

Eindrapportage



16 november 2014

Tom Egyedi
Ardo de Graaf

Inhoudsopgave

1	Doel.....	3
2	Bevindingen en resultaten.....	5
2.1	Resultaten fase 1: hoe vind je bewoners die hun woning energiezuinig willen maken?	5
2.2	Resultaten fase 2: wat zijn de beste producten?.....	7
2.3	Resultaten fase 3: voor welke maatregelen kies je?.....	8
2.4	Resultaten fase 4: monitoren van de besparingen	10
2.5	Projectverloop	15
3	Conclusies en aanbevelingen.....	17
3.1	70% energiebesparing voor 10x de jaarnota	17
3.2	Bewonerssubsidies hebben invloed op volgorde van maatregelen	18
3.3	Beloon MKB bedrijven die innovatieve producten toepassen	18
3.4	Communicatieve uitdaging voor gemeenten Delft en Den Haag	21
3.5	Relevantie voor aanleg warmtenetten Den Haag en Delft	21
4	Tenslotte.....	22

1 Doel

Gemeente Den Haag heeft in het uitvoeringsplan 'Bestaande woningen duurzame woningen!' - RIS 176840 – onderkend dat er 110.500 energie onzuinige woningen in de stad zijn. De helft van deze woningen is in particulier eigendom. Gemeente Delft heeft in het Duurzaamheidsplan Delft 2008-2012 'Duurzaam Delft op de kaart' een vergelijkbare ambitie neergezet. In Delft betreft dit ca. 22.000 vooroorlogse woningen in en rond het Centrum, Westerkwartier en Vrijenban.

“Belangrijk uitgangspunt van het programma is dat de duurzaamheidopgave voor de bestaande woningvoorraad een gezamenlijke opgave van de gemeente, particuliere eigenaren, particuliere verhuurders, corporaties en bedrijfsleven (aannemers, installateurs etc.) is. Niet alle partijen in de stad ervaren de opgave als een gezamenlijke opgave of vinden het belang ervan niet zo groot als de gemeente dat vindt. De rol die de gemeente moet vervullen is vooral een stimulerende en informerende rol: de gemeente wil partijen in de stad stimuleren om duurzaam te investeren in de woningen die zij in bezit hebben en wil de partijen informeren hoe ze dat kunnen doen. De gemeente wil van individuele eigenaren en VvE's horen welke belemmeringen zij ervaren om duurzaam te investeren in hun woningen en wil oplossingen daarvoor aandragen. Ten slotte wil de gemeente met het bedrijfsleven afspraken maken over het gebruik van duurzame materialen en het toepassen van 'slimme' installaties bij bijvoorbeeld woningverbetering en renovatie.”

De gemiddelde kosten zijn in de Haagse nota gesteld op €12.595 per woning¹ hetgeen voor de onzuinige woningen neerkomt op een investering van meer dan €1,5 miljard in Den Haag en €275 miljoen in Delft. Gemeenten kunnen (en willen) een dergelijk bedrag niet volledig op tafel leggen. In plaats daarvan worden met subsidies en goedkope leningen bewoners verleid maatregelen te nemen die leiden tot een beperkte energiebesparing per woning. De politieke realiteit is dat het ter beschikking stellen van subsidiegelden voor particuliere woningverbetering steeds moeilijker te vinden zal zijn. In plaats daarvan zal er een nieuw model moeten komen: voor woningbezitters moet het aantrekkelijk worden zonder subsidie hun woningen te verduurzamen. Dat laatste vereist een positieve business case.

Twintigmaal Energieneutraal heeft tot doel dat ca. 20 bewoners in Den Haag en Delft stappen zetten in de richting van een 60%-100% energieneutrale woning.

Het project moet als een 'steen in de vijver' een beweging binnen Den Haag en Delft versterken en bewoners enthousiasmeren na hun eerste 20-30% besparing volgende maatregelen te nemen, die bij voorkeur zonder subsidie in een redelijke periode zijn terug te verdienen.

Op 20 april 2012 hebben gemeente Den Haag, gemeente Delft en Stadsgewest Haaglanden opdracht verstrekt voor het project Twintigmaal Energieneutraal. Het project had tot doel te leren hoe de particuliere woningvoorraad in Den Haag vergaand energiezuinig kan worden gemaakt. De vooroorlogse woningvoorraad had de bijzondere aandacht in het project; dit zijn de meest energie onzuinige woningen in de stad, welke niet-serieus zijn gebouwd en waardoor voor het

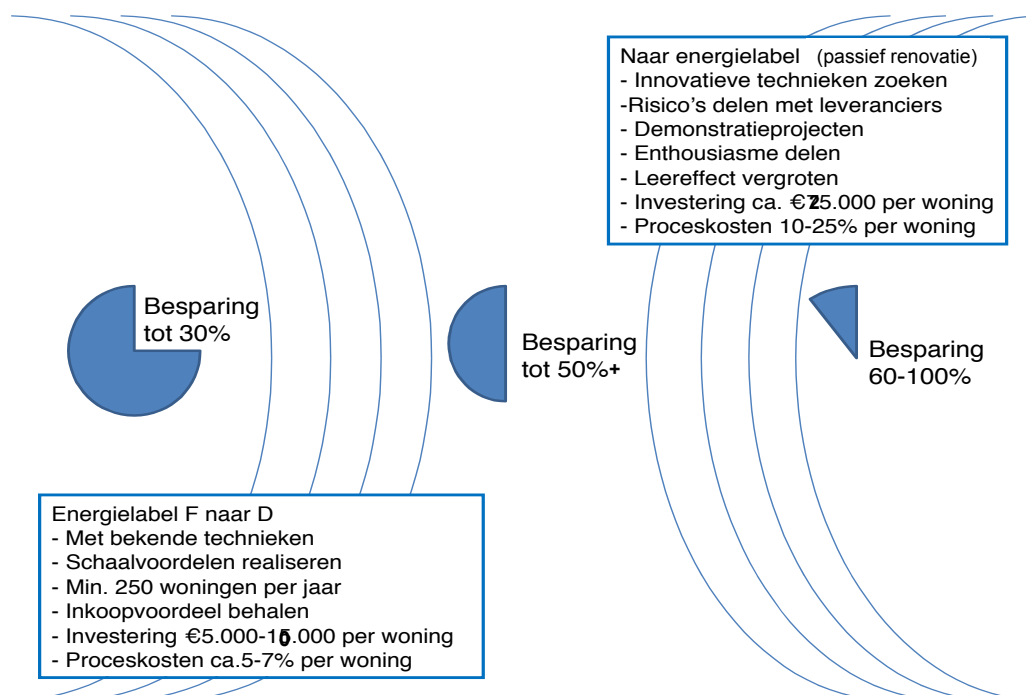
¹ De investering van €12.595 per woning is afkomstig uit het DSO rapport "Rapportage duurzaamheidsonderzoek particuliere woningen gebouwd voor 1985, KOW en TU Delft

verduurzamen vrijwel altijd maatwerk nodig is. Met innovatieve materialen en door het slim combineren van maatregelen is in dit project gestreefd naar een positieve business case voor renovatie van deze voor-oorlogse woningen.

Naast de voor-oorlogse voorraad is de recente nieuwbouw (na 1985) onderdeel van het project; deze nieuwbouw heeft de verduurzamingslag van de laatste decennia weliswaar net gemist, maar is met weinig investeringen alsnog vrijwel energieneutraal te maken. Waar voor-oorlogse woningen de voorraad zijn van de afgelopen 100 jaar, zijn woningen van na 1985 de voorraad voor de komende eeuw.

Bewoners betalen maatregelen zelf. Het project ondersteunde deze bewoners respectievelijk met:

- Opstellen plan van aanpak per woning.
- Berekening vooraf van verwachte besparing.
- Advies over mogelijk toe te passen technieken.
- Identificeren van innovatieve marktpartijen.
- Uitwisseling onderling van wat wel en niet werkt.
- Inspireren, motiveren en verbinden van bewoners onderling.
- Techniek ontwikkelen en samen daarin leren.
- Opgedane kennis delen en verspreiden.
- Verzamelen van beleids feed-back en input voor nieuw beleid.



Figuur: Veel energiebesparing is gericht het telkens nemen van een enkele maatregel, met als resultaat het besparen van 25-30% energie en het vooral oogsten van 'laaghangend fruit'. Dit project beoogt vanaf de andere kant te redeneren en heeft gekeken naar wat er nodig is om 75-100% energie te besparen. Door het combineren van maatregelen blijkt het laatste eveneens een business case.

2 Bevindingen en resultaten

De offerte d.d. 20 april 2012 onderscheidde 4 fases:

Fase 1: Start project, vinden en committeren deelnemers (zomer 2012)

Fase 2: vinden en committeren leveranciers (najaar 2012)

Fase 3: nemen uitvoeringsmaatregelen (v.a. juni 2012 – oktober 2013)

Fase 4: monitoren (april 2012 – oktober 2013)

De fases 1 en 2 zijn afgerond. Fase 3 is doorlopend, in de meeste woningen is men nog bezig of worden nieuwe maatregelen gepland met het oog op de komende winter. Fase 4 (monitoring) is in januari 2013 gestart en eveneens doorlopend. Na de winter van 2014/2015 zal moeten blijken welke cijfermatige conclusies we kunnen trekken. Verderop zullen we al wel voorlopige conclusies trekken.

2.1 Resultaten fase 1: hoe vind je bewoners die hun woning energiezuinig willen maken?

De aanpak voor het vinden van deelnemers was vooral via informele kanalen. Beide projectleiders zijn actief in buurt energie coöperatieven en daardoor waren er al meerdere contacten. Daarnaast is er gepubliceerd in het Algemeen Dagblad/Haagse Courant, huis aan huisbladen, en was er een stand op de Haagse Energiebeurs. Er blijkt veel belangstelling te zijn voor het besparen van energie, al wordt in eerste instantie daarbij nog vooral gedacht aan zonnepanelen. De informele aanpak heeft een groep absolute voorlopers opgeleverd. Van tevoren was als drempel ingebouwd dat een bewoner bereid moest zijn ten minste €25.000 in de woning te steken. Slechts enkele bewoners hebben dat bedrag daadwerkelijk uitgegeven; de meeste bewoners konden met een veel lagere investering al substantieel energie besparen.


Gaandeweg meldden zich andere bewoners die wilden aanhaken. Daarom, en vanwege een mogelijkheid tot subsidieverlening vanuit Platform31, is de groep later uitgebreid met 10 extra woningen (van 20 naar 30 deelnemers)². De meeste nieuwe deelnemers zijn mee blijven doen in het project, waardoor het project is geëindigd met 25 actieve deelnemers.

Activiteiten

- mei 2012: voorlichtingsbijeenkomst in het Haags Milieucentrum.
- juli: artikel in het AD.
- september: artikel in Delftse Post.
- oktober: duurzaamheidsmarkt in het stadhuis.
- december: presentatie aan het Duurzaam Ontbijt.

² De subsidie werd uiteindelijk niet toegekend, omdat Platform31 de woningen te oud vond en Rc waarden verlangde die wij met de materialen van dat moment niet realistisch achtten

Vanwege de start van het project dicht tegen vakanties aan, waren niet alle acties even effectief. Zo werd het artikel in het AD midden in de bouwvak geplaatst. Het artikel in Delftse Post in oktober leverde beduidend meer respons op, zelfs zodanig dat wij deelnemers wilden selecteren op motivatie. Op verzoek van de gemeente Delft is echter niet geselecteerd en mochten alle kandidaten deelnemen.

Met iedere eigenaar/bewoner is een set van maatregelen besproken om tot 80% besparing te komen. Voor vier representatieve woningen zijn de geplande maatregelen door een onafhankelijk bureau doorgerekend volgens de EPA methode . Deze vier woningen hebben volgens de bestaande EPA-W rapporten uitgangssituatie label F/G.

Wat waren de motieven van deelnemers om deel te nemen en het vol te houden:

- Het onderwerp 'trekt'. Veel deelnemers zijn professioneel of hobbymatig geïnteresseerd in duurzaamheid en/of energiebesparing. Veel gehoord: lagere voetafdruk
- Uitdaging. Als het je eenmaal lukt energie te besparen wil je verder.
- Financiële motieven. De meeste deelnemers zijn bereid om vergaande maatregelen te nemen, maar ze willen wel een redelijke terugverdientijd (binnen de 20 jaar) en geen risico lopen met de bouwkundige constructie van hun woning (aandacht voor vocht b.v.)

Argumenten van deelnemers om af te haken:

- (Tijdelijk) te weinig financiële middelen.
- Verkeerde verwachtingen. Volgens sommige deelnemers was het in hun geval onmogelijk om richting energieneutraal te gaan (haalbaarheid). Dit was ook niet noodzakelijk, maar daaruit blijkt dat het 'labelen' van het project zeer belangrijk is.
- Persoonlijke omstandigheden. Één deelnemer wilde sneller dan de projectgroep ging en is alleen verder gegaan; één deelnemer heeft deelname getemporeerd wegens ziekte; één deelnemer had geen mogelijkheid het project met werk te combineren (pro memorie, deze deelnemer heeft recentelijk aangegeven maatregelen te willen gaan uitvoeren).

Onze conclusie is dat het relatief eenvoudig is deelnemers te vinden die energie willen besparen, maar erg tijdrovend om te selecteren hoe serieus iemand is. Voor de markt geldt gegeven eveneens: belangstellenden vinden is geen probleem, maar belangstellenden zijn nog niet direct klanten. Een geïntegreerde en compacte werving is noodzakelijk om geen tijd en energie te verliezen. Wat in dit project goed werkte was het actief gebruikmaken van informele netwerken en doorverwijzingen naar geïnteresseerden.

2.2 Resultaten fase 2: wat zijn de beste producten?

Via de Bouwbeurs, Energiebeurs, Renovatiebeurs en VSK is contact gelegd met fabrikanten van innovatieve producten. Er blijkt een heel scala van uitstekende producten te zijn en dit scala wordt nog steeds aangevuld. Met de onderstaande fabrikanten zijn afspraken gemaakt om hun producten te demonstreren in 20x Energieneutraal, als mede kennis en R&D medewerkers aan het project ter beschikking te stellen.

- Duco, ventilatieoplossingen
- Techneco, warmtepompen
- Tonzon, isolatie
- Bluedec Aerogel, isolatietoepassingen
- Michel Santbergen, bouwfysisch advies
- Greenyields, windmolens op eigen dak
- Energy Guards, Novasole, Mevaba, plaatsen PV panelen
- Houtman Gouda, timmerfabriek voor driedubbele 'historic' kozijnen
- Timmerwinkel, op maat nagemaakte authentieke kozijnen en achterpuien
- Ruysdael, renovatieglas en isolerend enkelglas
- Glazen Zwaan, isolatieglas in bestaande kozijnen
- Nathan Uponor Renovis warmtewand.

Met de meeste van de bovenstaande producenten zijn samenwerkingsverklaringen getekend en hun producten zijn in toegepast bij meerdere deelnemers. Sommige producenten hebben vanuit ons project verder geïnnoveerd of hebben launching customers van een innovatie gevonden (Duco; Bluedec; Techneco). We durven te stellen dat ons project een bijdrage heeft geleverd aan de innovatie van bovengenoemde fabrikanten.

Doordat wij nieuwe innovaties gedurende het project nauw zijn blijven volgen is er dynamiek van later aangeschakelde partners zoals de UPONOR wandverwarmingspanelen (15 mm gipsplaat), TA Hydronics dynamische inregelventielen voor radiatoren, et cetera. Nieuwe producten zullen waar mogelijk bij deelnemers worden toegepast en het effect zal worden gevolgd.

Sommige veelbelovende producten hebben het in het project niet gehaald; deze producten waren bij de introductie veel te duur; of de prijsstelling was nog te veel gericht op volumes voor projectontwikkelaars. Bioclima, Aerogel en de Ecoon elektrische boiler vinden wij nog te duur en dan heeft het weinig zin deze bij bewoners te plaatsen.

Door bestaande *producten* lang door te subsidiëren remmen gemeenten de introductie van kansrijke innovaties ten opzichte van producten die eigenlijk geen subsidie meer nodig hebben als vloerisolatie of PV panelen. Voor nieuwe producten is meestal nog geen subsidie, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Tonzon isolatie. Het zou zinvoller zijn een energie-prestatiesubsidie te geven, opdat bewoners meer uitgedaagd worden met de nieuwste producten aan de slag te gaan.

2.3 Resultaten fase 3: voor welke maatregelen kies je?

2.3.1 Wat gaat de bewoner doen: bewonersperspectief

In het project ondersteunen wij bewoners. Deelnemers waren bereid innovatieve producten toe te laten passen als launching customer. Bewoners onderhandelen in het project zelf met uitvoerende partijen, en vaak werd korting verkregen.

In Den Haag vallen veel buurten onder beschermd stadsgezicht. Alle Lichten Toch op Groen [voorloper van dit project] hield in dat maximale publieke inspanning wordt gepleegd om hindernissen weg te nemen. De klimaatneutrale ambitie maakt de gemeente de facto probleemhouder waar het gaat om bijvoorbeeld monumentenwet, APV, en dergelijke. Met de Haagse en Delftse Welstand is gesproken over de spanning tussen het isoleren van woningen en opwekken van energie enerzijds, en het bewaren van het gevelbeeld anderzijds. Resultaat is dat de resp. Welstand afdelingen met een aantal 'moeilijke' zaken ervaring willen opdoen, o.a. het isoleren van buitengevels in buurten met beschermd stadsgezicht; deze intentie heeft echter nog niet tot concrete succes cases geleid.

Activiteiten

Om bewoners te helpen met het maken van keuzes en prioritering hebben wij excursies georganiseerd:

- Juli 2012 en september 2012: Excursie naar energie nul woning in Rotterdam, met isolatie op basis van natuurlijke materialen en lage temperatuur warmteafgifte.
- December 2012: Organiseren van een kennisbijeenkomst over gevelisolatie.
- Maart 2013: Excursies naar ICDUBO (Rotterdam) en Huis de Witte Roos (Delft).
- Maart 2013: Workshop isoleren met Aerogel.
- Maart 2013: Infrarood foto's genomen van alle deelnemende woningen om zwakke isolatieplekken en thermische bruggen in de voorgevels (en evt. zijgevels) op te sporen.
- Maart 2013: Overleg met DSO over een schema/publieksversie met verschillende varianten om een woning te verduurzamen (zie ook bijlage).
- April 2013: Contact met Innovatie Bouwkolom over innovatieve maatregelen
- Idem: Contact met programma vernieuwing bouw.
- Mei 2013: Overleg met Welstand, Monumentenzorg en DSO over (on)mogelijkheden van specifieke maatregelen zoals ventilatieroosters, buitengevelisolatie en zonnepanelen.
- April 2014: Excursie naar Frans de Haas in Voorburg die een woning/kantoor energieneutraal heeft verbouwd met als kloppend hart een thermisch gelaagd voorraadvat
- Mei 2014: Expermeeting bij deelnemer Maarten van Breemen over gevelisolatie
- September 2012 – heden: Opstellen en aanpassen van individuele plannen met maatregelen per woning inclusief grove doorrekening van de kosten
- September 2012 – heden: Makelen tussen vraag (deelnemers) en aanbod (leveranciers), regelmatig contact met en advies aan deelnemers en samen met producenten ontwikkelen van specifieke producttoepassingen voor type woning 'Statenkwartier'.

Resultaten

Het renoveren in groepsverband heeft de volgende resultaten opgeleverd:

- Kennisvergroting bij deelnemers.
- Groepsvorming en uitwisseling van informatie tussen deelnemers.
- Individuele plannen met maatregelen voor de deelnemers.
- Genomen maatregelen.
- Korting bij leveranciers.
- Eerste concept publieksversie combinatie samenhangende maatregelen.
- Inhoudelijke input voor informatiebladen over maatregelen die gebruikt worden door de duurzame wijken.

Leerervaringen

Het renoveren van een woning vergt een integrale afweging van maatregelen. Bewoners zijn gewend maatregelen te stapelen; een integrale benadering was nieuw. Wij hebben moeten uitleggen dat het risicovol is 'zomaar' overal HR++-glas te laten plaatsen, zonder te hebben nagedacht over ventilatievoorzieningen en gevelisolatie. Het vervangen van glas wordt gezien als een zinvolle maatregel, het effect van vochtophoping in de woning bij meer isolatie is onbekend.

Het tempo van het nemen van de maatregelen varieert enorm. Sommige deelnemers hebben al vroeg in het project meerdere maatregelen genomen (bijv. dakisolatie, warmtepomp, zonnepanelen), andere bewoners hebben twee jaar lang geen enkele maatregel genomen en vrijwel alles ineens uitgevoerd in de afgelopen twee maanden.

De onderlinge samenwerking en leereffecten komen tot hun recht. Deelnemers waardeerden de regelmatige groepsbijeenkomsten positief. Concrete uitkomsten: gezamenlijk aanvragen van offertes, kennis nemen van overwegingen en praktische uitvoering van maatregelen bij anderen, meer maatregelen genomen o.a. door 'stok achter de deur' (iedere bijeenkomst vertellen over individueel genomen maatregelen)

2.3.2 Wie gaat het uitvoeren? Ervaringen met leveranciers, bouw- & installatiebedrijven

Bedrijven geven aan dat het leveren van maatwerk per woning lastig is. De acquisitiekosten bij individuele woningen zijn hoog en er kunnen heel moeilijk schaalvoordelen worden gerealiseerd. Gesproken is tijdens bijeenkomsten en OTB/TU Delft met vertegenwoordiging van diverse bouwbedrijven. Onze conclusie is dat grotere (bouw)bedrijven de markt van niet-standaard woningen niet of nauwelijks interessant vinden. Ons inziens is dat onterecht: als woningen gebundeld worden is inkoopvoordeel mogelijk (bijvoorbeeld voor het fabrieksmatig produceren van jaren '20 kozijnen). Waar publieke partijen een handje hebben geholpen is het grote bouwers bovendien wèl gelukt bewoners een aantrekkelijke propositie te doen, zoals in het project van gemeente Delft: "Steek Energie in uw Woning". Ondanks de recessie in de nieuwbouw zijn grote bouwers er niet in geslaagd zelfstandig een particuliere renovatiepropositie in de markt te zetten.

MKB aannemers kennen de woningtypen binnen ons project van haver tot gort. Zij kunnen op kleine schaal werken, wat gelijk op loopt met de huidige vraag naar renovaties. Voor maatregelen als het plaatsen van dubbel glas en repareren van plafonds zijn ruim voldoende aannemers. Er zijn

prijsverschillen maar voor iedere glaszetter, timmerman of CV monteur lijkt er wel een markt. - Zonnepanelen aanbieders zijn er voldoende, en kennisopbouw hieromtrent gaat relatief snel. Iedere vakman doet echter zijn eigen dingetje en heeft over het algemeen bijzonder weinig belangstelling voor aanpalende maatregelen.

Wij hadden veel meer verwacht van het integrale denken en het innovatieve karakter van de aannemers- en installatiebranche. Het kennisniveau van het Haagse MKB op het gebied van integrale woningverduurzaming vonden wij bijzonder laag. Er is terughoudendheid om met innovatieve technieken aan de slag te gaan, doordat aannemers het risico niet willen lopen meer uren te moeten besteden dan begroot of geen garantie willen geven op producten die zij niet kennen.

Wij waren er vanuit gegaan dat de bewoners op een kennisniveau zouden komen waarmee zij zelfstandig een goede offerte uitvraag konden doen. Dat laatste is redelijk gelukt, echter de markt gaf verschillende malen een reactie die onvoldoende blijkt gaf de vraag te begrijpen. Het kostte dan extra tijd om een andere aannemer te vinden, et cetera. Uiteindelijk is een nogal kleine kring van aannemers en installateurs ontstaan die aan bijna alle 20/30 woningen hebben gewerkt. Onze overschatting van het MKB is achteraf een zwak punt in onze projectopzet gebleken

2.4 Resultaten fase 4: monitoren van de besparingen

Wij wilden weten in welke mate de producten bijdragen aan de energie neutraliteit van de woning. Daartoe worden van een aantal woningen maandelijks de meterstanden opgenomen. Met de meterstanden kan meteen feed back worden gegeven (positief belonen), of gesignaleerd als bijvoorbeeld de CV installatie verkeerd is afgesteld. Verschillen tussen woningen worden meteen zichtbaar. Tevens ontstaat op deze manier heel snel inzicht in terugverdientijden van de investeringen. Tenslotte hoopten wij dat het doorgeven van meterstanden als reminder zou fungeren dat er nog maatregelen zijn blijven liggen.

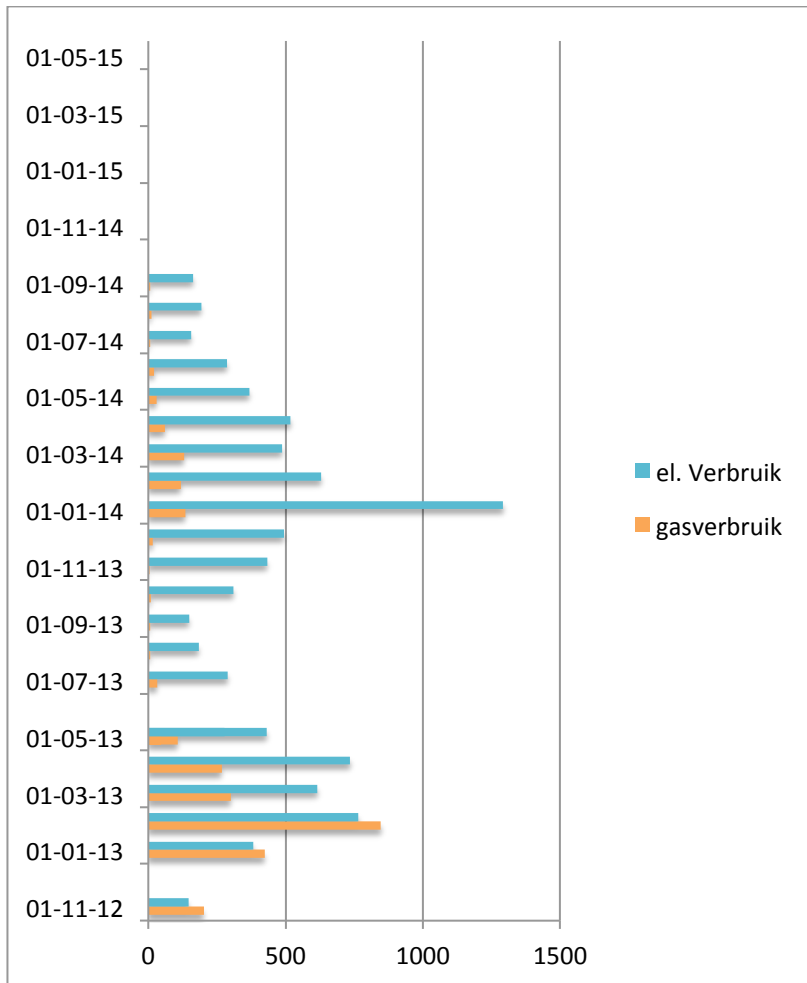
Activiteiten bestonden uit:

1. Maandelijks bijhouden van meterstanden/energieverbruik van deelnemers.
2. Signaleren van concepten (combinatie van gedrag en maatregelen die tot veel besparingen leidt)

Resultaten

Het meten van het maandelijks energieverbruik lever de volgende constatering op:

- Meetbare besparingen per woning als gevolg van genomen maatregelen zijn belangrijk om effecten aan te tonen van de (hoge) investeringen. Dalende reeksen motiveren bewoners een volgende investering te doen.
- Duidelijk zijn twee halveringen te zien in twee jaar. De eerste halvering wordt bereikt met bouwfysische maatregelen (isoleren), de tweede halvering door middel van installatietechniek.



Grafiek: energieverbruik Billitonstraat 29, Den Haag. De meer dan halvering van het gasverbruik is goed te zien (van 2500 m3 naar ca. 500 m3). De uitschieter van het elektraverbruik in december 2013 kwam door een verkeerd afgestelde keukenboiler; zonder het bijhouden van gebruiksgegevens zou dat waarschijnlijk veel minder snel zijn opgevallen!

- Wij constateren dat een 100% notaloze woning bij vooroorlogse bouw onhaalbaar is met uitsluitend gebouwgebonden maatregelen. In het project zijn geen grondgebonden warmtepompen geplaatst waarmee warmte in de zomer kan worden gebufferd voor de winter; de investering in bodemwisselaars bleek te hoog om te worden terugverdiend binnen de technische levensduur. Ook bij een hout- of pelletkachel is er immers meestal een nota, en is de woning nog steeds niet notaloos (maar wel CO2 neutraal). Wij hebben de ambitie energieneutraal daarom bijgesteld op basis van realiteit, tot 75% besparing en een gasverbruik van minder dan 1.000 m3 per jaar. Een all-electric³ concept is technisch haalbaar, al heeft nog geen van de bewoners daarvoor gekozen.
- Een elektrisch neutrale woning is vooral een kwestie van voldoende geld om PV op het eigen of andermans dak te plaatsen, en daarmee een minder interessante technische uitdaging.

³ Bij een all-electric woning wordt de gasaansluiting. De laatste 500m3 gas voor ruimteverwarming en warm tapwater worden dan elektrisch gemaakt en er wordt gekookt met inductie

- Vanaf een bepaalde isolatiedikte is isoleren niet de meest kostenbesparende maatregel per geïnvesteerde euro. Te vergaand isoleren van oude woningen kan leiden tot bouwfysische problemen, zoals houtrot. Maatregelen gericht op isolatie, ventilatie en opwekking moeten met elkaar in evenwicht zijn.
- Installatietechniek heeft een kortere levensduur dan isoleren, maar kan vrijwel het hele jaar door, en met minder bouwkundige ingrepen en risico's, worden toegepast.
- Door maandelijks verbruikscijfers bij te houden vallen afwijkingen op; een keukenboiler was na een bezoek van een onderhoudsmonteur op 90 graden afgesteld, wat een forse piek in het elektriciteitsverbruik veroorzaakte in de betreffende maand. Zonder maandgegevens zou deze stijging niet, of pas veel later zijn opgevallen.

Op jaarbasis hebben de meeste deelnemers twee maal hun energieverbruik gehalveerd. Bij de start werden vier referentiewoningen beoordeeld met energielabel F/G. Volgens de EPA-W berekeningen krijgen alle vier de referentiewoningen na genomen maatregelen een A+ of A++ label.

2.4.1 Terugverdientijden max 10 jaar

Alle deelnemers geven aan dat de terugverdientijden een rol spelen. Zowel lage als hoge investeringen moeten een terugverdientijd hebben korter dan 10 jaar. Hoewel de milieubijdrage een belangrijke dreefveer is voor alle deelnemers, zijn deze bewoners allemaal op zoek naar een economische optimalisatie.

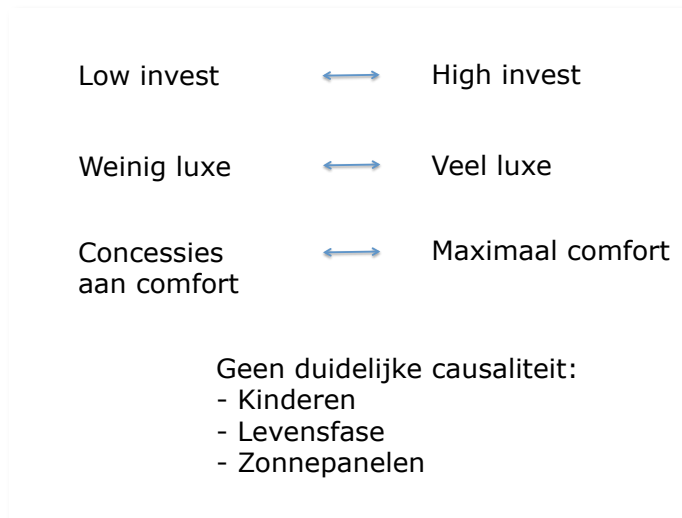
2.4.2 Woonconcepten

Binnen de groep van 25 deelnemers konden vrij duidelijk twee uitersten worden onderscheiden. Er is een groep welke de optimalisatie vooreerst zoekt in gedrag (kost niks, levert direct veel op), en later pas gaat investeren in een nieuwe achterpui of een aanbouw. Het andere uiterste is wanneer maximaal wordt gekozen voor technische oplossingen en er minder bereidheid is tot gedragsconcessies; er wordt fors geïnvesteerd in wooncomfort en mobiliteit, waarbij een deel van de "opbrengst" bestaat uit quality of life. Tussen deze uitersten zit een groep die toch al van plan was te gaan verbouwen en maatregelen kan meenemen tijdens de uitvoering.

Omwillen van de herkenbaarheid hebben wij de concepten de volgende namen gegeven:

- **Low invest:** het "Dekentje op de bank", dikke gordijnen, compartimentering van de woning (koude gang/slaapkamers, warme woonkamer), de thermostaat een graadje lager. Beperkte investering en hoge mate van doe-het-zelf, en daardoor hoog financieel rendement. Veel low tech ingrepen, waarbij het terugdringen van het energieverbruik voorop staat. Gedrag speelt een belangrijke rol.
- **High invest:** de "elektrische auto", warmtepomp, zonnepanelen (PV), zonnecollectoren, HR++-glas, lage temperatuur verwarming, gevelisolatie, vraag gestuurde mechanische ventilatie, elektrische mobiliteit; nieuwe technieken maken de woning energiezuiniger, met toename van het comfort en lagere kosten.
- **Hybride, opportunist:** het "opknappen van de woonkamer en een nieuwe dakkapel". Op een bepaald moment wordt flink in de woning geïnvesteerd, vaak voor het geschikt maken van deel van de woning voor een andere functie. Duurzame maatregelen worden en passant meegenomen. In deze categorie valt ook de op- of aanbouw aan de woning met extra zonnepanelen op het dak. Het primaire motief is ander ruimtegebruik en minder het milieu. Wij denken dat dit de grootste groep van bewoners is, die direct na het kopen van een huis,

resp. als kinderen ouder worden of de deur uit gaan, een deel van de woning verbouwt of aanbouwt.



Tabel: energiebesparende maatregelen polariseren tussen twee uitersten

De effectiviteit van maatregelen (en daarmee hun terugverdientijd) blijkt sterk afhankelijk van de samenhang met andere maatregelen. Sommige maatregelen, bijvoorbeeld een warmtepomp, werken als hefboom voor andere maatregelen, zoals verbeterde isolatie, lage temperatuur verwarming en gedragsmaatregelen. Zoals zonnepanelen maken dat mensen de oude wasdroger wegdoen, zo heeft een warmtepomp een effect op het vervangen van gietijzeren radiatoren en enkelglas.

2.4.3 Volgorde van maatregelen

Er lijkt een prioritering in maatregelen te zijn om een bestaande vooroorlogse woning door middel van maatwerk zoveel mogelijk energieneutraal te maken. De prioritering lijkt aan te sluiten bij de Trias Energetica van Kees Duijvestein⁴:

Stap 1. De eerste halvering. De energievraag van de woning zoveel mogelijk reduceren door het isoleren van dak, vloer en het glas. Energie-onzuinige gebruiksapparaten worden weggedaan of vervangen door zuinige modellen. Deze maatregelen verdienen zich in relatief korte tijd terug. Het gasverbruik kan voor het eerst halveren.

Stap 2. De tweede halvering. Na het isoleren gaat de bewoner in de daaropvolgende zomer de installatietechniek verbeteren. Bijvoorbeeld het installeren van een energiezuinige verwarmingsketel of houtkachel (maatregelen voor iedere beurs), of een warmtepomp, zonneboiler (voor huishoudens die meer te besteden hebben). Zonnepanelen passen in deze als in de vorige fase, al worden deze vaak aangeschaft als het dak wordt geïsoleerd (of: het dak wordt geïsoleerd omdat er zonnepanelen op moeten).

⁴ C.A.J. Duijvestein is emeritus-hoogleraar Milieutechnisch ontwerpen aan de Technische Universiteit Delft en pionier op het gebied van duurzaam bouwen

Stap 3. Leren leven in de nieuwe woning, met als voorbeelden:

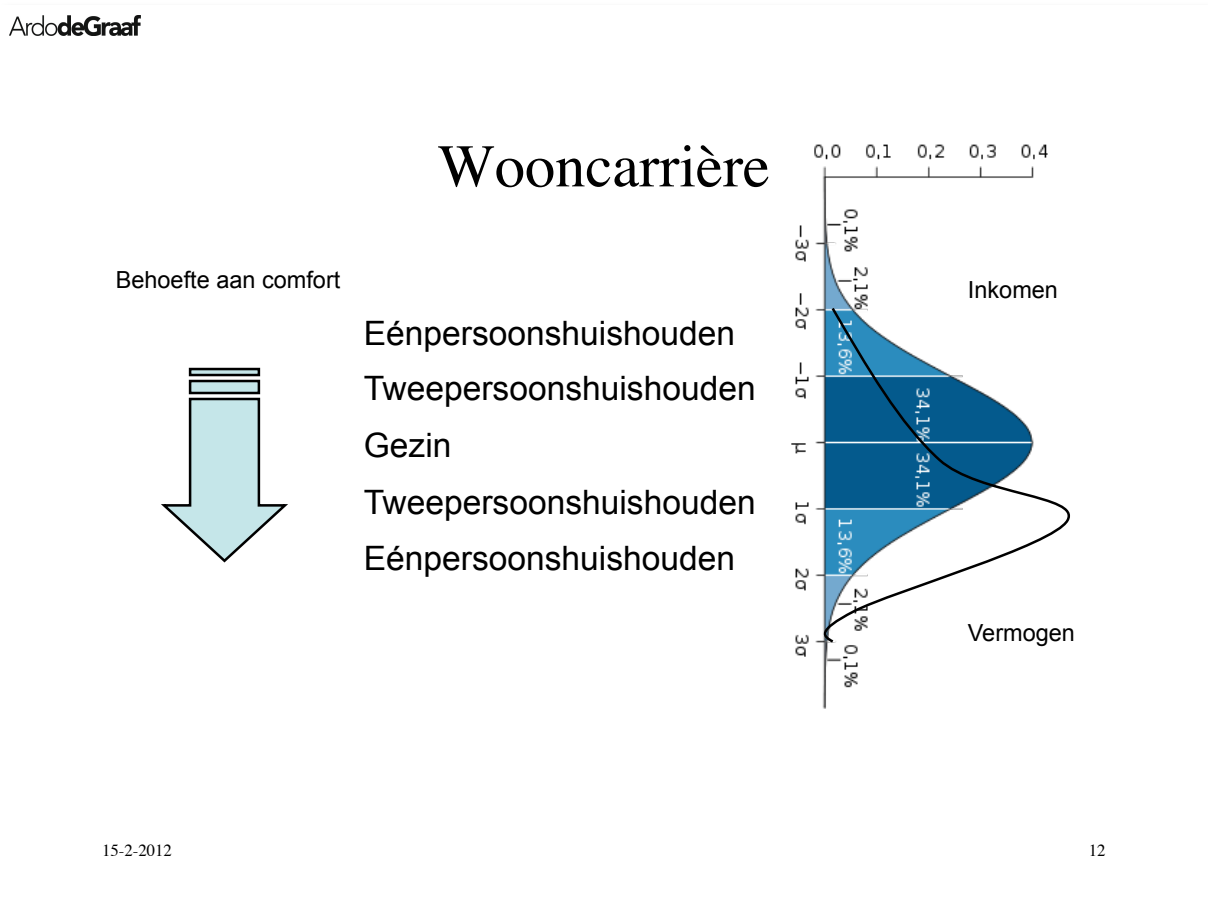
- Door het aanbrengen van isolatie moet je meer rekening houden met het wegventileren van vocht. Vocht condenseert op de koudste plek en door het isoleren van bepaalde delen van de woning worden temperatuurverschillen met bijvoorbeeld het kozijn groter; vocht dat condenseert op het kozijn kan houtrot veroorzaken. Vocht moet dus worden weg geventileerd, eventueel mechanisch.
- Door het gebruik van een warmtepomp kan het efficiënt zijn minder nachtverlaging toe te passen en met de warmtepomp de woning op temperatuur te houden, in plaats van met de gasketel om 7:00 uur 's morgens een heel huis vier graden omhoog te brengen. Als het buiten 10 graden vriest, steek je 's avonds de houtkachel aan loopt de temperatuur op tot boven 21 graden. Wanneer de kamer in de loop van de nacht afkoelt tot 18 graden kan de hoeft de CV-ketel de woonkamertemperatuur 's morgens maar een enkele graad op te tillen.

2.4.4 Verband tussen levensfase en maatregelen

Het moment van renovatie lijkt vaak samen te hangen met het aanbreken van een volgende fase in de gezinscyclus van de bewoners. Jonge mensen zonder kinderen zijn vaak van huis en hebben minder behoefte aan een continue warme woonkamer. Echter als mensen gaan samenwonen of een kinderwens hebben moet alles er warmpjes bij liggen. Als de kinderen na 20 jaar de deur uit zijn is er vaker behoefte ruimtes anders te gaan gebruiken. Wanneer van twee zestigers een van de twee stopt met werken, wordt er geïnvesteerd in lagere maandlasten en extra comfort.

Er lijkt een verband tussen de leeftijd en investeringsbereidheid. Vijftigers en zestigers hebben meer tijd gehad om vermogen op te bouwen, echter sommige veertigers investeren ook fors in hun woning. De grootte van de steekproef is te klein om hierover significante uitspraken te doen. Toch denken wij dat het goed zou zijn om marketing specifiek gericht op deze doelgroepen op te zetten.

Het is, denken wij, van belang maatregelen te adviseren die passen bij de *komende* levensfase van de bewoners. Vandaar dat wij erg veel waarden hechten aan het intakegesprek. De aannemers- en installatiebranche zou ons inziens soms minder naar technische oplossingen moeten grijpen, en meer tijd investeren in de persoon die tegenover hen zit.



Figuur: de relatie tussen de wooncarrière en behoefte aan comfort, als motief voor het verduurzamen van een woning. Vanaf de gezinsvorming neemt de comfortbehoefte toe doordat één partners steeds vaker thuis is. Tijdens de gezinsfase is er weinig vrij besteedbaar inkomen en weinig tijd. In latere levensfasen, bijv. als de kinderen volwassen zijn, is er meer vermogen als mede tijd om te investeren in een verbouwing/renovatie.

2.5 Projectverloop

Door omstandigheden kon gemeente Den Haag met dit project pas starten in het tweede kwartaal 2012. De vakantie-periode was al snel na de start en pas in het derde/vierde kwartaal waren er twintig bewoners die zich wilden committeren aan het besteden van ca. €25.000 per woning.

Door de late start zijn voor het stookseizoen 2012/2013 minder maatregelen uitgevoerd dan voor een halvering van het gasverbruik eigenlijk noodzakelijk waren.

Wij hebben in het project gemerkt dat bewoners vooral in het eerste halfjaar, tijdens en vlak na de winter, maatregelen plannen om hun woningen te verduurzamen. Het beslismoment van bewoners vergt eigenlijk dat overheden hun beleidsmaatregelen gericht op particuliere woningverbetering in het vierde kwartaal al op de plank moeten hebben liggen, om deze in het eerste kwartaal te communiceren.

In het voortgangsoverleg van 11 december 2012 hebben wij aangegeven dat de urenbesteding uit de pas zou kunnen gaan lopen met de oorspronkelijke projectofferte, doordat veel moeilijker bleek dan verwacht partijen te vinden die maatregelen wilden uitvoeren. In een poging deze extra tijd te financieren is een aanvraag ingediend bij de SEV Energiesprong. Voor de SEV subsidie is het aantal deelnemers uitgebreid van 20 naar 32. Met al deze nieuwe deelnemers is hetzelfde traject doorlopen als met de eerste 20. Bij de uitbreiding van 20 naar 32 woningen is bijna het dubbele van de geprognoseerde €60.000 aan uren besteed. De SEV Energiesprong aanvraag heeft in elk geval geleid tot het doorrekenen van het project aan de hand van de ISSO tabel in de vorm van EPA adviezen en een calculatie van de CO2 besparing.

Momenteel voeren bewoners de maatregelen uit gericht op besparing in de komende winter. Daarbij maakt een aantal bewoners een inhaalslag, geïnspireerd door de groep. Wij zullen de komende winter het verbruik blijven monitoren om te zien hoe ook de resterende woningen onder 1000m³ gasverbruik komen.

3 Conclusies en aanbevelingen

3.1 70% energiebesparing voor 10x de jaarnota

In september 2009 heeft gemeente Den Haag laten berekenen dat 110.532 woningen uit de particuliere voorraad volgens de GPR methodiek een onvoldoende krijgen⁵. De opdracht aan de onderzoekers was vast te stellen wat de kosten zijn om de CO2 uitstoot van deze woningen met 30% te reduceren, toentertijd was dat heel wat. De woningen in ons project komen overeen met woningtypen T5 en T14, als mede T11, en zijn samen ongeveer de helft van 110.532 woningen.

De gemiddelde kosten per woning waren volgens het rapport €7.978. De vooroorlogse woningen scoorden in het onderzoek het slechtst: typen T5 en T14 hebben in totaal de hoogste CO2 uitstoot. Het verlagen van de uitstoot met 30% werd berekend op ca. €8000 per woning.

T5	<i>Rijwoning, bouwjaar voor 1946 14.800 won. (14%)</i>
T18	<i>Haags portiekwoning, bouwjaar voor 1946 27.400 won. (26%)</i>
T14	<i>Beneden-/bovenwoning, bouwjaar voor 1966 (voor 1946) 27.000 won. (26%)</i>
T6	<i>Rijwoning, bouwjaar 1946 tot 1966 1.500 won. (1,5%)</i>
T12	<i>Portiekwoning, bouwjaar 1946 tot 1966 21.100 won. (20%)</i>
T9	<i>Rijwoning, bouwjaar 1966 tot 1988 1.500 won. (1,5%)</i>
<i>T11/13 Galerij-/portiekwoning, bouwjaar 1966 tot 1988 10.400 won. (10%)</i>	
 <i>De totale onderzoekspopulatie van bijna 104.000 woningen omvat 94% van de particuliere woningengebouwd voor 1985 in Den Haag. (zie tabellen blz. 8)</i>	
 <i>(bron: Aantallen betreffende de woningtypes zijn gebaseerd op WOZ-gegevens, peildatum 1-1-2008 en zijn bewerkt en aangeleverd door DSO)</i>	

Ons project heeft aangetoond dat het met nieuwere technieken mogelijk is circa 70% energie te besparen in de oudbouw en bijna 100% energieneutraal te worden in de recente nieuwbouw binnen een randvoorwaarde van 10 jaar terugverdientijd.

De investering kwam bij de meeste van onze woningen uit rond de €12.000. Dat is vergelijkbaar met de €12.595 als berekend door KOW, maar bij ons was een bijna twee maal zo grote besparing het gevolg! Blijkbaar zijn in vijf jaar tijd de materialen verbeterd en de prijzen verlaagd. Tevens zijn deels andere maatregelen genomen in 20x dan in KOW staan: KOW is bijvoorbeeld uitgegaan van driebladig glas, iets dat wij te risicovol achtten (of simpelweg niet te tillen in een schuifraam). In ons project is lage temperatuur verwarming toegepast in combinatie met warmtepompen, wat

⁵ Rapportage duurzaamheidsonderzoek particuliere woningen gebouwd voor 1985
KOW en TU Delft, september 2009

KOW helemaal niet in het onderzoek had meegenomen. Je zou kunnen zeggen dat voor de geraamde kosten van 2009, inmiddels bijna twee maal zo veel energie kan worden bespaard.

De CO2 reductie in 2009 werd geschat op 138.869 ton KG CO2 per jaar. Geëxtrapoleerd uit ons project in 2014 is de CO2 reductie in potentie 356.000 ton KG Co2 per jaar (ongecorrigeerd voor portiekwoningen).

Rekenvoorbeeld:

Een ongeïsoleerde oudbouw woning heeft een energierekening van €3.500 per jaar. De bewoner kan door een investering van vaak minder dan €25.000, jaarlijks €2.500 besparen. In 15 jaar bespaart hij daarmee €37.500 (bij gelijke energieprijzen) en realiseert een rendement van ca. 10% per jaar op zijn investering.

Woningen van na 1995 kunnen voor ca. €15.000 gasloos worden gemaakt en voor €20.000 energieneutraal (het laatste door compensatie met zonnepanelen). Het rendement voor het nota loos maken van bestaande nieuwbouw komt daarmee eveneens uit op ca. 10% per jaar.

In sommige woningen in ons project was sprake van achterstallig onderhoud.

Achterstallig onderhoud biedt een kans om maatregelen in te passen, maar valt buiten de business case voor de bewoner. Wel is het zo dat achterstallig onderhoud aanleiding kan zijn om meteen isolatie en de installaties in de woning aan te pakken. Het laatste geldt dat voor de CV ketel en voor het vervangen van een kozijn met houtrot door een nieuw kozijn met dubbel glas.

3.2 Bewonerssubsidies hebben invloed op volgorde van maatregelen

In onze ervaring is er een voldoende positieve business case voor bewoners om met weinig of geen subsidie maatregelen te financieren. In dit project geven deelnemers gezamenlijk ca. €1.000.000 uit. Er was nauwelijks subsidie, doordat innovatieve maatregelen buiten de subsidieregelingen van de gemeenten Den Haag en Delft vielen. Bewonerssubsidies kunnen vooral helpen een investering door de bewoner naar voren te halen, omdat bewoners het subsidiëren van een maatregel als “aanbeveling” beschouwen.

3.3 Beloon MKB bedrijven die innovatieve producten toepassen

Er ligt een maatschappelijke bate doordat er in Den Haag en Delft ca. 75.000 particuliere woningen kunnen worden gerenoveerd en er zijn bewoners die daarin willen investeren. Hoe kan het dan dat de renovatiemarkt mondjesmaat van de grond komt of beperkt blijft tot een enkele maatregel? De adaptatie van innovatie door het MKB vormt daarin ons inziens een groot knelpunt. In de praktijk bleek dat de partijen die het werk moesten uitvoeren terughoudend zijn met nieuwe technieken of

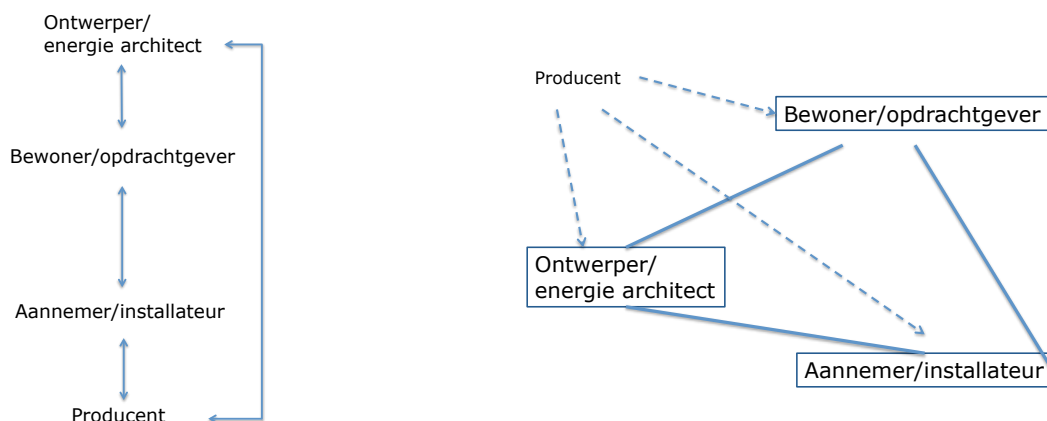
standaard terug te grijpen op producten van tien jaar geleden. Er zijn heel veel uitstekende producten op de markt, maar er lijken veel te weinig MKB bedrijven met die innovatieve producten te werken. De ondernemers die wij spraken gaven aan de door ons voorgestelde producten niet te kennen, het daarom lastig te vinden deze te begroten en beducht te zijn voor nazorg of het geven van garanties. Soms werd een offerte ontvangen met een absurd hoge prijs voor iets nieuws (€350/m² voor lage temperatuur verwarming, excl. stucen) en een veel lagere prijs voor een conventioneel alternatief (een simpele convector en zelfs nog zonder DBE/boosters).

Vanuit ons project zien wij een grote belangrijke uitdaging om de houding van het MKB tegenover innovatie te doorbreken. Een woning renoveren doen de meeste mensen maar eens in hun leven en het is dan van belang dat de producten die het meest besparen in elk geval bekend zijn.

Extrapolerend naar de Energieneutraal ambities van Delft en Den Haag lijkt het ons een dure gok te hopen dat de aannemers- en installatiebranche de particuliere woningen vergaand energiezuinig gaan maken. Gemeenten kunnen denken wij op twee manieren helpen de innovatiementaliteit bij het MKB te verbeteren:

1. Het subsidiëren van innovatieve bedrijven. De Gemeente Den Haag kunnen overwegen bedrijven te subsidiëren die bepaalde maatregelen uitvoeren (via bepaalde maatregelen, bijvoorbeeld een subsidieregeling voor het plaatsen van lage temperatuur verwarming). Het conservatieve deel van het MKB krijgt dan een impuls om meer te doen met specifieke innovatieve producten. Het lokale MKB kan dan beter profiteren van de vraag naar het verduurzamen van woningen.
2. Het subsidiëren van energie architecten. Het laatste gebeurt momenteel al in het kader van het Makelaarsinitiatief. De energie architect geeft dan niet alleen advies over te nemen maatregelen, maar helpt de opdrachtgever tevens bij de aanbesteding. Het MKB wordt daardoor uitgedaagd met betere oplossingen te komen, of raakt de business kwijt aan innovatievere collega's. Door het prominenter inzetten van energie architecten kan de kwaliteit van het offertetraject van het MKB verbeteren.

Onderstaande schema's schetsen de werkwijze met marktpartijen in ons project. Aanvankelijk werkten wij volgens het linker schema: de adviseur informeert de bewoner over bepaalde maatregelen en de bewoner besteedt deze aan bij een aannemer. Gaandeweg het project merkten wij echter dat dit veel te weinig voortgang opleverde of niet tot toepassing van nieuwe producten leidde. Wij hebben aan producenten gevraagd wie het beste hun producten kunnen plaatsen, wat heeft geleid tot het rechter schema.



In de bouw bestaat een klassieke driehoek tussen de architect, de aannemer en de opdrachtgever. Deze spanning zou in de renovatie ook geïntroduceerd moeten worden. De energie architect geeft advies en *helpt ook* bij het aanbesteden en het vinden van uitvoerende partijen. Als de aannemer niet aan de vraag kan voldoen, mist deze de business. Voor de toekomst zien wij het rechter plaatje als meest kansrijk voor de renovatiemarkt. In het rechter schema is een grotere rol weggelegd voor de producent als back office voor de aannemer/installateur.

Het risico voor de producent is dat aannemer zich gepasseerd kan gaan voelen als een producent zich rechtstreeks tot de consument richt. De producent zal moeten aantonen merkbaar additioneel werk te genereren voor aannemers. Wij zagen bij Techneco hoe de individuele installateur op individueel bewoner niveau vanuit de producent wordt ondersteund met advies.

Bij medische innovaties wendt de producent zich in toenemende mate rechtstreeks tot de consument. In het verleden waren producenten voor het verkopen van hun geneesmiddelen afhankelijk van hetgeen een arts voorschreef. Tegenwoordig zoekt een patiënt tegenwoordig in de avonduren naar informatie via internet en vertelt vervolgens aan de huisarts welk product hij wil. De producent speelt met semi-wetenschappelijke advertenties en artikelen in op de informatiebehoefte van de consument. In de renovatiemarkt zien wij eigenlijk hetzelfde gebeuren: Tonzon adverteert dagelijks in de landelijke dagbladen; Duco was gewend ventilatieoplossingen en grosse te leveren aan projectontwikkelaars, maar kreeg in het project steeds grotere betrokkenheid bij het gezamenlijk vinden van oplossingen voor individuele woningen. Wij voorzien dat de renovatiemarkt in toenemende mate vorm zal gaan krijgen doordat de producenten meer directe invloed gaan uitoefenen op de eindconsument.

3.4 Communicatieve uitdaging voor gemeenten Delft en Den Haag

De leerervaringen en uitdagingen die wij uit dit project hebben gedestilleerd moeten nu verspreid worden. Het communiceren over de resultaten en het uitrollen over de gemeenten Den Haag en Delft is de volgende uitdaging. De communicatie die daarbij hoort valt buiten de scope van dit project, maar over het vergroten van het kennisniveau bij zowel opdrachtgevers als aanbieders denken wij graag mee.

Op dit moment zien wij voor gemeenten de volgende uitdagingen voor het verduurzamen van de particuliere woningvoorraad:

- Als het lukt woningen bestendig te maken voor veranderende persoonlijke omstandigheden (kinderen de deur uit, stoppen met werken, etc), kan de renovatie dan worden *doorverkocht* aan de volgende bewoner via een hogere woningwaarde.
- Bij een duurzame woning krijgt de bewoner door de terugverdientijd in feite geld toe; bewoners denken in terugverdientijden, maar is terugverdientijd wel het juiste criterium als de mondiale milieu uitdagingen zo veel groter zijn dan het rendement op spaargeld?
- Bij een zuinige woning vormt het vastrecht een relatief groot bestanddeel van de energienota ten opzichte van de resterende piekvraag en warm tapwaterbereiding. Hoe kan een bewoner de laatste <1000 m³ gas verduurzamen en daadwerkelijk energieneutraal worden?
- Zouden gemeenten misschien meer aandacht kunnen hebben voor maatregelen gericht op installatietechniek, naast isolatie en zonnepanelen? Investeren in installatietechniek is vaak goedkoper dan in het dik isoleren van de woning. Het aanbrengen van lage-temperatuur verwarming levert veel comfortwinst en besparing van gas op. Door stralingswarmte kan al te dikke isolatie achterwege blijven en worden minder bouwkundige risico's gelopen. Aanbrengen levert met moderne technieken nauwelijks nog stof en hinder op. Wanneer gemeentes een subsidiemaatregel voor particulieren overwegen is het subsidiëren van wand- en vloerverwarming een manier om nieuwe installatietechnieken vaker toegepast te zien worden.

3.5 Relevantie voor aanleg warmtenetten Den Haag en Delft

Momenteel onderzoeken gemeente Den Haag en gemeente Delft of het aanleggen van nieuwe warmtenetten in de stad een mogelijkheid is om in één klap grote hoeveelheden CO₂ te besparen. Het Warmtebureau in Zuid-Holland wil warmte van vuilverbranding en de kolencentrales op de Tweede Maasvlakte laten transporteren naar de steden. Beleidsmakers moet zich echter afvragen wat de verdien capaciteit nog is van een warmteaansluiting, wanneer alle vooroorlogse woningen 70% energie zouden gaan besparen. Renovatie blijkt een economisch rendabele investering met een terugverdientijd van rond de tien jaar. Veel particulieren hebben bovendien voldoende spaargeld om de investering zelf te financieren. De individuele investering in woningrenovatie concurreert direct

met de investering van een energiebedrijf in een warmtenet, waarbij voor dat laatste bovendien extern vermogen zal moeten worden aangetrokken. Wij denken dat een warmtenet op traditionele leest hooguit geschikt is om in de piekvraag te voorzien van ca. 1000 m³ gas oftewel 35 GJ per (grotere) woning.

4 Tenslotte

Het doel van dit project was te ervaren in hoeverre het mogelijk is in acceptabele terugverdientijden 20 a 30 woningen tegelijk vergaand te verduurzamen. In deze rapportage hebben wij voor op basis van praktijkervaringen suggesties gedaan.

Inmiddels weten we *welke* maatregelen daaraan het meeste bijdragen. Het bereiken van de bewoners is een uitdaging voor de komende tijd.

Wie zijn woning gaat renoveren doet dat meestal maar eens in zijn leven en dan is het zaak dat de *beste materialen* van dat moment worden gebruikt.

Wanneer een bewoner zijn woning gaat verduurzamen lijkt vooral samen te hangen met persoonlijke omstandigheden, met de levensfase als belangrijkste verklarende factor. De kunst is 'erbij te zijn' op het moment dat grote ingrepen worden voorgenomen.

Tom Egyedi

Ardo de Graaf

Wilde gagel 59

2498ER Den Haag

m. 06 52056179

Bijlagen

- ***'Persoonlijk plan van aanpak van de woning' (Bankastraat)***
- ***EPA-startlabel (Celebesstraat)***
- ***EPA- label na doorrekening maatregelen (Celebesstraat)***
- ***Diverse verslagen van bijeenkomsten en excursies***
- ***A4 met Innovatieve toepassingen***
- ***Schematisch overzicht warmteweerstand: DSO (CONCEPT!)***
- ***Voorbeelden warmtefoto's woningen***

