Stad gekregen van architect Bjorn Vanoppen na het afnemen van het interview, 19 juni 2014
- Figuur 88 Plannen eengezinswoning in Herk-de-Stad gekregen van architect Bjorn Vanoppen na het afnemen van het interview, 19 juni 2014
- Figuur 89 Plannen eengezinswoning in Herk-de-Stad gekregen van architect Bjorn Vanoppen na het afnemen van het interview, 19 juni 2014
- Figuur 90 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Geetbets (Rummen), 27 augustus 2014
- Figuur 91 Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Geetbets (Rummen), 27 augustus 2014
- Figuur 92 Plannen eengezinswoning in Geetbets (Rummen) gekregen van architect Eric Vandeput na het afnemen van het interview, 19 juni 2014
- Figuur 93 Foto's eengezinswoning in Hasselt (Kiewit) gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 25 augustus 2014
- Figuur 94 Foto eengezinswoning in Hasselt (Kiewit) gekregen van architect Aurelie Dubois na het afnemen van het interview, 12 augustus 2014
- Figuur 95 Foto's eengezinswoning in Hasselt (Kiewit) gekregen van architect Aurelie Dubois na het afnemen van het interview, 12 augustus 2014
- Eigen werk, foto gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Hasselt, 5 november 2014
- Figuur 96 Plannen eengezinswoning in Hasselt (Kiewit) gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 25 augustus 2014
- Figuur 97 Eigen werk, foto gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Hasselt, 5 november 2014
- Figuur 98 Eigen werk, foto gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Hasselt, 5 november 2014
- Figuur 99 Plannen eengezinswoning (halfopen bebouwing) in Hasselt gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 25 augustus 2014

Figuur 100	Foto's eengezinswoning in Sint Truiden gekregen van architect Guy Hoche na het afnemen van het interview, 12 augustus 2014
Figuur 101	Plannen eengezinswoning in Sint Truiden gekregen van architect Guy Hoche na het afnemen van het interview, 12 augustus 2014
Figuur 102	Plannen eengezinswoning in Sint Truiden gekregen van architect Guy Hoche na de definitieve keuzes van de aan te pakken onderdelen, 6 februari 2015
Figuur 103	Foto's eengezinswoning in Lummen (Meldert) gekregen van architect Liesbeth Liefsoons na het afnemen van het interview, 18 augustus 2014
Figuur 104	Plannen eengezinswoning in Lummen (Meldert) gekregen van architect Liesbeth Liefsoons na het afnemen van het interview, 18 augustus 2014
Figuur 105	Foto's eengezinswoning in Elen gekregen van architect Erik Ubachs na het afnemen van het interview, 11 september 2014 Foto eengezinswoning in Elen gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 23 september 2014
Figuur 106	Foto's eengezinswoning in Elen gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 23 september 2014
Figuur 107	Foto eengezinswoning in Elen gekregen van architect Erik Ubachs na het afnemen van het interview, 11 september 2014
Figuur 108	Plannen eengezinswoning in Elen gekregen van architect Erik Ubachs na het afnemen van het interview, 11 september 2014
Figuur 109	Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens van de Kosten-baten analyse - gekregen van de bewoners van de eengezinswoning in Elen na het afnemen van het interview, 23 september 2014
Figuur 110	Foto's eengezinswoning (halfopen bebouwing) Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 111	Foto's eengezinswoning (halfopen bebouwing) Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 112	Foto's eengezinswoning (halfopen bebouwing) Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 113	Foto's eengezinswoning (halfopen bebouwing) Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 114	Plannen eengezinswoning (halfopen bebouwing) Bree gekregen van architect Marij Gabriëls na het afnemen van het interview, 11 september 2014
Figuur 115	Foto's rijwoning Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 116	Plannen rijwoning Bree gekregen van architect Marij Gabriëls na het afnemen van het interview, 11 september 2014
Figuur 117	Foto's rijwoning Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 118	Foto's rijwoning Bree gekregen van de bewoners na het afnemen van het interview, 19 september 2014
Figuur 119	Eigen werk, foto's gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Wellen, 5 november 2014
Figuur 120	Eigen werk, foto gemaakt tijdens het interview met de bewoners van de eengezinswoning in Wellen, 5 november 2014
Figuur 121	Foto's vrijstaande eengezinswoning in Wellen gekregen van architect Marij Gabriëls na het afnemen van het interview, 11 september 2014
Figuur 122	Foto's vrijstaande eengezinswoning in Wellen gekregen van architect Marij Gabriëls na het afnemen van het interview, 11 september 2014
Figuur 123	Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
Figuur 124	Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
Figuur 125	Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews
Figuur 126	Eigen werk, grafiek gemaakt op basis van gegevens zelfafgenomen interviews

5 Bijlage

Kosten/batenanalyse van de woningen in de wijk 'de Roghorst'

(Figuur 43)

BESTAANDE SITUATIE, KOSTEN PER JAAR

jaar	energie	reservering	totaal	cumulatief
2013	1224	1237	2461	2461
2014	2194	2162	4356	6817
2015	2294	2206	4499	11316
2016	2399	2250	4648	15965
2017	2509	2295	4803	20768
2018	2624	2341	4965	25733
2019	2745	2387	5133	30866
2020	2872	2435	5307	36173
2021	3005	2484	5489	41662
2022	3145	2534	5679	47341
2023	3292	2584	5876	53217
2024	3446	2636	6082	59298
2025	3607	2689	6296	65594
2026	3777	2742	6519	72114
2027	3955	2797	6752	78866
2028	4142	2853	6995	85862
2029	4339	2910	7249	93111
2030	4545	2969	7513	100624
2031	4761	3028	7789	108413
2032	4989	3088	8077	116490
2033	5228	3150	8378	124868
2034	5479	3213	8692	133560
2035	5743	3277	9020	142581
2036	6020	3343	9363	151943
2037	6311	3410	9721	161664
2038	6617	3478	10095	171759
2039	6939	3548	10486	182246
2040	7277	3619	10895	193141
2041	7632	3691	11323	204465
2042	8006	3765	11771	216235
2043	3500	1600	5100	221335

NIEUWE SITUATIE, KOSTEN PER JAAR

bruto	belasting	energie	reservering	subsidie	totaal	cumulatief
12.759	-763	267	88	0	12.350	12.350
4.729	-1.284	474	153	0	4.073	16.423
4.729	-1.253	493	156	0	4.125	20.548
4.729	-1.220	512	159	0	4.180	24.728
4.729	-1.186	532	162	0	4.237	28.965
4.729	-1.151	553	166	0	4.297	33.262
4.729	-1.113	575	169	0	4.360	37.622
4.729	-1.074	598	172	0	4.425	42.047
4.729	-1.034	622	176	0	4.493	46.540
4.729	-991	648	179	0	4.565	51.105
4.729	-946	674	183	0	4.640	55.745
4.729	-900	702	187	0	4.718	60.463
4.729	-851	731	190	0	4.799	65.262
4.729	-800	762	194	0	4.885	70.147
4.729	-747	794	198	0	4.974	75.122
4.729	-691	828	202	0	5.068	80.190
4.729	-633	864	206	0	5.165	85.355
4.729	-572	901	210	0	5.268	90.624
4.729	-508	940	214	0	5.375	95.999
4.729	-441	981	219	0	5.488	101.487
4.729	-371	1.024	223	0	5.605	107.092
4.729	-298	1.070	227	0	5.728	112.820
4.729	-222	1.117	232	0	5.857	118.676
4.729	-142	1.168	237	0	5.991	124.668
4.729	-58	1.220	241	0	6.132	130.800
1.970	16	1.276	246	0	3.508	134.309
0	25	1.334	251	0	1.611	135.919
0	25	1.396	256	0	1.677	137.596
0	25	1.460	261	0	1.747	139.343
0	25	1.528	266	0	1.820	141.163
0	10	667	113	0	790	141.953

KOSTEN PER MAAND

jaar	bestaand	nieuw	verschil
2013	352	336	16
2014	363	339	24
2015	375	344	31
2016	387	348	39
2017	400	353	47
2018	414	358	56
2019	428	363	64
2020	442	369	74
2021	457	374	83
2022	473	380	93
2023	490	387	103
2024	507	393	114
2025	525	400	125
2026	543	407	136
2027	563	415	148
2028	583	422	161
2029	604	430	174
2030	626	439	187
2031	649	448	201
2032	673	457	216
2033	698	467	231
2034	724	477	247
2035	752	488	264
2036	780	499	281
2037	810	511	299
2038	841	522	319
2039	874	534	340
2040	908	546	362
2041	944	558	386
2042	981	570	411
2043	850	515	335