

Draaiboek Bouwbegeleiding

Voorwoord

Bouwbegeleiding is een onderdeel van het project Zukunft PassivHaus. De doelstelling van het draaiboek is om tijdens de ontwikkeling en de uitvoering van een bouwwerk de participanten in het bouwproces te ondersteunen bij het behalen van de hoge prestatie-eisen, die aan de Passiefhuisstandaard verbonden zijn. Het betreft een leidraad voor: de conceptbepaling, schilconstructie en bouwdetailering voor de nieuwbouw, de verbetering van een bestaande schil en constructiedetails en verder de aandachtspunten tijdens de bouwuitvoering, de gekozen installaties en de monitoring van de gerealiseerde bouw

Colofon

Datum donderdag 27 juni 2013
Referentie Draaiboek_Bouwbegeleiding
Versie 1
Status Concept
Auteur Huub Huijnen, Wim Baartman

Datum donderdag 27 juni 2013
Naam rapport Draaiboek Bouwbegeleiding
Pagina 3 van 12

Inhoudsopgave

1 Inleiding

1 Inleiding

Energie zuinig bouwen kan van verschillende kanten beschouwd worden. Men kan het als een leer, levensovertuiging of als zorg voor de maatschappij (omgeving) bekijken, maar ook als het volgen of vooruitlopen op de komende regelgeving. De bouwbesluiten, zoals nu voorzien, zien er wat betreft de epc als volgt uit : 2011, epc 0,6 : 2015 , epc 0,4 : 2020 , epc 0. In de ons omringende landen , Duitsland, Oostenrijk, België, zijn er vele initiatieven op het gebied van energiezuinig bouwen. Dit vaak vanuit een het besef om maatschappelijke verantwoord te handelen door duurzaam te gaan bouwen en niet vanuit de regelgeving, welke vaak achter lopen. Het energie zuinig bouwen (bouwbesluit 2011), vanaf epc 0,6 en lager, levert diverse gezichtspunten op, met betrekking tot bouwkundige constructies. Kon men in het verleden, de daling van de epc nog door het aanbrengen van efficiënt werkende installaties opvangen, dan is nu het moment aangebroken dat de constructie – de schil, het bouwkundige detail – grondige aanpassingen behoeft. Ook als men vanuit de Trias Enigetica redeneert, is de isolerende schil (het detail) het belangrijkste onderdeel van energie zuinig bouwen. Hierbij komt nog dat ten gevolge van tocht door kieren en andere luchtlekken in de gebouwschil, het warmteverlies hiervan een belangrijk aandeel heeft in de energiehuishouding .Ook om die reden vraagt het bouwkundige detail speciale aandacht voor wat betreft de luchtdichte afwerking. Alleen al de hierboven aangehaalde aspecten onderstrepen de actualiteit en noodzaak van dit document

Energiezuinig bouwen is in het belang van alle bij de bouw betrokken bedrijven, instellingen en organisaties:

- Opdrachtgever(s), eventueel gedelegeerd naar een managementadviesbureau
- Adviseur(s) (ingenieursbureaus, bouwkostenadviesbureau en/of architecten met adviseursrol)
- Vastgoedbeheerder(s) en Makelaar(s)
- Gemeente(n)
- Architect(en)
- Aannemer(s), vastgoedontwikkelingsbedrijf of projectontwikkelaars
- Constructeur(s)
- Installateur(s)
- Woningbouwcorporatie(s)
- Bewoner(s)

Bouwbegeleiding is een onderdeel van het project Zukunft Passiv Haus.

De doelstelling van het draaiboek is dan ook om de participanten van het bouwwerk te helpen om de energieprestatie te halen. Het betreft een leidraad voor: mogelijke conceptbepaling, schilconstructie en bouwdetailing aandachtspunten, eventuele verbeteren van details, de aandachtspunten tijdens bouwen, consequenties gekozen installaties en monitoring gereden bouw.

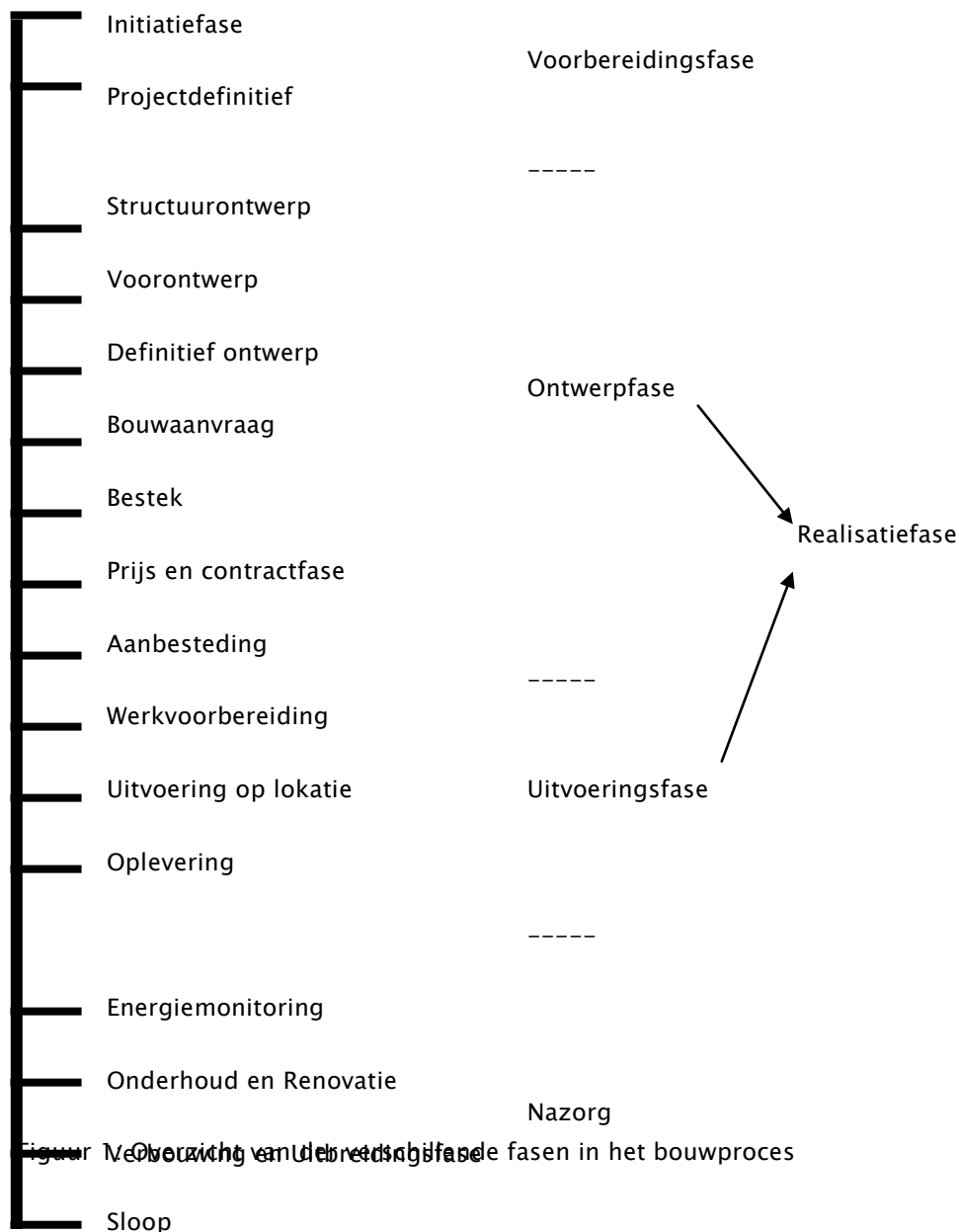
Uitgangspunt document:

Dit document richt zich alleen op **energie zuinig** bouwen en niet op de andere aspecten van het bouwen.

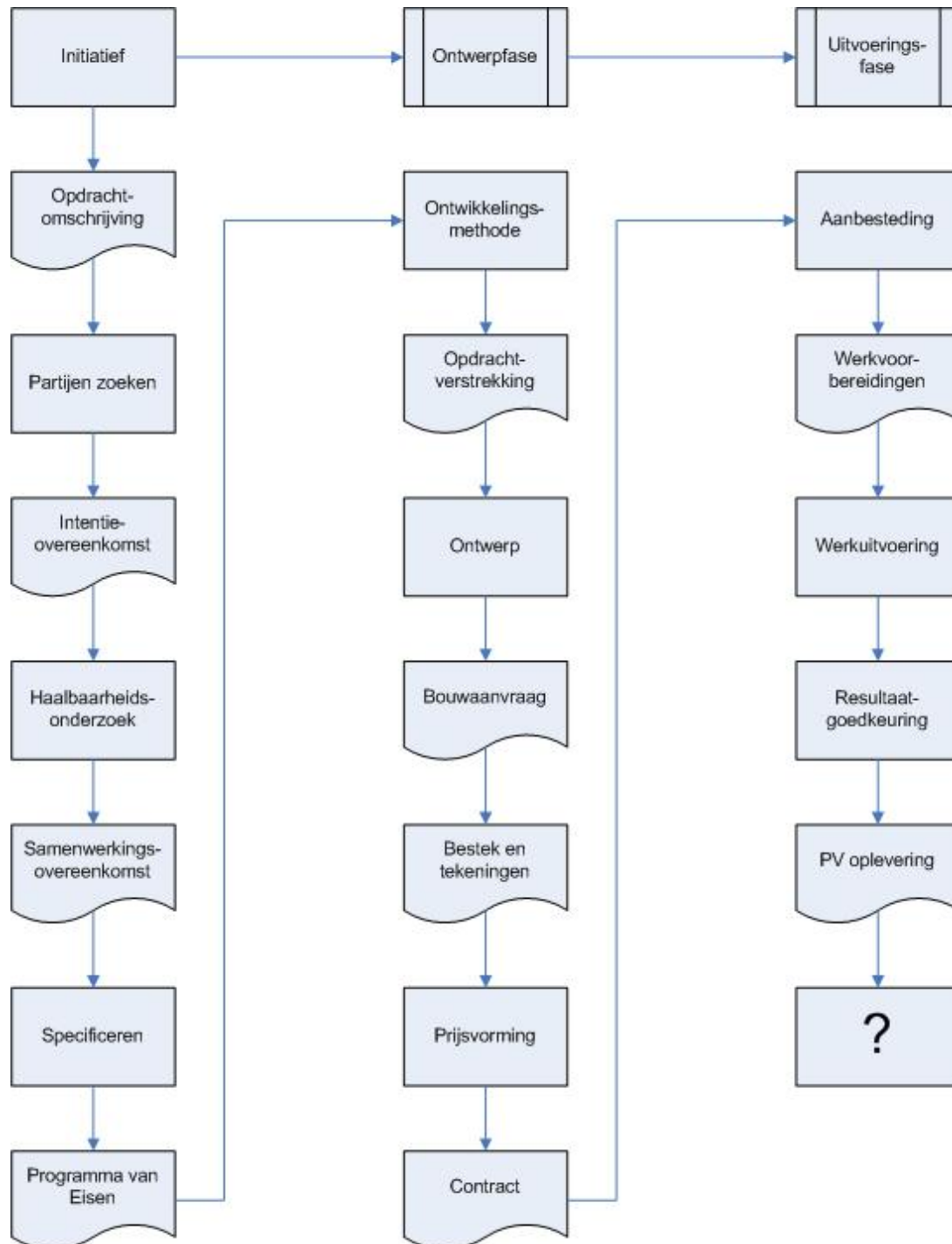
Opzet

Energie zuinig bouwen is niet alleen in de realisatiefase (ontwerp- en uitvoeringsfase) van belang, maar speelt in alle fasen van het bouwproces.

Faseringen van het (bouw)proces. (Fig. 1).



Figuur 1. Overzicht van de verschillende fasen in het bouwproces



Figuur 2: Stroomschema bouwproces waaruit blijkt dat de nazorg niet is gedefinieerd

Uit het voorafgaande kunnen we in de begeleiding 4 belangrijke fasen onderscheiden:

1. definitie fase.
2. voorbereidingsfase.
3. bouwfase.
4. monitoring.

2 Definitie fase

Voor het uiteindelijke resultaat is de definitie fase het fundament van het eindresultaat.

2.1 Aspecten van definitie fase

Vanuit het initiatief tot energiezuinig bouwen of renoveren, worden volgen aspecten vastgelegd:

- Welke uitgangspunten ontwerp
 - o Oppervlakte/Volume verhouding
 - o Funderingstype – kruipruimte – kelder – op vaste grondslag
 - o Buitenschil – afwerking
- Welke eindsituatie wil men bereiken m.b.t.
 - o Energieverbruik
 - o Epc waarde
 - o Phpp waarde (zie bijlage)
 - o Rc waarden onderdelen
 - o Luchtdichtheidswaarden (zie phpp – bijlage)
- Binnen klimaat
 - o Temperatuur (ook phpp : zie bijlage)
 - o Vochtigheid
 - o Geluid
 - o Ventilatie – luchtsnelheden
- Welke installatie hebben voorkeur, welke absolute niet of wel tenzij.
 - o Mechanische ventilatie
 - Natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging
 - Mechanische afvoer en toevoer – Warmte terugwinning van lucht op lucht
 - Mechanische afvoer en toevoer – Warmte terugwinning lucht naar water
 - Plaats inblaas- en afzuigopeningen – stroomrichting
 - Lengte buizen
 - Bypass
 - Elektrische bijverwarming
 - vorstbescherming
 - CO2 aansturing – c.q. ruimte aansturing
 - Isolatie buizen
 - geluidsdempers
 - plaats – geluid
 - filters – waar – soort
 - schoonmaken
 - o Bijverwarming
 - Warmtepomp
 - Vloerverwarming
 - Interne kachel (pellet, open haard)
 - gasketel
 - o Warmteopslag
 - Water
 - Grond

- Bouwmateriaal (beton)
 - o Pv panelen
 - o Zonnecollectoren(+voorraadvat) – type – grootte – plaats
 - Hoe bij-verwarmen
 - o Windmolen
 - o Grondpijp – grootte(d) – lengte – afschermen (ongedierte-insekten) – schoonmaken (voorzieningen)
 - o Type afzuigkap – voorzieningen
 - o Douche wtw
 - o
- Invloed van het weer
 - o Grootte van openingen in de diverse windrichtingen
 - o Spuiopeningen
 - o Plaatsing ruimte t.o.v. diverse windrichtingen
 - o Serres, of andere opvang warmte of koude
 - o Aanplant omgeving
 - o
- Welke materialen
 - o Milieu vriendelijke materialen (biologische)
 - o Duurzame materialen (Bream, Gpr)
 - o Cradle to cradle
 - o Kozijnen en beglazing
 - Passiefhuiskozijn
 - 3 laags beglazing
 - de zonnetoetredingsfactor van de beglazing;
 - Plaats kozijn
 - Zonwering
 - luifels
 - o Warmteaccumulatie, warmtefluctuaties
 - o
- Bouwvolume
 - o Fundatie geïsoleerd
 - o Isolatieschermen in grond
 - o Dikte van schil (zie bijlage)
 - Buitenblad afwerking
 - Isolatie, type
 - Binnenbladafwerking
 - leidingenspouw
 - o Kruipruimte, kelder, grondplaat
 - o Muur- en Dakafwerking
 - o Balkon – isokorf (zie bijlage)
 - o Dak
 - Afwerking
 - Isolatie
 - Binnenafwerking
 - Dakraam – isolerend
 - Dakkapel – prefab

- o vorm
 - o
- tijdspad.....
 - o bouwtijd.....
 - o Bouwwerk in de tijd gezien (stijgende energieprijzen etc.)
 - o
- Functionele
 - o Situering ruimte.
 - o Raam open op slaapkamer
 - o Isolerende schil
 - o
- financiële.....
 - o investeringsbedrag.
 - o Subsidies
 - o
- Veiligheid.
 - o Brandveiligheid
 - o Fysieke veiligheid...
- Wie is verantwoordelijk uitvoering.
 - o Aannemer
 - o Projectbureau
 - o Installateur
 - o

2.2 Inventarisatie

Er dient te worden nagegaan of de wensen van de definitie fase passen binnen de gestelde grenzen

- De functionele mogelijkheden. (bestemmingsplan, andere regelgeving b.v. monumenten)
- De technische mogelijkheden. (bouwbesluit, bouwverordeningen)
- De financiële mogelijkheden. (investeringsbudget, besparingen, economisch haalbaar, economisch wenselijk)
- De ruimtelijke mogelijkheden. (bestemmingsplan, bouwverordeningen)
- De situatie c.q. bestaande toestand , grondsoort, waterstand etc.

2.3 Programma van eisen

Na de definitie en inventarisatie fase wordt het project gedefinieerd. Hierbij wordt het programma van eisen opgesteld. In het programma van eisen worden alle voorafgaande vaststellingen met betrekking tot het project vastgelegd.

3 Ontwerpfase

In de ontwerpfase wordt het PVE vertaald van eerste tekening VO (voorlopig ontwerp) tot uiteindelijk een indienings- of aanbestedings-gerede documenten (tekeningen en beschrijvingen) . Bestek en Bestekstekeningen

3.1 Voorontwerp

Het plan van Eisen wordt gebruikt voor een verder uitgewerkt tot een voorlopig ontwerp (VO). Deze wordt door de architect gebruikt om met de welstandscommissie te bespreken en goedkeuring te verkrijgen wat betreft het architectonische ontwerp.

- Vervaardigen ontwerp
- Goedkeuring vragen welstandscommissie.
- Advies ontwerpkeuzen
- Coördinatie adviseurs constructie en W-/E-installaties
- Opstellen zeer globale bouwkostenraming
- Overleg t.b.v. aanvraag bouwvergunning met gemeente

3.2 Definitief ontwerp

Op basis van de aanvullingen van de opdrachtgever, adviseurs en de opmerkingen van de gemeente werkt de architect de ontwerpen uit tot een definitief ontwerp. Als de opdrachtgever akkoord gaat met het definitief ontwerp en de financiële uitwerking kan de bouwvoorbereiding van start.

- Vervaardigen voorbereidingstekeningen
- Vervaardigen technische specificatie
- Coördinatie adviseurs constructie en W-/E-installaties

3.3 Uitwerking, berekenen, detailleren, aanpassen, herdefiniëren onderdelen definitie fase.

Nu er een ontwerp ligt en principedetails kan men de onderdelen van de definitiefase erin verwerken. Hierin zijn de volgende zaken nader te beschouwen.

3.3.1 Algemene controle op gedefinieerde fase

- Bouwvolume
- Controle isolerende schil
- Materiaal gebruik
- Ruimte groepering t.o.v. windrichtingen
- Grootte openingen
-

3.3.2 Detaillering, vaststelling constructie en isolerende schil.

- Schilconstructie definiëren
- Energetisch belangrijke details uitwerken

- Koudebruggen of warmtebruggen definiëren, c.q. verhelpen

3.3.3 Energieverbruik.

- Rc waarde vaststellen schil, u en spi waarden bepalen
- Epc Epg berekening
- Phpp berekening
- Zonnestand controle – dynamisch : te verwachte zonne-energie – maand energie berekening
- Beschaduwing
- Opbrengsten pv panelen c.q. zonnecollectoren
- Berekeningen van warmteopslag
- Berekeningen van warmteterugwinning
- Controle warmte-/koudebruggen

Dit geeft een eerste vingeroefening en een totaal overzicht, betreffende het energieverbruik van het bouwwerk. Hierbij kan men voordurend door overleg komen tot het gedefinieerde einddoel.

3.3.4 Energiebehoud.

- Details controleren met thermische berekeningen
- Eventueel een totaal, 3D , doorrekening maken of zelfs een dynamische berekening.
- Spuiopeningen controleren op grootte en op plaatsing
- Luchtdichtheid controle / totale omsluiting / doorsnijdingen

3.3.5 Installatie.

- Installatie controleren vanuit definitie fase
 - o Bijgesteld → waarom
- Leidingen verloop controleren –
 - o Lengte
 - o isolatie
 - o geluidsdempers
- Leidingen grootte controleren
 - o Snelheden
 - o Capaciteit
- Openingen/uit- inlaten
 - o Grootte
 - o Plaats
 - o controle stromingen in ruimte
 - o voorkomen doorsnijding luchtdichte omhulsel
 - o filters
 - o

3.3.6 financiën

- eerste begroting
 - o overschrijding : bijstelling → consequenties definitie fase

3.3.7 veiligheid

-

3.3.8 Algemene controle op gedefinieerde fase

- Bouwvolume
- Kwaliteit isolerende schil
- Materiaal gebruik:
 - o Beganegrondvloer:
 - o Gevels:
 - o Dak
- Ruimte groepering t.o.v. windrichtingen:
 - o
- Grootte openingen

3.3.9 Detaillering, vaststelling constructie en isolerende schil.

- Schilconstructie definiëren:
.
- Energetisch belangrijke details uitwerken. De detaillering van de aansluitingen van de diverse delen zijn uitgetekend en gecontroleerd op koudebruggen.

3.3.10 Energieverbruik.

- Rc waarde vaststellen schil, U en Psi waarden bepalen
- De Epc berekening is ten behoeve van de bouw aanvraag.
- Phpp berekening.
- Zonnestand controle – dynamisch : te verwachten zonne-energie – maandenergie berekening
- Beschaduwing: onderzoek naar te verwachten schaduw door gebouwen en begroeiing.
- Opbrengsten pv panelen c.q. zonnecollectoren
- Berekeningen van warmteopslag
- Berekeningen van warmteterugwinning

Dit geeft een eerste vingeroefening en een totaal overzicht, betreffende het energieverbruik van het bouwwerk. Hierbij kan men voordurend door overleg komen tot het gedefinieerde einddoel.

3.3.11 Energiebehoud.

- Details controleren met thermische berekeningen
- Eventueel een totaal, 3D , doorrekening maken of zelfs een dynamische berekening.
- Spuiopeningen controleren op grootte en op plaatsing

3.3.12 Toegepaste installaties.

- Ventilatiesysteem
- Aanvullende verwarmingscapaciteit.
- Warmwaterbereiding
- Warmteterugwinning van warmwater
- Aardpijp.
- Energiewinning uit oneindige bronnen.
-

4 Financiën

4.1.1 financiën

- financiële.....
 - o investeringsbedrag.
 - o Subsidies
-

4.1.2 veiligheid

- o Brandveiligheid
- o Fysieke veiligheid...
-

4.2 Bestekgereed en aanbestedingsgereed.

Vanuit de procedure wordt de bouwaanvraag wordt door de Bouw- en Woningtoezicht beoordeeld aangaande bouwbesluit en andere regelgeving. Wanneer de gemeente geen bezwaar heeft, legt zij de bouwaanvraag ter inzage. Na de procedure krijgt de opdrachtgever een bouwvergunning.

In het bestek wordt vermeld wat er voor de realisatie nodig is. Een bestek is een nauwkeurige beschrijving van het uit te voeren bouwwerk en een opgave van de voorwaarden waaronder dit dient te gebeuren. Als de opdrachtgever zelf niet deskundig genoeg is kan een adviseur worden

ingeschakeld. De bestektekeningen en het geschreven bestek gelden als contractstuk voor de aannemer, op grond waarvan hij een prijs voor het werk kan calculeren.

4.3 Contractfase en Aanbesteding

Nadat het bestek is afgerond vindt er een prijsvorming plaats. Dit om te kunnen evalueren of het project binnen het budget valt.

Wanneer het project nog binnen budget valt, vindt de aanbesteding plaats. De exacte procedure is afhankelijk van de gekozen ontwikkelingsmethode, maar uiteindelijk wordt een aannemer gekozen die het project gaat realiseren.

- Advisering opdrachtgever inzake prijsaanbieding richting aannemers
- Uitnodigen aannemers (bij particulieren is zelden sprake van een echte aanbesteding)
- Voorstel uit te nodigen gegadigden, opstellen selectiecriteria
- Uitnodiging tot prijsaanbieding
- Inlichtingen en/of aanwijzingen richting aannemers
- Voeren van prijsoverleg met de aannemer (vaak door de opdrachtgever gedaan)
- Het opstellen van het contract met de aannemer (door de opdrachtgever)

5 Uitvoeringsfase

5.1 Werkvoorbereiding

In de werkvoorbereidingsfase worden de bouwkundige bestektekeningen door de architect uitgewerkt tot werktekeningen, waarmee het bouwbedrijf de bouwconstructies kan maken. Verder worden de constructieve bestektekeningen uitgewerkt tot detailtekeningen en -berekeningen.

- het maken van werktekeningen voor de aannemer (veelal worden door de aannemer de technische tekeningen gebruikt)
- uitwerken van diverse werkzaamheden door adviesbureaus: constructief, installatie etc.
- het begeleiden en bewaken van de uitvoering namens de opdrachtgever

5.1.1 Uitwerking ontwerp en definitie fase

- Bouwvolume
- isolerende schil
- Materiaal gebruik
- Ruimte groepering t.o.v. windrichtingen
- Grootte openingen
- Installatie
-

5.1.2 Detaillering, vaststelling constructie en isolerende schil.

- Schilconstructie uitwerken
- Energetisch belangrijke en andere details uitwerken
- Koudebruggen of warmtebruggen attenderen c.q. verhelpen

5.2 Uitvoering op locatie

De uitvoering start met het organiseren van een tijdelijk bedrijf op de bouwlocatie om een bouwwerk uit te voeren. De opdrachtgever (of architect) houdt toezicht op de uitvoering van het werk en de tijdsduur die het werk mag beslaan.

5.2.1 Grondwerk

- Kelder : aansluiting isolerende schil
- Fundatie :
 - o Isoleren
 - o Leidingen: doorvoer, nutvoorzieningen (gas, electra en water), standleidingen, hwa
 - o Warmteopslag in grond
 - o Aardpijp aansluiting
 - o Vochtdoorslag, steenachtige materialen, diverse slabben
 - o Kruipruimte : aansluiting, afsluiting , ventilatie

5.2.2 Opgaande werk

- Aansluiting aan fundatie
- Materiaal gebruik : valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan kozijnen: valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan vloeren: valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting bouwelementen: valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan andere constructiedelen
- Doorboring winddichte laag
- Leidingen koker c.q. laag
- Ventilatie openingen
- Leidingen doorvoer.
- Aangebrachte installaties
 - o Isolatie
 - o Geluiddempers
 - o Filter
 - o Capaciteit
 - o regelingen

5.2.3 Begane grondvloer.

- Aansluiting aan fundatie : koudebrug – valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan wanden : koudebrug – valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden
- Doorsnijdingen vloer (leidingen)
- Horizontale leidingen
- Zwevende dekvloeren
- Vloerverwarming
-

5.2.4 verdiepingsvloeren.

- Aansluiting aan opgaande werk : koudebrug – valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden
- Doorsnijdingen vloer (leidingen)
- Horizontale leidingen
- Zwevende dekvloeren
- Vloerverwarming
-

5.2.5 Zolder- c.q. vliering-vloer.

- Aansluiting aan opgaande werk : koudebrug – valse spouw –aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan dak
- Aansluiting aan ruimte scheidende wanden
- Doorsnijdingen vloer (leidingen)

- Horizontale leidingen
- Zwevende dekvloeren
- Vloerverwarming
- Installatieruimte
-

5.2.6 Dak.

- Aansluiting aan opgaande werk : koudebrug – valse spouw – aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan nok
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden
- Doorsnijdingen dak (leidingen)
- leidingen
-
-

5.2.7 Bijzondere zaken.

- Meterkast
 - o Vloerplaat
 - o Doorvoer leidingen, onder en boven
- Verwarmingsverdeelkranen
 - o Plaats
 - o mogelijkheden
- installatie ruimte
 - o geluidsbeperking
 - o bereikbaarheid
 - o doorvoeren
 - o

5.3 Oplevering

Als al het werk uitgevoerd is wordt het gebouw overgedragen aan de opdrachtgever, de oplevering. Bij de oplevering wordt gecontroleerd of het resultaat voldoet aan alle vereiste (kwaliteits)normen en uitvoerscontact (bestek plus tekeningen). Samen met de architect (of bouwmanager c.q. derde partij) inspecteert de opdrachtgever het gebouw. Waar nodig wijst hij op uitvoeringsfouten en gebreken. Deze dient het bouwbedrijf te herstellen. De goedkeuring wordt vastgelegd in een proces-verbaal van oplevering. Na ondertekening wordt het bouwwerk door de aannemer overgedragen aan de opdrachtgever.

6 Definitie fase voorbeeldproject.

Project 2: definitiefase van tweehonderd rijtjeswoningen als tussenwoning of eindwoning met meeropties.

Het betreft hier de bouw van 82 Passiefhuizen voor verkoop of verhuur.

Samenwerking

Voor de realisatie van dit project werken verschillende partijen samen:

- Gemeente: Enschede
- Indiener en opdrachtgever: Woningcorporatie De Woonplaats
- Advies duurzaamheid: Adviesburo Nieman
- Installatieadvies: Valk TAB (v/h Hebutech)
- Architect: Beltman Architecten
- Aannemer: Te Pas bouw
- Houtskelet: De Groot Vroomshoop

6.1.1 Links

www.velvelindhof.nl

www.passiefbouwen.nl

6.0 Overwegingen van de architect.

Architect J. Haverkate van Beldman Architecten heeft een aantal elementen bij de definitie op een rij gezet en vervolgens op wijkniveau naar een oplossing gezocht.



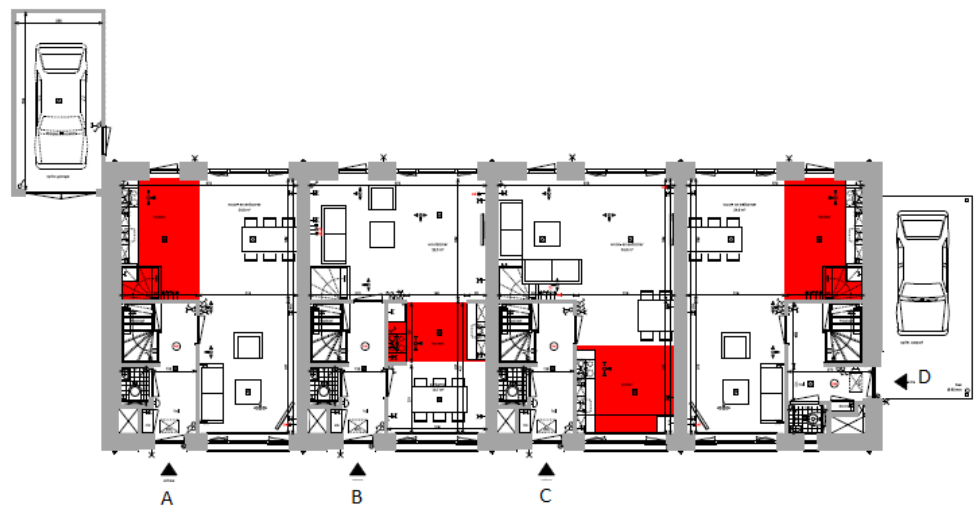
Het invullen van de wijkruimte met de vereiste aantallen betekende een beperking in de mogelijkheid om alle woningen ideaal op de zon te oriënteren.



De plattegrond toont dat van de 200 geplande huizen er 82 passief kunnen worden vanwege de gunstige oriëntatie.

In de definitiefase is ook de indeling van de leefruimten onderzocht. Aspecten zijn verblijven aan de straatzijde of aan de tuinzijde, in relatie tot de zonnestand.

Onderstaande schets geeft de functie-indeling met een vlekkenplan weer.



A: laanwoning hoektype,vooringang, keuken achter.

B: laanwoning keuze keuken in midden.

C: laanwoning keuze keuken voor.

D: laanwoning hoektype, keuze ingang opzij.

- uitgangspunten ontwerp
 - o Oppervlakte/Volume verhouding redelijk optimaal door compacte vorm: standaard zadeldak, rijtjeswoningen, 2, 3 en 4 per blok.



- o Funderingstype: stroken met kzs op hoogte gebracht, zwaar geïsoleerd in de spouw.

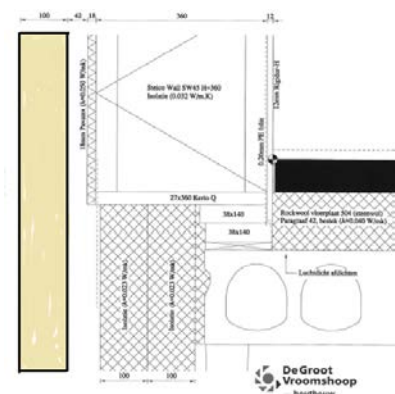


Foto: fundering in kzs

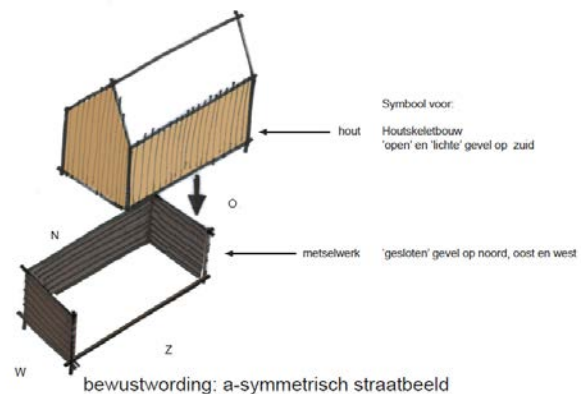


foto: isolatie in spouw

Detailtekening:
aansluiting vloer en gevels



- o Buitenschil – afwerking
Er is gekozen voor deels baksteen waar robuustheid gewenst was, en deels kunststof beplating. Nevenstaand de schets van de architect.



- Gestreefde eindsituatie die wil men bereiken m.b.t.
 - o Epc waarde: $\leq 0,42$
 - o Phpp waarde $\leq 15 \text{ kWh/m}^2 \text{a}$ (PHPP-eis)
 - o Rc waarden: alle gevels $10 \text{ m}^2 \text{K/W}$,
($U \leq 0,1 \text{ W/m}^2 \text{K}$)
 - o Luchtdichtheidswaarden $\leq 0,15 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ (PHPP-eis)
- Binnen klimaat
 - o Temperatuur: 20°C
 - o Vochtigheid: geen aparte voorzieningen, woningcasco neemt geen vocht op door folies aan de binnenzijde. Alleen de gipskarton aftimmering van wanden en plafond heeft enige vochtregulerende capaciteit.
 - o Geluid:
 - Isolatie voor buiten: Materialen en wanddikte leveren voldoende geluidsisolatie op.
 - Veroorzaakt door installaties: aandacht voor geluiddempers en omkasting van ventilatiesysteem.
 - o Ventilatie – luchtsnelheden: Volgens bouwbesluit aan te leggen.
- Welke installatie hebben voorkeur, welke absolute niet of wel tenzij.
 - o Mechanische ventilatie
 - Natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging
 - Mechanische afvoer en toevoer – Warmte terugwinning van lucht op lucht
 - Mechanische afvoer en toevoer – Warmte terugwinning lucht naar water
 - Plaats inblaas- en afzuigopeningen – stroomrichting
 - Lengte buizen en juiste diameter

- Bypass
- Elektrische bijverwarming
- vorstbescherming
- CO2 aansturing – c.q. ruimte aansturing
- Isolatie buizen
- geluidsdempers
- plaats – geluid
- filters – waar – soort
- schoonmaken
- o Bijverwarming
 - Er is gekozen voor een volledige verwarmingsinstallatie met HR-combiketel met vloerverwarming op de bgg en radiatoren op de verdiepingen.
- o Warmteopslag
 - Er is alleen ten behoeve van de EPC een zonnecollectorinstallatie met 120 liter voorraadvat
 - De gebouwmassa is dermate laag dat weinig invloed van buffereffect te verrekenen is.
- o Er is geen grondpijp toegepast, leiding door de woning naar zolder te onpraktisch.
- o Er is geen aansluiting voor een afzuigkap, wel twee afzuigpunten van de ruimtelucht in de kookruimte.
- o De woningen hebben allen een douche-wtw
- Invloed van het weer
 - o De grootte van ramen in de diverse windrichtingen zijn in de PHPP meegenomen en voldoen aan de vereiste warmtewinst door passieve zonnne-energie.
 - o Elke verblijfsruimte is voorzien van spui-openingen in de viorm van draai-kiepluiken.
 - o Er zijn geen serres.
 - o De aanplant in de omgeving is niet aanwezig of mee gerekend, deze moet nog opnieuw tot ontwikkeling komen.



- Welke materialen:

o Al



- o
- o Alle prefab bouwelementen zijn van hout of houtvezelplaat gemaakt. Als isolatiemateriaal is steenwol toegepast. (Foto boven)
- o Fundering van beton en kalkzandsteen,
- o Opbouw begane grondvloer: EPS-isolatie, beton (kanaalplaat), bitumen dichtingslaag, drukvaste steenwol en gewapende afwerk vloer met vloerverwarming.
- o Cradle to cradle: Alle bouwmaterialen zijn te scheiden om als grondstof te dienen voor nieuwe producten.
- o Hergebruik: de woning is theoretisch demontabel, de elementen kunnen weer van elkaar gescheiden worden en zijn geschikt om opnieuw samengesteld te worden tot een huis. Daarvoor moet wel een groot deel van de afwerking en de installaties verwijderd worden. De gipsplatafwerking gaat verloren maar is wel een hernieuwbare grondstof.
- o Kozijnen en beglazing
 - Passiefhuiskozijn
 - 3 laags beglazing
 - de zonnetoetredingsfactor van de beglazing;
 - De plaatsing van het kozijn in de dikte van de gevel is optimaal; in het midden van de HSB-constructie.
 - Zonwering is standaard aanwezig op de zonbelaste gevels.
 - luifels
- o Warmteaccumulatie, warmtefluctuaties



- Bouwvolume
 - o Fundatie: opgaand binnenblad is geïsoleerd tot op de strook.
 - o Dikte van schil (zie foto)
 - Buitenblad afwerking: trespa houtmotief en metselwerk.
 - Isolatie: steenwol
 - Binnenbladafwerking: gipsvezelplaat (fermacel) op kopgevels (geen leidingen) en gipsplaat gepleisterd.
 - Leidingenspouw aanwezig alleen in langsgevels.
 - o Kruipruimte, kelder, grondplaat
 - o Dakafwerking: vlakke keramische dakpan.
 - o Dak
 - Afwerking
 - Isolatie
 - Binnenafwerking
 - Dakraam – isolerend
 - Dakkapel – prefab
- tijdspad
 - o bouwtijd:
 - fundering: ca een week
 - montage gevelelementen: twee dagen
 - afbouw, afwerking: ca 8 weken
- Impressie van het ontwerp van de huizen en de wijk:
 - http://www.youtube.com/watch?v=D_KvryjrYWU
 - <http://energiesprong.nl/blog/enschede-passiehuizen-in-velve-lindenhof/>



6.3 Uitvoering op locatie

De uitvoering start met het organiseren van een tijdelijk bedrijf op de bouwlocatie om een bouwwerk uit te voeren. Overzicht van de betrokken partijen en hun verantwoordelijkheden:

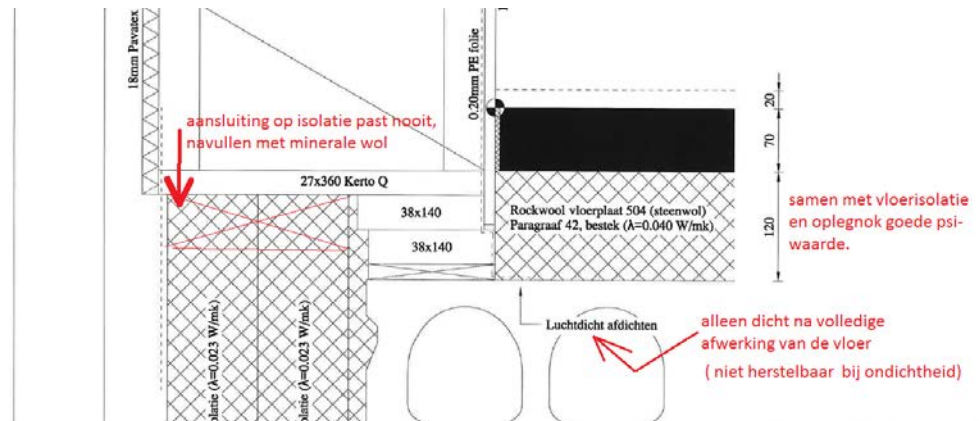
- o De opdrachtgever (woningbouwvereniging 'De Woonplaats') houdt toezicht op de uitvoering van het werk en de tijdsduur die het werk mag beslaan. Hiervoor is een projectbureau voor georganiseerd die een kantoor heeft op de bouwplaats.
- o De hoofdaannemer: Te Pas Bouw
- o Houtskelet prefab: De Groot Vroomshoop
- o Onderaannemers voor installaties, montage prefabdelen, stukadoors, dakdekkers etc.

6.3.1 Grondwerk

- Fundatie :
 - o Isoleren tussenbladen, geen thermische onderbreking van oplegging van de vloer. Op de vloer komt nog een zwevende dekvloer die ook geïsoleerd is.
 - o Leidingen: doorvoer van de nutvoorzieningen (gas, elektra en water), standleidingen, hwa
 - o Warmteopslag in grond niet toegepast.
 - o Aardpijp niet toegepast.
 - o Vochtdoorslag is voorkomen door folies tussen de opleggingen.
 - o Kruipruimte is niet geventileerd en afgesloten door extra bitumenlaag.



- Kruipruimte, vloertype en luchtdichtheid.
 - o Gekozen kanaalplaat heeft veel lucht lekkage door de naden en de rand.



Ruwe kanaalplaatvloer is luchtdicht gemaakt door bitumenlaag.



Linker foto: plaatsing van element op fundering. Na blowerdoortest van ruw afgemonteerde woning bleek de vloer niet luchtdicht. Linker foto: bitumen toegepast om blowerdoortest te doorstaan.

6.3.2 Opgaande werk

- Aansluiting aan fundatie door HSB-element te plaatsen op houten rand op de vloer. Zie voorgaande tekening en foto.
- Materiaal gebruik :Prefab elementen zijn voorzien van folies die vocht en luchtdichting garanderen. Na plaatsing worden de uitstekende folies aan elkaar geplakt met dichtingstape

- nevenstaande foto toont afgeplakte folie van gekoppelde elementen



- Aansluiting aan kozijnen: de kozijnen zijn voor gemonteerd inclusief glas. Bij het afmonteren met buitenblad wordt de buitenisolatie aangebracht waardoor het kozijn goed ingesloten in de muurconstructie zit.



- Aansluiting aan vloeren: de vloeren liggen binnen de thermische schil en de luchtdichte laag.



- Aansluiting bouwelementen: er is theoretisch kans op een valse spouw omdat de houten zijvlakken zonder vulling tegen elkaar geplaatst worden.



- Doorboringen luchtdichte laag door diverse installatieleidingen. Hier is de folie rondom dichtgeplakt en vervolgens is een dichtingsmanchet op alle doorvoeren toegepast. Beide maatregelen zijn nodig.



Het gaat hier om de in en uitvoer van de ventilatielucht, de ketelrookgasafvoer en de ontspanningsleiding van de riolering.

- Aangebrachte installaties
 - o geluidsisolatie
 - o Geluiddempers
 - o Filters
 - o Capaciteit
 - o Regelingen
 - o

6.3.3 Begane grondvloer.

- Aansluiting aan fundatie : koudebrug – valse spouw – aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan wanden : koudebrug – valse spouw – aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden
- Doorsnijdingen vloer (leidingen)
- Horizontale leidingen
- Zwevende dekvloeren
- Vloerverwarming
-



6.3.4 verdiepingsvloeren.

- Aansluiting aan opgaande werk : koudebrug – valse spouw – aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden
- Doorsnijdingen vloer (leidingen)
- Horizontale leidingen
- Zwevende dekvloeren
- Vloerverwarming
-



6.3.5 Zolder- c.q. vliering-vloer.

- Aansluiting aan opgaande werk : koudebrug – valse spouw – aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan dak
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden

- Doorsnijdingen vloer (leidingen)
- Horizontale leidingen
- Zwevende dekvloeren
- Vloerverwarming
- Installatieruimte
-



6.3.6 Dak.

- Aansluiting aan opgaande werk : koudebrug – valse spouw – aansluiting isolatie – winddicht
- Aansluiting aan nok
- Aansluiting aan ruimtescheidende wanden
- Doorsnijdingen dak (leidingen)
- leidingen
-
-



6.3.7 Bijzondere zaken.

- Meterkast
 - o Vloerplaat
 - o Doorvoer leidingen, onder en boven
- Verwarmingsverdeelkranen
 - o Plaats
 - o mogelijkheden
- installatie ruimte
 - o geluidsbeperking
 - o bereikbaarheid
 - o doorvoeren



- Luchtdichtheidsmeting: Blowerdoor

Bij controle van de luchtdichtheid is het belangrijk om in de juiste fase van het bouwproces deze meting uit te voeren. Als er een luchtlek gevonden wordt moet deze zonder sloopwerk hersteld kunnen worden.

-



6.4 Oplevering

Als al het werk

uitgevoerd

is wordt het gebouw overgedragen aan de opdrachtgever, de oplevering. Bij de oplevering wordt gecontroleerd of het resultaat voldoet aan alle vereiste (kwaliteits)normen en uitvoerscontract (bestek plus tekeningen). Samen met de architect (of bouwmanager c.q. derde partij) inspecteert de opdrachtgever het gebouw. Waar nodig wijst hij op uitvoeringsfouten en gebreken. Deze dient het bouwbedrijf te herstellen. De goedkeuring wordt vastgelegd in een proces-verbaal van oplevering. Na ondertekening wordt het bouwwerk door de aannemer overgedragen aan de opdrachtgever.

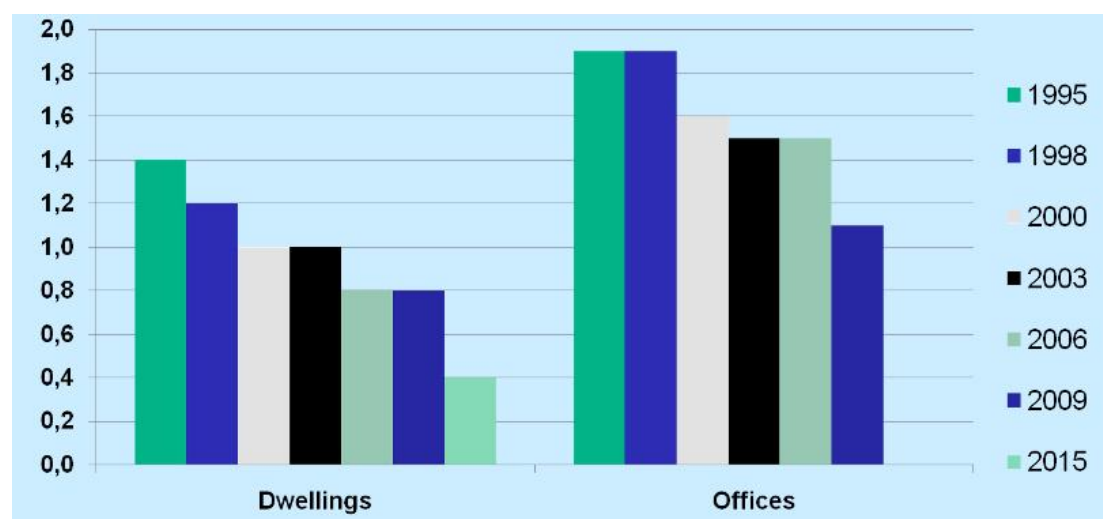


7 Monitoring

7.1 Rekenmethodieken

Het thema energie monitoring wordt voor bedrijven, particulieren en (semi) overheid steeds interessanter. Dit vloeit voort uit het gegeven dat er een toenemende behoefte is in inzicht in het **werkelijke** energiegebruik en of de in de definitiefase gedefinieerde energiebehoefte wordt gehaald. Deze behoefte wordt nog eens extra gevoed doordat de gebruikte Nederlandse rekenmethodiek (voor het energiegebruik is dat de EPC en EPA) niet nauwkeurig blijkt te zijn.

De Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) is sinds 1995 opgenomen in het bouwbesluit. De EPC is een index die de energiezuinigheid van nieuwbouwwoningen weergeeft. Hoe lager de index des te lager het energiegebruik. Sinds het ontstaan wordt de limiet regelmatig naar beneden bijgesteld. (Figuur 1). Met ingang van 1 januari 2011 bedraagt de maximale EPC van nieuwbouwwoningen 0,6. Naar verwachting wordt dit in 2015 teruggebracht tot 0,4; het Nederlandse equivalent voor passiefhuis, en in 2020 naar 0.

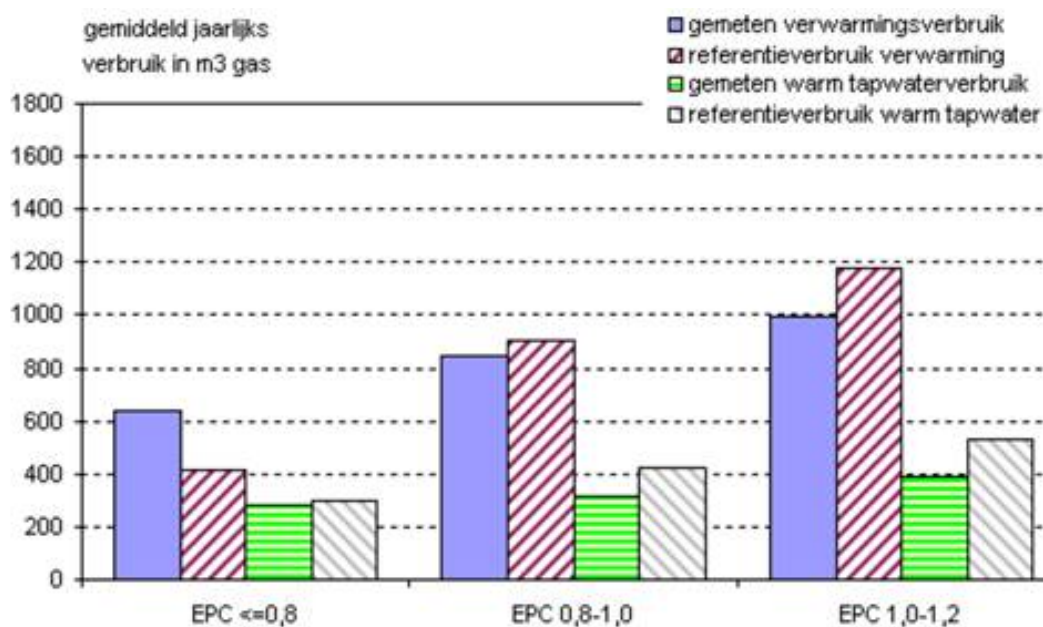


Figuur 1: overzicht van de maximaal toelaatbare EPC van nieuwbouwwoningen en kantoren [1]

Er kleven meerdere nadelen aan de EPC rekenmethodiek. Ten eerste berekent de EPC alleen het gebouwgebonden energiegebruik. Het huishoudelijk verbruik of het verbruik dat afhankelijk is van het bewonersgedrag wordt erbuiten gelaten. Voor de eindgebruiker levert dit een verwarrend beeld op.

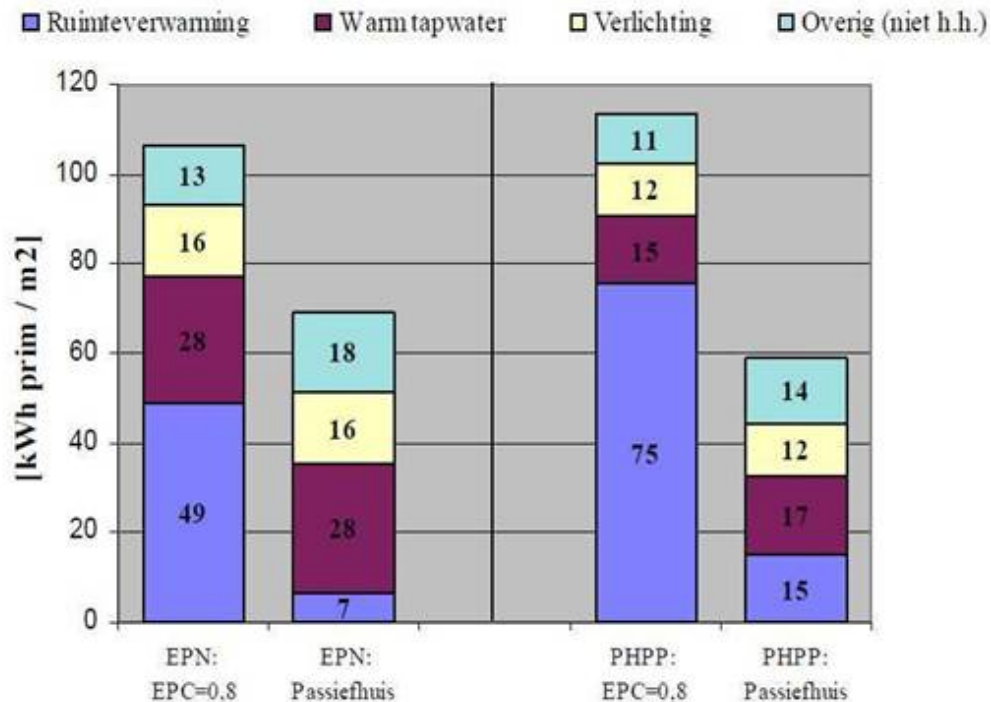
Verder wil een lage EPC waarde nog niet zeggen dat de werkelijk opgeleverde woning zo energiezuinig is. Enerzijds dus omdat het bewonersgedrag niet wordt meegerekend, maar anderzijds ook omdat de prestaties van de installaties en de schil in de praktijk kunnen tegenvallen.

Tot slot blijkt ook de berekeningsmethodiek zelf erg onnauwkeurig te zijn. Figuur 2 laat zien dat naarmate een woning een lagere EPC heeft, het relatieve verschil tussen het door de EPC berekende referentieverbruik en het werkelijke optredende energiegebruik alleen maar toeneemt. Ook onderzoek van SenterNovem en VROM levert een dergelijk beeld op [2].



Figuur 2: des te lager de EPC van een woning des te groter het relatieve verschil tussen het berekende en het werkelijke energiegebruik [3]

Er wordt hier niet verder ingegaan op de verklaringen voor de slechte resultaten uit de EPC berekening. Nauwkeuriger lijkt de Duitse PHPP rekenmethodiek. Deze berekeningsmethodiek blijkt op basis van een grootschalig international validatieonderzoek een nauwkeurige voorspelling te geven voor Passiefhuizen. Hoewel enkele onderdelen van de EPC zijn gevalideerd, is de EPC is als rekenmethodiek dat niet. Ook hier zien we een verschil in energieprestatie voor dezelfde woningen, zie Figuur 3. Nader onderzoek heeft uitgewezen dat de verschillen tussen de EPC en de PHPP berekeningsmethodiek zijn toe te wijzen aan verschillen in de berekening van de interne warmtelast, de optredende kamertemperaturen en de verschillen in luchtdichtheid.



Figuur 3: de verschillen tussen de EPC en PHPP berekeningsmethodiek zijn significant [4]

Door de optredende verschillen tussen de rekenmethodieken en tussen de berekende en werkelijke energiegebruiken is de behoefte aan energiemonitoring alleen maar toegenomen.

7.2 Wat is Energiemonitoring?

Energiemonitoring is in dit kader gedefinieerd als het traject vanaf het opzetten van een meetprogramma tot en met de conclusie van het meetonderzoek, met als doel om te inventariseren of het geprognosticeerde energiegebruik gerealiseerd wordt.

Er kunnen uiteenlopende redenen zijn om energie te monitoren in de woningbouw:

1. De EPC berekeningsmethodiek is bewezen onnauwkeurig bij energiezuinige woningen, daardoor is er behoefte aan werkelijke energiegegevens. Dit is al verklaard in §1.1.
2. Geprognosticeerde energiebesparingen van (genomen) maatregelen kunnen met monitoring gevalideerd worden. Een vergelijking van een oude situatie met een nieuwe situatie kan hiermee gemaakt worden. Zoals de renovatie van een bestaand woongebouw.
3. Wanneer de resultaten van de energiemonitoring met de bewoners gedeeld worden, dan blijkt uit onderzoek dat de bewoners bewuster omgaan met energie. Onderzoek toont aan dat het inzichtelijk maken van het momentane energiegebruik leidt tot een hogere energiebewustwording. Deze bewustwording kan leiden tot een energiebesparing op het bewonersgedrag.
4. Dagelijks monitoren levert inzicht op in het gebruikspatroon en storingen kunnen sneller achterhaald worden, doordat oorzaak en gevolg sneller duidelijk worden. Door in real-time energie te monitoren kan actie ondernomen worden wanneer het energiegebruik een bepaalde grenswaarde overschrijdt. Een eventuele storing wordt dus eerder gemeld en daardoor kunnen de gevolgen van de storing geminimaliseerd worden.

5. Het monitoren van meerdere van hetzelfde type woningen geeft inzicht in het bewonersgedrag. Hier wordt monitoring toegepast om een database met gebruiksgegevens te vullen. Met behulp van statistiek wordt het statistisch gemiddelde en de afwijking bepaald.
6. Wanneer de energiemonitoring bekostigd en uitgevoerd wordt door een woningbouwcorporatie kan ook de klanttevredenheid stijgen, doordat bewoners het gevoel hebben dat de woningcorporatie er veel aan gelegen is om de energieprestatie te verbeteren en om storingen van installaties sneller te verhelpen (de reactiesnelheid op onvoorziene gebeurtenissen neemt toe).
7. De woningcorporatie heeft een instrument om op basis van werkelijke energiegebruiken verbeteringen te vragen of te eisen.

Energiemonitoring wordt al langer in de industrie en de utiliteit toegepast. De woningbouw blijft wat achter en dat heeft alles te maken met de privacy op (persoons-)gegevens. Hoewel woningbouwcorporaties momenteel naar andere constructies kijken is het nog vaak zo dat een bewoner eerst toestemming moet geven om zijn woning te monitoren. Daarbij moet het duidelijk zijn wie inzicht krijgt in de resultaten van de monitoring.

Ook de slimme meter is het onderwerp van de privacydiscussie. De slimme meter is de digitale vervanger van de analoge in de meterkast ingebouwde gas- en elektriciteitsmeter. De slimme meter is in staat om verbruiksgegevens elk kwartier op te slaan en kan op afstand worden uitgelezen. Het is nog onduidelijk of de wetgeving op privacy gaat veranderen ten gunste van een besparing in energie. Wel is duidelijk geworden dat de Tweede Kamer heeft ingestemd met de invoering van de slimme meters [5].

8 Meetsysteem

8.1 Parameters

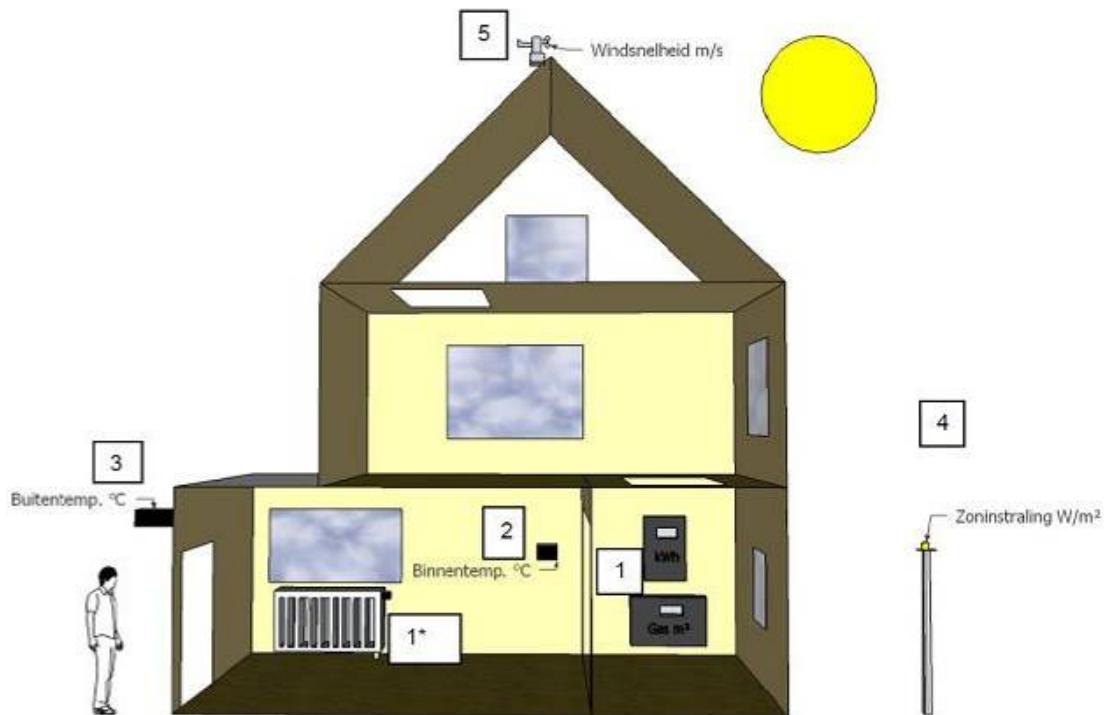
Voordat begonnen kan worden met meten moet bekend zijn wat de meetparameters zijn. Welke parameters gekozen worden hangt samen met wat men met de meetresultaten wil doen. Vaak worden de volgende hoofdparameters gemonitord:

1. Meterstand gas (in m^3 gas) & meterstand elektriciteit (in kWh elektriciteit). In elke woning worden hiervoor 2 sensoren geplaatst. Eén sensor meet de pulsen van de draaischijf van de elektriciteitsmeter, terwijl de andere sensor de gasstand uitleest.
2. Kamertemperatuur (in $^{\circ}\text{C}$). Hiervoor wordt een temperatuursensor geplaatst in de woonkamer. Er kan gekozen worden om slechts eenmalig de kamertemperatuur te registreren of op continue basis, afhankelijk van wat met de gegevens gedaan wordt. Een één graad hogere kamertemperatuur levert een stijging van de energieconsumptie voor warmte op van ca. 7%. Normaliter willen ouderen een hogere kamertemperatuur en jongere mensen een wat lagere kamertemperatuur.
3. Buitentemperatuur (in $^{\circ}\text{C}$). Per project (van een aantal in de buurt liggende woningen) wordt de buitentemperatuur d.m.v. één sensor gemonitord. Vaak worden de gasverbruiken indirect gekoppeld aan de buitentemperatuur, door gebruik te maken van de graaddagenmethodiek (zie toelichting). Indien het monitoringsproject plaatsvindt bij een officieel KNMI weerstation kan ook gebruik worden gemaakt van de urengegevens van dit weerstation. Er dient dan wel rekening te worden gehouden met het feit dat deze urengegevens pas een dag later beschikbaar zijn en dat het microklimaat fors kan afwijken met het weerstation [6].
4. Zoninstraling (in W/m^2). Soms wordt de zoninstraling ook apart gemonitord. Per project is slechts één sensor nodig. Merk op dat de nauwkeurigheid van verschillende zoninstralingssensoren enorm kan variëren. Ook bij zoninstraling kan gekozen worden om de urengegevens van het KNMI te gebruiken. Wel variëren de gegevens enorm op kleine afstanden door lokale bewolking.
5. Windsnelheid buiten (in m/s). De windsnelheid kan apart gemonitord worden met een anemometer. Ook deze gegevens zijn vanaf de KNMI website te halen.

Met bovenstaande parameters kunnen energiegebruiken gemeten worden die genormaliseerd of gekoppeld kunnen worden aan de binnen- of buitentemperatuur. Zodoende is door middel van een kortstondige monitoring en extrapolatie een jaarverbruik in te schatten. Om de meetwaarden te kunnen koppelen aan het thema woongenot worden soms de volgende parameters ook gemonitord:

- (Relatieve) luchtvochtigheid (per woning in %)
- CO_2 concentratie (per woning in ppm)

De (relatieve) luchtvochtigheid is een maat voor het comfort in de woning terwijl de CO_2 concentratie een maat is voor de luchtkwaliteit in de woning. In Figuur 4 wordt een overzicht gegeven van de meetparameters.



Figuur 4: overzicht te monitoren parameters

Toelichting graaddagenmethodiek

Het gasverbruik voor ruimte verwarming is (voor een groot deel) weersafhankelijk. Daarom moet het aardgasverbruik gecorrigeerd worden om inzicht in het verbruik te krijgen. Volgens de graaddagenmethodiek kunnen klimaatinvloeden deels op de verwarming van de gebouwen worden geëlimineerd, zodat de absolute stijging of daling van het gasverbruik zichtbaar wordt.

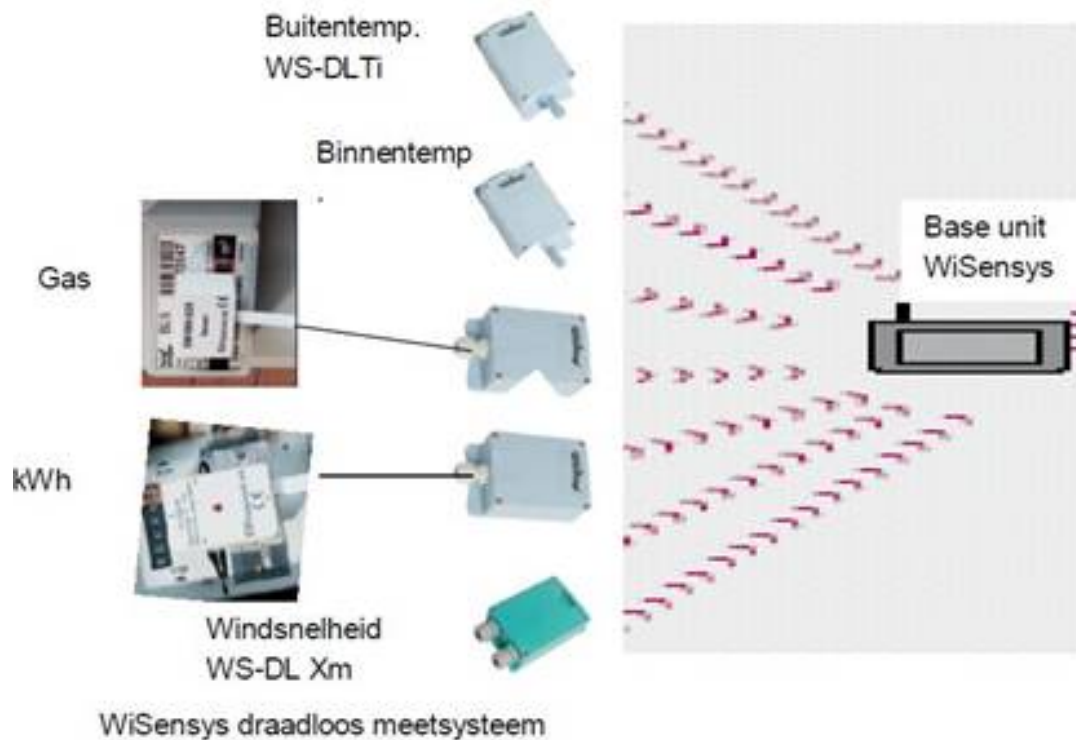
Een graaddag is het verschil tussen de stookgrens en de gemiddelde etmaalbuitentemperatuur. De stookgrens is gesteld op 18°C zodat boven een gemiddelde etmaaltemperatuur van 18 °C het aantal graaddagen gelijk is aan 0. Na 1982 zijn de zogenaamde gewogen graaddagen ingevoerd. Deze gewogen graaddagen geven gewone graaddagen per seizoen een correctie voor zon, neerslag en wind. In de maanden november t/m februari bedraagt de weegfactor 1,1; de maanden april t/m september hebben een weegfactor van 0,8; de overige maanden (maart en oktober) worden niet gewogen (weegfactor = 1).

8.2 Apparatuur en Installatie

De standaardssystemen voor energiemonitoring die op de markt zijn te vinden zijn onder te verdelen in stand alone en internet meetsystemen. Bij beide systemen worden de sensoren gekoppeld aan een data-acquisitie station, ook wel basis station genoemd. Het basis station verzamelt alle gegevens van de sensoren. De sensoren kunnen al dan niet draadloos verbonden zijn met het basis station.

Bij de stand alone systemen wordt de data in een fysiek geheugen in het basis station geplaatst. Na een bepaalde periode wordt deze data met behulp van een geheugenstick overgeplaatst naar een desktop computer. Het voordeel van dit systeem is dat de totale investeringskosten relatief laag blijven.

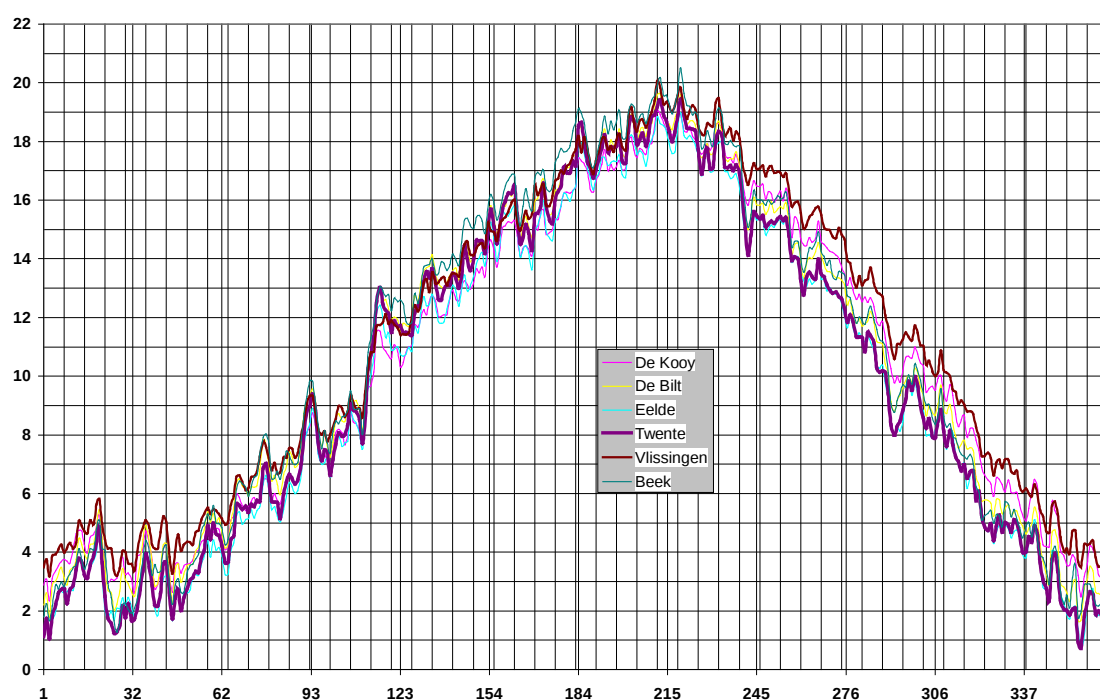
Bij internet meetsystemen vindt de overdracht van de gegevens van basis station naar desktop computer via internet plaats. Het grote voordeel van dit systeem is dat de gegevens (nagenoeg) in real-time uitgelezen kunnen worden. De gegevens kunnen direct op een webserver geplaatst worden. Door deze webserver goed te beveiligen met wachtwoorden wordt de privacy gegarandeerd. Doordat een internetverbinding soms uit kan vallen bevat ook het basis station hiervan een klein geheugen waarin de data tijdelijk geschreven wordt. Wanneer de verbinding weer werkt, worden automatisch de gegevens uit het geheugen gehaald en naar de webserver gestuurd.



Figuur 5: overzicht werking draadloos meetsysteem

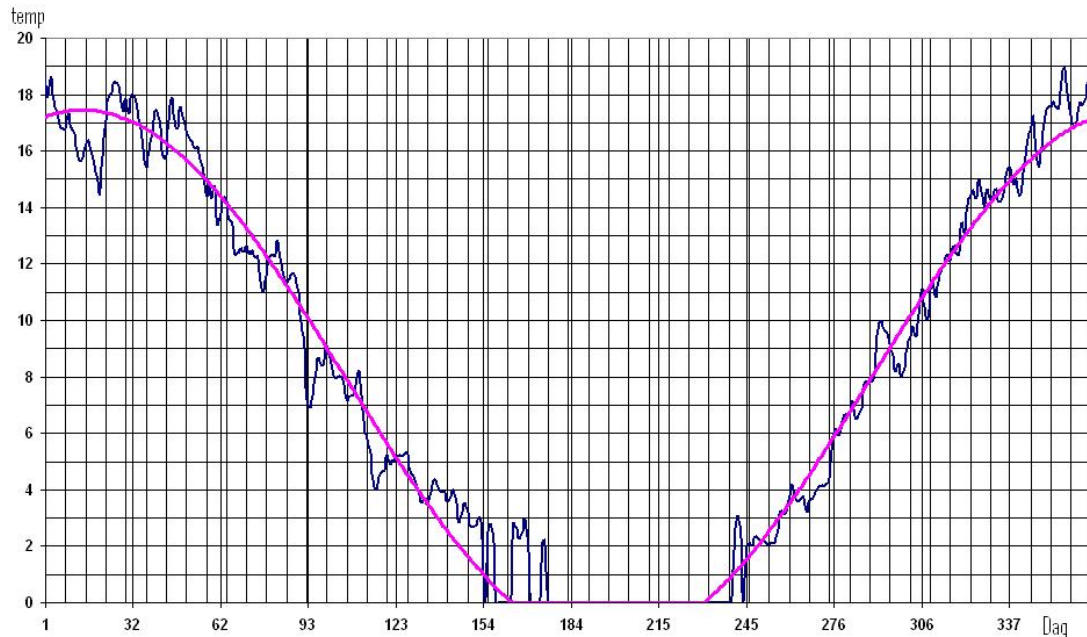
9 Saxion Monitoringsprogramma gerenoveerde Bouw

Saxion heeft een rekentool ontwikkeld waarmee op basis van een kortstondige monitoring een jaarlijks gasverbruik berekend kan worden. Hiermee komt het (deels) tegemoet aan bewoners die vanwege privacy niet willen dat hun woning een jaar of twee jaar lang gemonitord worden. Het monitoringsprogramma bevat een klimaatdatabase met alle gemiddelde etmaaltemperaturen sinds 1-01-1991 van zes KNMI weerstations. Hiervan kunnen gemiddelden per dag van het jaar berekend worden, zodat Figuur 6 ontstaat.



Figuur 6: gemiddelde etmaaltemperaturen sinds 1991 van 6 KNMI weerstations

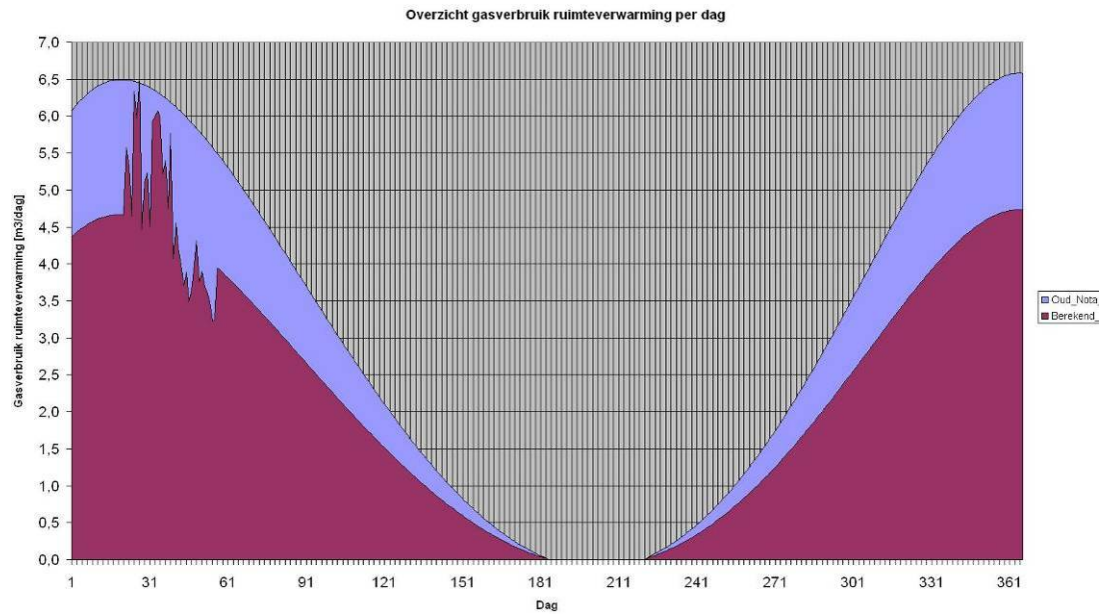
Wanneer bijvoorbeeld voor weerstation Twente een graaddagengrafiek wordt gemaakt, ontstaat Figuur 7. Over deze grafiek kan een trendlijn en bijbehorende cosinusformule bepaald worden. Deze cosinusfunctie is de basis voor de extrapolatie.



Figuur 7: graaddagengrafiek voor het weerstation Twente

Nadat de gebruiker de dagelijkse gasverbruiken en gemiddelde etmaaltemperaturen van de monitoringsperiode in het programma heeft ingevoerd, berekent het programma een gemiddeld gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag. Van het totale gasverbruik is het deel voor koken op gas en warm tapwater daar al vanaf getrokken. Daarvoor is een database met gegevens voor ruimteverwarming per bouwjaarsklasse en type woning beschikbaar. Het gasverbruik per graaddag is onafhankelijk van de dag van het jaar en wordt met de cosinusfunctie geëxtrapoleerd.

Na de berekening worden de resultaten getoond, zowel numeriek als grafisch. Figuur 8 laat de grafische weergave van de resultaten zien. De grafiek laat zien dat met de meetresultaten van de monitoring een lager jaarlijks gasverbruik wordt berekend ten opzichte van het gemiddelde wat op de jaarnota's stond.



Figuur 8: de resultaten van het monitoringsprogramma grafisch uitgezet, rood zijn de metingen en extrapolatie, blauw is het gemiddelde oude gasverbruik volgens de notagegevens

10 Visuele Monitoring

10.1 Inleiding

Monitoring in dit kader wordt gezien als een controlefunctie tijdens de renovatie. Daardoor kan advies gegeven worden als waarden niet aan de gewenste eisen (verwachtingen) voldoen. Hierbij gaat het vooral om de minimalisering van renovatiefouten en om storingen te voorkomen. Een breed scala aan problemen met de prestatiekenmerken die direct samenhangen met de dichtheid van het gebouw, de kwaliteit van de isolatie, de binnenluchtkwaliteit en de effectiviteit van het ventilatiesysteem kan met de juiste diagnose instrumenten snel en nauwkeurig worden opgespoord. Tot deze instrumenten behoren infrarood thermometers en warmtebeeldcamera's, luchtkwaliteits- en airflowmeters als ook instrumenten voor het lokaliseren van storingen in apparatuur. Er worden diagnosewerkzaamheden op locatie doorgevoerd. Hierbij worden warmtelekken (koudebruggen) zichtbaar gemaakt. Met behulp van een warmtebeeld camera en een zogenaamde "blower door test" (dichtheid gebouwschil) worden de gebouweigenschappen gemeten en beoordeeld.

10.2 Blower Door Test

Een blower door test (zie Figuur 9) wordt uitgevoerd om te bepalen hoe luchtdicht de woning is. De test geeft eigenlijk een soort „resultaat" voor alle inspanningen die er gebeurd zijn om te voorkomen dat warme binnenlucht ongecontroleerd door kier, spleet of gat in de damprem naar buiten kan lekken. Tegelijk worden bij de test ook de resterende lekken opgespoord. Normaal gezien wordt deze test uitgevoerd nadat de ruwbouw dicht is. Op dat moment is de woning voorzien van ramen en deuren, van damprem, en is de woning gepleisterd.



Figuur 9: blower door test

10.3 Infrarood Techniek

Door een kwaliteitsinspectie van de isolatie binnen in het gebouw en een controle op enkele andere gebieden waar warmteverlies kan optreden, zoals scheuren of breuken in de afdichtingen

van het gebouw en temperatuurmetingen aan de binnen- en buitenzijde van constructies – langs plafonds, vloeren, muren, vensters, deuren, ventilatiepunten en leidingen, worden onmiddellijke probleemgebieden zichtbaar gemaakt.

In het kader van monitoring wordt een warmtebeeld camera met infrarood thermometer gebruikt (zie Figuur 10) om muren, vloeren en plafonds af te tasten en snel te bepalen of de temperatuur verschillen in de ruimtes optreden.



Figuur 10: Fluke Ti20 warmtebeeld camera met infrarood thermometer

Deze camera is vooral geschikt voor detailopnames van bijvoorbeeld motoren en elektra-installaties. Zodoende is het alleen mogelijk om detailopnames van de desbetreffende woning te fotograferen. Om opnames van een gevel of een heel huis te verkrijgen is een grote afstand nodig waardoor er kwaliteitsverlies ontstaat en de opnames moeilijk te interpreteren zijn. Er wordt voor gekozen om de opnames van de warmtebeeldcamera in een digitale foto te integreren. Om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit aan de hand van een thermografische opname van een gebouwschil is een flinke basiskennis vereist.

11 Voorbeeld gerenoveerde Woning

11.1 Monitoringsprogramma

In dit voorbeeld wordt een rijtjeswoning uit 1969 gerenoveerd en na de renovatie kortstondig gemonitord. De woning is extra geïsoleerd. De monitoring vond plaats in de winter van 2010. Om tot een jaarlijks gasverbruik te komen is gebruik gemaakt van het monitoringsprogramma van Saxion.

Tot slot is bij deze woning ook gebruik gemaakt van visuele monitoring m.b.v. een warmtebeeldcamera.

De dagelijkse totale gasverbruiken worden ingevuld, zie Figuur 11. In dit geval vond de monitoring plaats van 29 januari tot en met 16 februari.

Ingevulde gasverbruiken uit meetresultaten [m3/dag]						VOER TOTAAL GASVERBRUIK IN!						
Matrix	Maand											
Dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		11,57										
2		11,92										
3		11,61										
4		9,60										
5		11,39										
6		9,94										
7		10,31										
8		13,94										
9		15,80										
10		13,56										
11		14,12										
12		13,17										
13		14,62										
14		10,43										
15		11,59										
16		12,26										
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29	11,14											
30	11,73	X										
31	12,71	X		X		X			X		X	

Figuur 11: ingevulde gemonitord gasverbruiken

Met behulp van de graaddagenmethodiek is een gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag bepaald. Nu worden de niet gemeten gasverbruiken berekend met een ingestelde extrapolatiemethode. Het resultaat is een matrix, zie Figuur 12.

Berekende gasverbruiken per dag voor RUIMTEVERWARMING [°C]												
Matrix	Maand											
Dag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6,57	7,55	5,54	3,87	2,03	0,00	0,00	0,00	0,00	2,21	4,11	5,67
2	6,58	7,77	5,50	3,81	1,97	0,00	0,00	0,00	0,00	2,27	4,17	5,72
3	6,59	7,57	5,45	3,75	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00	2,33	4,23	5,76
4	6,60	6,26	5,40	3,69	1,85	0,00	0,00	0,00	0,00	2,39	4,29	5,80
5	6,61	7,43	5,36	3,63	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	4,34	5,84
6	6,62	6,48	5,31	3,57	1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	2,51	4,40	5,88
7	6,63	6,72	5,26	3,50	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00	2,57	4,46	5,91
8	6,64	9,09	5,21	3,44	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	2,64	4,52	5,95
9	6,64	10,30	5,16	3,38	1,56	0,00	0,00	0,00	0,97	2,70	4,57	5,99
10	6,65	8,84	5,11	3,32	1,51	0,00	0,00	0,00	1,02	2,76	4,63	6,02
11	6,65	9,21	5,06	3,26	1,45	0,00	0,00	0,00	1,07	2,82	4,68	6,06
12	6,65	8,59	5,01	3,19	1,39	0,00	0,00	0,00	1,12	2,88	4,74	6,09
13	6,66	9,53	4,95	3,13	1,34	0,00	0,00	0,00	1,18	2,95	4,79	6,12
14	6,66	6,80	4,90	3,07	1,28	0,00	0,00	0,00	1,23	3,01	4,85	6,16
15	6,66	7,56	4,85	3,01	1,23	0,00	0,00	0,00	1,28	3,07	4,90	6,19
16	6,65	8,00	4,79	2,95	1,18	0,00	0,00	0,00	1,34	3,13	4,95	6,22
17	6,65	6,06	4,74	2,88	1,12	0,00	0,00	0,00	1,39	3,19	5,01	6,25
18	6,65	6,02	4,68	2,82	1,07	0,00	0,00	0,00	1,45	3,26	5,06	6,28
19	6,64	5,99	4,63	2,76	1,02	0,00	0,00	0,00	1,51	3,32	5,11	6,30
20	6,64	5,95	4,57	2,70	0,97	0,00	0,00	0,00	1,56	3,38	5,16	6,33
21	6,63	5,91	4,52	2,64	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	3,44	5,21	6,35
22	6,62	5,88	4,46	2,57	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68	3,50	5,26	6,38
23	6,61	5,84	4,40	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	1,73	3,57	5,31	6,40
24	6,60	5,80	4,34	2,45	0,00	0,00	0,00	0,00	1,79	3,63	5,36	6,42
25	6,59	5,76	4,29	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00	1,85	3,69	5,40	6,45
26	6,58	5,72	4,23	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91	3,75	5,45	6,47
27	6,57	5,67	4,17	2,27	0,00	0,00	0,00	0,00	1,97	3,81	5,50	6,49
28	6,55	5,63	4,11	2,21	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	3,87	5,54	6,50
29	7,27	5,59	4,05	2,15	0,00	0,00	0,00	0,00	2,09	3,93	5,59	6,52
30	7,65	5,49	3,99	2,09	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	3,99	5,63	6,54
31	8,29	X	3,93	X	0,00	X	0,00	0,00	X	4,05	X	6,55

Figuur 12: berekende gasverbruiken voor ruimteverwarming, meetresultaten en extrapolatie.

Duidelijk wordt dat gedurende een klimaatjaar van 21 mei t/m 8 september niet gestookt hoeft te worden

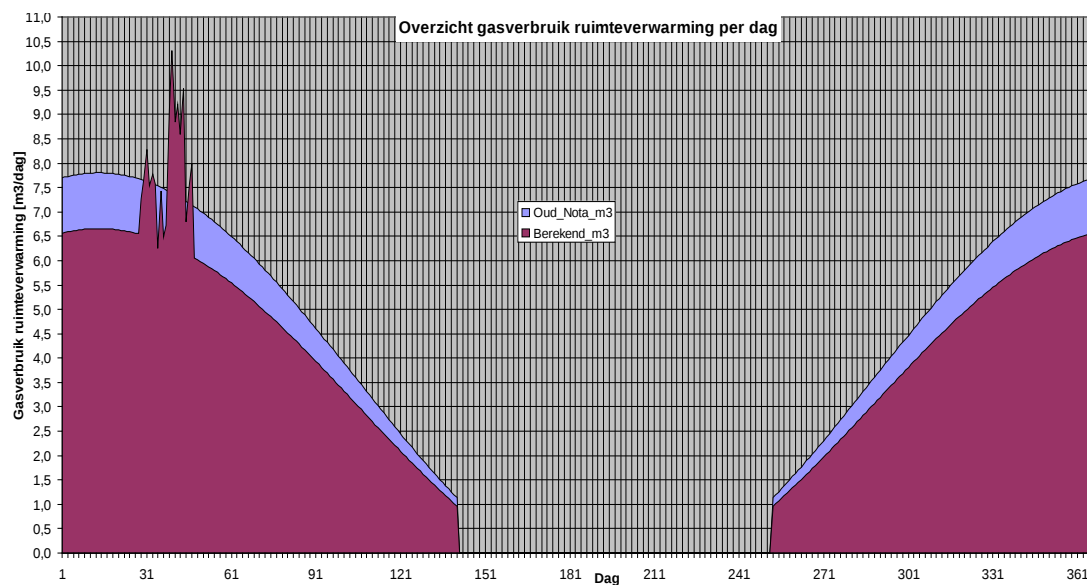
Tot slot worden de resultaten zichtbaar, zie Figuur 13 en 14.

Resultaten		
Op metingen en extrapolatie berekende aantal graaddagen	3.070	[dagen]
Gemiddeld aantal graaddagen sinds 1991	2.983	[dagen]
Gemiddeld aantal graaddagen volgens ingevulde nota gegevens	3.035	[dagen]
Verschil graaddagen metingen & extrapolatie met graaddagen nota	1,2%	[%]
Jaargegevens ruimteverwarming		
Totaal gasverbruik voor ruimteverwarming volgens metingen	1.138	[m3/a]
Gasbesparing t.o.v. gemiddeld notaverbruik deel ruimteverwarming	173	[m3/a]
Gasbesparing t.o.v. gemiddeld notaverbruik deel ruimteverwarming	13,2%	[%]
Nieuw gasverbruik voor ruimteverwarming per graaddag	0,371	[m3/°C]
Jaargegevens totaal gasverbruik		
Totaal berekend gasverbruik volgens metingen	1.745	[m3/a]
Gasbesparing t.o.v. het gemiddelde totale notaverbruik	173	[m3/a]
Gasbesparing t.o.v. het gemiddelde totale notaverbruik	8,5%	[%]
Nieuw totaal gasverbruik per graaddag	0,568	[m3/°C]
Verandering van de stooktemperatuur		
Oude stooktemperatuur zoals ingevoerd in tabblad 2 meetgegevens	15,5	[°C]
Nieuwe stooktemperatuur, boven deze gem. buitentemp. niet stoken	15,0	[°C]

Figuur 13: numerieke resultaten

In de numerieke resultaten wordt een overzicht gegeven van het aantal graaddagen dat gemeten en geëxtrapoleerd wordt (in dit voorbeeld 3.070 dagen) in vergelijking tot het gemiddelde aantal graaddagen vanaf 1991 (in dit voorbeeld 2.983 dagen) en het gemiddelde aantal graaddagen in de periode dat de jaarnotagegevens bekend zijn (in dit voorbeeld 3.035 dagen; vanaf 1-04-2007 t/m 1-4-2010). Het verschil tussen het aantal graaddagen in het meet- en extrapolatiejaar met het aantal gedurende de notaperiode bedraagt in dit voorbeeld 1,2%.

De volgende twee katernen in het resultatenoverzicht, de jaargegevens ruimteverwarming en de jaargegevens van het totale gasverbruik, zijn op dezelfde manier opgebouwd. Eerst wordt het gemeten en geëxtrapoleerde verbruik gegeven, vervolgens de absolute gasbesparing, gevolgd door de procentuele besparing. Het onderste kengetal geeft het gemiddelde gasverbruik per graaddag weer gedurende de meet- en extrapolatieperiode. Het laatste katern laat zien wat de oude en de nieuwe stooktemperaturen zijn.

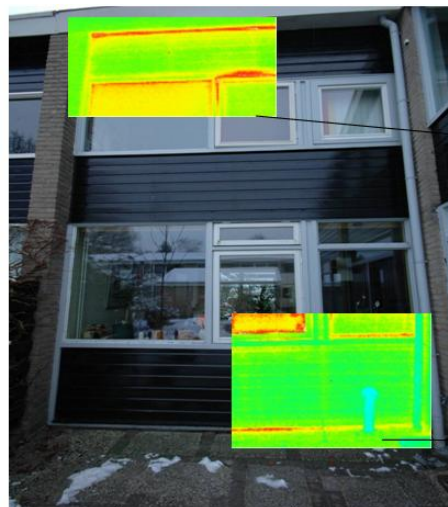


Figuur 14: grafisch overzicht van de resultaten

De afwijking tussen het door het Saxion monitoringsprogramma berekende gasverbruik en het werkelijke optredende gasverbruik bedraagt 3–10%, afhankelijk van de gekozen extrapolatiemethode en de afwijking van de optredende temperaturen ten opzichte van een normaal klimaatjaar.

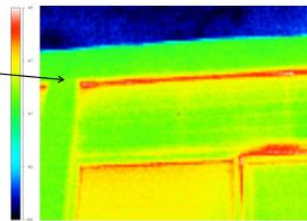
11.2 Warmtebeeldcamera

De resultaten van de warmtebeeldcamera zijn hieronder vastgelegd. De visuele monitoring vond ook plaats in januari 2010. De plaatjes zijn geschoten met de Fluke Ti20 warmtebeeldcamera.



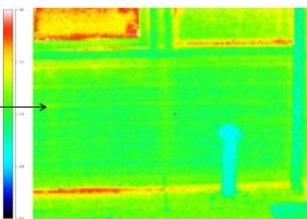
Type huis: Tussen rijtjeshuis
Bouwjaar: 1969

Ventilatierooster
Niet afgedekt



T min/max: -4,1 / 5,8 °C
Probleem: Warmtelek tussen borstwering boven en dak(goot).

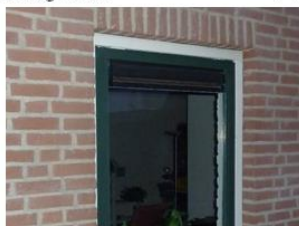
Oplossing: Borstwering isoleren. Warmtebrug tussen dak en kozijn afsluiten
Prioriteit: middel



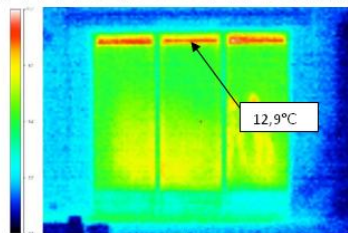
T min/max: -3,6 / 3,6 °C
Probleem: Warmtelek tussen borstwering ,grond en gevel

Oplossing: Borstwering op de grond afwerken, kozijn rondom met PUR-schuim afwerken
Prioriteit: middel

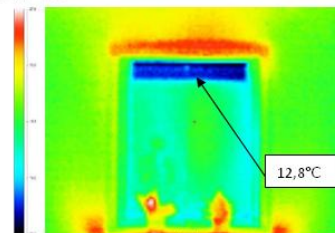
Warmtebeeldcamera



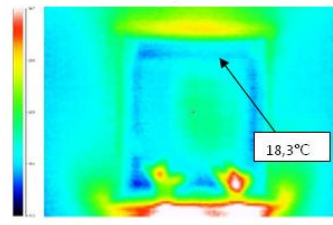
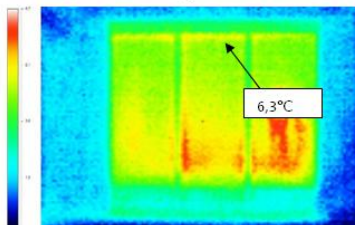
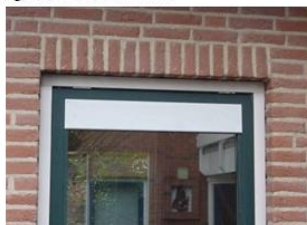
Ventilatierooster
Afgedekt met hout



Buiten
 $\Delta T = 6,6k$



Binnen
 $\Delta T = 5,5k$



Figuur 15: details van de warmtebeeldopname

12 Referenties

- [1] Agentschap NL, <http://www.agentschapnl.nl/nl/programmas-regelingen/energieprestatie-nieuwbouw-epn>
- [2] J. Uitzinger. Analyse EPC en energieverbruik bij woningen. SenterNovem. 22 december 2004.
- [3] G.J. Thijssen. EPC en energieverbruik nieuwbouwwoningen. Novem. Utrecht, 2004.
- [4] B.J. de Boer et al. Passiefhuis en EPN. Onderzoek naar de waardering van passiefhuizen volgens EPN en PHPP. Augustus 2009.
- [5] <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energiebesparing/nieuws/2010/11/09/tweede-kamer-stemt-voor-de-slimme-meter.html>
- [6] J. Hensen. Weergegevens voor gebouwprestatiesimulatie. Technische Universiteit Eindhoven, 2001.

Bijlage 1:

Evaluatie definitiefase passiefhuis Delden.

- Welke eindsituatie wil men bereiken m.b.t.
 - o Energieverbruikzo laag mogelijk
 - o Epc waarde 0,28 zonder pv platen
 - o Phpp waarde onbekend
 - o Rc waarden onderdelenrc wand=6 , wel bekend,maar niet genoemd
 - o Luchtdichtheidswaarden niet direct bekeken
- Binnen klimaat
 - o Temperatuur Streven 21 graden
 - o Vochtigheid geen item
 - o Geluid geen item
 - o Luchtsnelheden door installateur bepaald
- Welke installatie hebben voorkeur, welke absolute niet of wel tenzij.
 - o Natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging
 - o Mechanische afvoer en toevoer – Warmte terugwinning van lucht op lucht -- +
 - o Mechanische afvoer en toevoer – Warmte terugwinning lucht naar water
 - o Warmtepomp -----als bijverwarming ----- +
 - o Warmteopslag
 - Water ----- +
 - Grond
 - Bouwmateriaal (beton)
 - o Vloerverwarming ----- zowel verwarming als koeling
 - o Pv panelen ----- over lengte zuidoak 1 rij
 - o Zonnecollectoren ----- op zuidoak
 - o Windmolen ----- niet
 - o Grondpijp ----- onbekend
 - o Interne kachel (pellet, open haard) ----- open haard met klep
 - o Type afzuigkap ----- gewone
 - o
- Invloed van het weer
 - o Grootte van openingen in de diverse windrichtingen – zuiden een serre, verder niet specifiek grootte na windrichting: luiken voor raam. Plattegrond 10 graden verdraaid t.o.v. zuiden.
 - o Spuiopeningen ----- (onbekend) -- niet specifiek (raamopening) – voldoet aan minimale daglichteis.
 - o Plaatsing ruimte t.o.v. diverse windrichtingen – niet specifiek
 - o Serres, of andere opvang warmte of koude ---- grote serre op zuiden
 - o Aanplant omgeving ----- niet ivm beschaduwning
 - o
- Welke materialen
 - o Milieu vriendelijke materialen (biologische) ---- hout , zoveel mogelijk duurzaam
 - o Duurzame materialen (Bream, Gpr) ----- niet – lijnolieverf

- o Cradel to cradel ----- niet
- o Kozijnen en beglazing ----- passiefhuiskozijnen (Accoya)
- o Warmteaccumulatie ----- hout ?????
- o Douche pijp wtw
- Bouwvolume
 - o Dikte van schil ----- 350 mm
 - o Kruipruimte, kelder, grondplaat ----- prefabkelder, kruipruimte
 - o Muur- en Dakafwerking ----- muur hout, dak
keramische pannen
 - o Vorm ----- boerderette, door
omgeving (gemeente) bepaald - volume door gemeente bepaald
 - o
- tijdspad.....
 - o bouwtijd..... ----- september 2011
 - o Bouwwerk in de tijd gezien (stijgende energieprijzen etc.) - stijging energieprijzen
is argument
 - o
- Functionele
 - o Situering ruimte. ----- functioneel, buitenrand,
rond open of sanitaire ruimte
 - o Raam open op slaapkamer ----- geen item
 - o Isolerende schil -----
 - o
- financiële.....
 - o investeringsbedrag. ----- ????
 - o Subsidies ----- niet
 - o
- Veiligheid.
 - o Brandveiligheid ----- brandmelders
 - o Fysieke veiligheid... ----- geen item

.....

Bijlage 2:

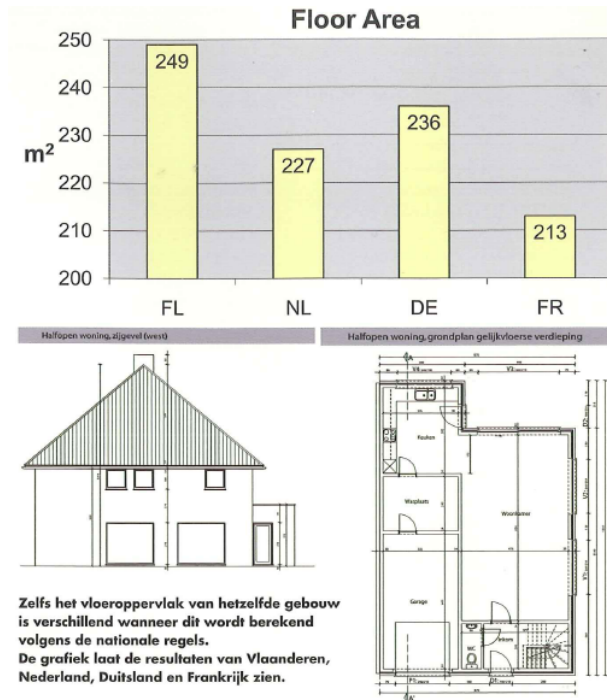
Evaluatie definitiefase passiefhuizen Enschede.

- Welke eindsituatie wil men bereiken m.b.t.
 - o Energieverbruikzo laag mogelijk
 - o Epc waarde voldoet
 - o Phpp waarde Voldoet /uitgangspunt :
certificering
 - o Rc waarden onderdelenbalans gezocht naar goede
isolatie en kosten.
 - o Luchtdichtheidswaarden wel naar gestreefd -
passiefhuisnorm
- Binnen klimaat
 - o Temperatuur Overgelaten aan Nieman
 - o Vochtigheid Overgelaten aan Nieman
 - o Geluid Overgelaten aan Nieman
 - o Luchtsnelheden door installateur bepaald/ wel
naar gekeken
- Welke installatie hebben voorkeur, welke absolute niet of wel tenzij.
 - o Natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging -- -
 - o Mechanische afvoer en toevoer - Warmte terugwinning van lucht op lucht -- +
 - o Mechanische afvoer en toevoer - Warmte terugwinning lucht naar water -
 - o Warmtepomp -----als bijverwarming ----- -
 - o Warmteopslag
 - Water ----- +?
 - Grond
 - Bouwmateriaal (beton)
 - o Vloerverwarming ----- verwarming : begane grond/als
verdieping
 - o Pv panelen ----- niet direct
 - o Zonnecollectoren ----- niet bekend
 - o Windmolen ----- niet
 - o Grondpijp ----- onbekend
 - o Interne kachel (pellet, open haard) ----- niet
 - o Type afzuigkap ----- gewone
 - o
- Invloed van het weer
 - o Grootte van openingen in de diverse windrichtingen - wijkindeling door een
andere architect bepaald - nu voor verdonge feit. Moeilijk te realiseren, maar toch
een streven t.o.v. zuiden.
 - o Spuiopeningen -----aangebracht - beneden - boven
automatisch of op afstand te bedienen dakraam.
 - o Plaatsing ruimte t.o.v. diverse windrichtingen - zo veel mogelijk geprobeerd
 - o Serres, of andere opvang warmte of koude ---- niet

- o Aanplant omgeving ----- wijkaanplant,
landschapsarchitect.
- o
- Welke materialen
 - o Milieu vriendelijke materialen (biologische) ---- hout , zoveel mogelijk duurzaam
 - o Duurzame materialen (Bream, Gpr) ----- niet -
 - o Cradel to cradel ----- niet
 - o Kozijnen en beglazing ----- passiefhuiskozijnen
 - o Warmteaccumulatie ----- niet - hout ?????
 - o Douche pijp --
- Bouwvolume
 - o Dikte van schil ----- afweging constructief
 - o Kruipruimte, kelder, grondplaat ----- kruipruimte
 - o Muur- en Dakafwerking ----- muur-noord steen, hout
zuid, dak pannen
 - o Vorm ----- zadeldak , klasiek -
volume door gemeente bepaald
 - o
- tijdspad.....
 - o bouwtijd..... september 2012
 - o Bouwwerk in de tijd gezien (stijgende energieprijzen etc.) - stijging energieprijzen
is argument
 - o
- Functionele
 - o Situering ruimte. ----- functioneel, en na
windrichting
 - o Raam open op slaapkamer ----- -voldoen aan norm,geen
item, open moet kunnen
 - o Isolerende schil -----
 - o overstekken..... geprobeerd aan te brengen
- financiële.....
 - o investeringsbedrag. ----- ????
 - o Subsidies ----- ????
 - o
- Veiligheid.
 - o Brandveiligheid ----- geen item, brandmelders
 - o Fysieke veiligheid... ----- geen item

Verantwoordelijk eindresultaat : aannemer.

Bijlage: verschil in berekenen



Bijlage : Phpp

KORTE INSTRUCTIES

Versie 1.3

Plaats uw muis hier om de PHPP help te bekijken.

Indien er geen hulp verschijnt bij muisbeweging over oel B5, dan kan u dat activeren door via Extra/opties en daar onder "Opmerkingen" het keuzeveld "Alleen opmerkingaanwijzer" te selecteren.

Passiefhuis resultaat: betekenis van de veldformaten

Voorbeeld	Veldformaat	Betekenis
78,8	Courier, blauw, vet op gele achtergrond	Invoerveld: Vul hier de vereiste waarde in
6619	Arial, zwart, standaard op witte achtergrond	Berekeningsveld; niet wijzigen a.u.b.
78,8	Courier New, purper, vet op witte achtergrond	Veld met verwijzingen naar een ander blad - niet wijzigen.
126,0	Arial, zwart, groot & vet op groene achtergrond	Belangrijk resultaat

Passiefhuis Planning: werkblad index

werkblad naam	Functie	Korte beschrijving	Vereist voor cert
Resultaat	Gebouwdatab, resultatenoverzicht	Gebouwbeschrijving, selectie van de berekeningsmethode, resultatenoverzicht	ja
Oppervlaktes	Oppervlakte-samenstelling	Bouwdeeloppervlaktes, koudebruggen, geconditioneerde vloeroppervlakte. Gebruik buitenafmetingen!	ja
U-lijst	U-waarde overzicht	Lijst van berekeningsresultaten uit het werkblad 'U-waarde', Bouwdeel database	ja
U-waarden	Berekening U-waarden van standaard bouwdeelen	Warmtevoorgangcoëfficiëntberekening volgens DIN EN ISO 6946.	ja
Bodem	Berekening van de reductiefactor naar de bodem	Meer nauwkeurige warmteverliesberekening via de bodem	indien van toepassing
Vensters	U _w -waarde bepaling	Ingave van geometrie, oriëntatie, raamhoogte, raambreedte, U _g en U-waarden van de ramen evenals de lineaire warmtevoorgangcoëfficiënt voor de inbouwansluitingen (koudebrug). Hieruit bepaald men U _w en totale zoninstraling.	ja
Venstertype	Karakteristieke waarde van beglazing en ramen	Lijst van beglazing en vensterprofielen met alle benodigde karakteristieken	ja
Schaduw	Bepaling van beschaduwingscoëfficiënten en invloed van vensteroriëntatie	Ingave van de beschaduwings situatie, t.t.z. balkons, naburige gebouwen, vensterinbouw en berekening van de beschaduwingsfactoren	ja
Ventilatie	Bepaling van de luchtdelbeten: afvoer/pulsuclucht-balancering. Invoer van de pressurisatie testresultaten	Berekening van de luchtdelbeten uit de maximale minimumtoevoer/-afvoer volgens DIN 1946 Deel 6, het infiltratieventilatievoud en de effectieve warmte-opwekking, invoer van de resultaten van de pressurisatieproef	ja
Energie VW jaarmeth	Verwarmingsverbruik / Jaarmethode	Berekening van het jaarlijkse verwarmingsverbruik volgens de energiebalansmethode van de EN 13790: Transmissie + Ventilatie - η (Zonnewinsten + Interne warmte winsten)	ja
Energie VW maandmeth	Maandmethode volgens EN 13790	Berekeningsprocedure volgens de maandmethode van de EN 13790. Maak een geschikte selectie in het werkblad 'Resultaat', indien de berekening volgens deze procedure gewenst is.	indien geselecteerd
Vermogen VW	Verwarmingsvermogenberekening van het gebouw	Berekening van het nominale verwarmingsvermogen gebruikmakend van de balans procedure voor de ontwerp dag: max transmissie + max ventilatie - h (minimum zonnwinsten + interne warmte winsten)	ja
Zomer	Inschatting van het zomerklimaat	Berekening van het oververhittingspercentage als maatstaf voor het zomercomfort	ja
Schaduw-Z	Bepaling van de beschaduwingscoëfficiënten in de zomersituatie	Beschaduwings situatie voor de zomerperiode	ja
ZomVent	Bepaling van zomerventilatie	Inschatting van het ventilatedebiet bij zomerse vensterventilatie	indien gebruikt
Energie koeling	Maandmethode voor de koelvraag	Berekening van de jaarlijkse koelvraag, analoog aan het werkblad 'Energie VW maandmethode'	indien aanwezig
Koelinstallatie	Latente koelenergie	Berekening van de energievraag voor ontvochtiging en keuze van de koelmethode	indien aanwezig
Koellast	Koellastberekening	Berekening van de daggemiddelde koellast van het gebouw	no
SWW-Distributie	Distributieverliezen; SWW verbruik en verliezen	Warmteverliesberekening van het distributiesysteem (verwarming; SWW); Berekening van het energieverbruik voor SWW en zijn opslagverliezen	ja
ZonneWW	Warmwaterproductie met zonne-installatie	Berekening van de zonnedeckingsgraad van SWW	indien een zonne-installatie aanwezig is
Elektriciteit	Elektriciteitsverbruik voor woongebouwen	Berekening van de elektriciteitsverbruik van passieve woongebouwen	ja
Elektr NiWo	Elektriciteitsverbruik in niet woongebouwen	Berekening van het elektriciteitsverbruik voor verlichting, elektrische toestellen en keukens voor niet-woongebouwen	nee
Hulpstroom	Hulpstroomverbruik	Berekening van de hulpstroom en zijn bijhorende primaire energievraag	ja
PE-kengetal	Primaire energie- en CO ₂ -kengetal	Selectie van het warmteopwekkingsysteem, berekening van de primaire energie- en CO ₂ -kengetal uit de bijhorende resultaten	ja
Compact	warmteopwekkingsefficiëntie WP compactoestel	Berekening van de efficiëntie van een gecombineerde warmteopwekking voor verwarming en SWW uitsluitend d.m.v. een electrisch aangedreven WP compactoestel onder de voor het project gegeven randvoorwaarden	indien aanwezig
Ketel	warmteopwekkingsefficiëntie Ketel	Voor de berekening van de efficiëntie van de warmteopwekking door een ketel (hoogrendements- en condensatieketel) onder de voor het project gegeven randvoorwaarden	indien aanwezig
Afstandswarmte	Afstandswarmte	Berekening van het eind- en primaire energieverbruik (verwarming)	indien aanwezig
Klimaat	Selectie klimaatregio of definitie van eigen klimaatdata	Klimaatdata voor de werkbladen Energie VW, Vensters, Vermogen VW, Energie VW maandmeth, Zomer, Energie koeling, Koelinstallatie, Koellast	indien niet standaard
IWW	Interne warmte winsten in woongebouwen	Berekening van de interne warmte winsten gebaseerd op werkbladen Elektriciteit en Hulpstroom.	nee
IWW NiWo	Interne warmte winsten voor niet-woongebouwen	Berekening van de interne warmte winsten voor niet-woongebouwen gebaseerd op het werkblad 'Elektr NiWo' en de bezetting	nee
Gebruik NiWo	Gebruiksprofiel voor niet-woongebouwen	Invoer of selectie van het gebruiksprofiel voor planning van elektriciteitsverbruik en de interne warmte winsten	nee
Data	Database	Tabellen van de PE-kengetallen volgens Gernis evenals de datbank voor de duitse EnEV-berekening	nee

Passief Huis resultaat

PHPP2007 versie 1.3

Foto of tekening

Gebouw:

Locatie en Klimaat:

Straat/Nr:

Postcode/Plaats:

Land:

Gebouwtype:

Huiseigenaar(s) / Klant(en):

Straat/Nr:

Postcode/Plaats:

Architect:

Straat/Nr:

Postcode/Plaats:

Installaties:

Straat/Nr:

Postcode/Plaats:

Bouwjaar:

Aantal wooneenheden:

Ingesloten volume V_{in} : m³

Aantal personen:

Binnentemperatuur: °C

Interne warmte winsten: W/m²

Geen standaard klimaat

Berekening Elektriciteitsverbruik / Interne warmte winsten

Gebouwtype:

Interne warmte winsten

Gebruikspatroon:

Type van gebruikte waarden:

Werkelijk aantal personen:

Specifiek verbruik gerefereerd naar de geconditioneerde vloeroppervlakte

Geconditioneerde vloeroppervlakte: m²

Gebruikt:	maandmethode	PH Certificaat:	Voldaan?
Energiekengetal ruimteverwarming:	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	
Resultaat luchtdichtheidstest gebouwschil:	h⁻¹	0,6 h⁻¹	
Primaire energie kengetal (SWW, VW, koeling, hulp- en huishoudelikt):	kWh/(m²a)	120 kWh/(m²a)	
Primaire energie kengetal (SWW, verwarming en hulpstroom):	kWh/(m²a)		
Primaire energie kengetal Energiebesparing door zonnestroom:	kWh/(m²a)		
Verwarmingsvermogen:	W/m²		
Temperatuuroverschrijdingsfrequentie:	%	boven 25 °C	
Energiekengetal koeling:	kWh/(m²a)	15 kWh/(m²a)	
Koellast:	W/m²		

Resultaat:

maandmethode

Specifiek ruimteverwarmingsverbruik, jaarmethode

Specifiek ruimteverwarmingsverbruik, maandmethode

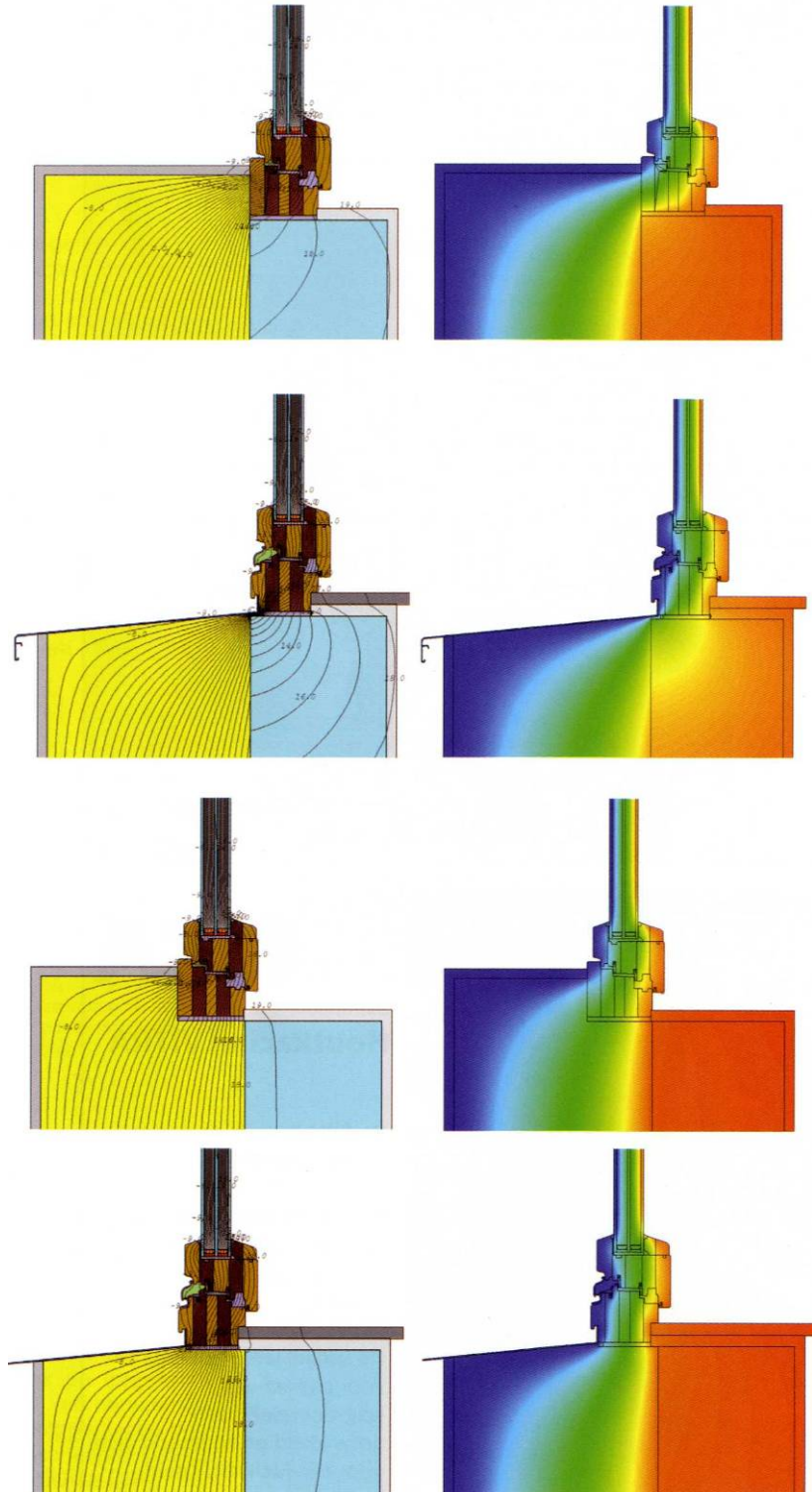
Ondergetekende verklaart dat alle ingevoerde data in deze PHPP berekening waarheidsgetrouw zijn volgens het 'As built' bouwdoossier en de certificatie-instructies. De berekeningen met PHPP worden geleverd in bijlage.

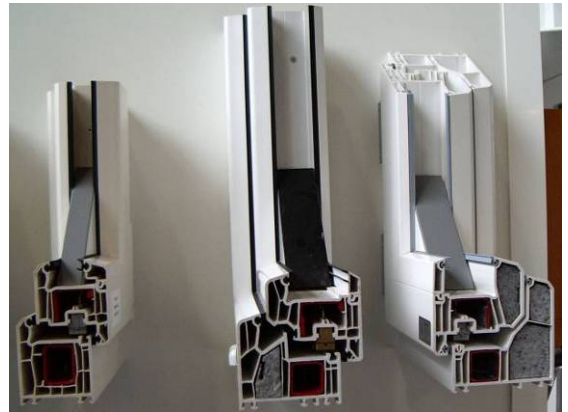
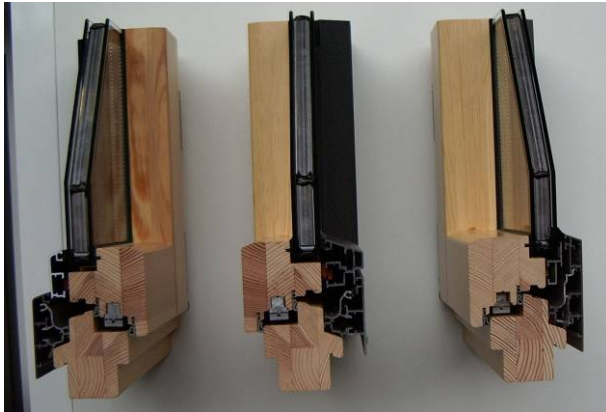
Berekend door:

Uitgevoerd op:

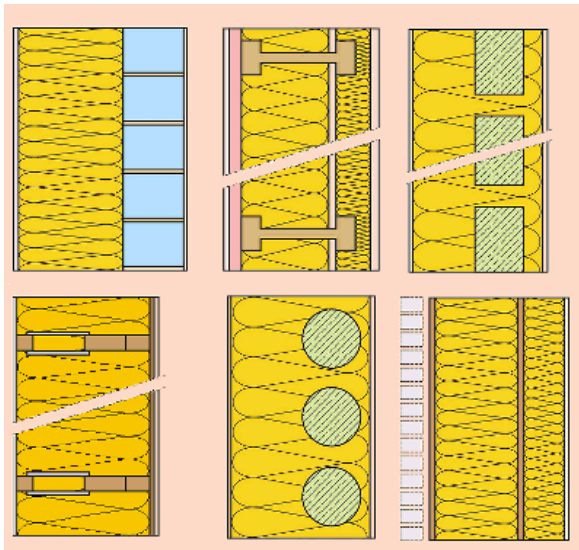
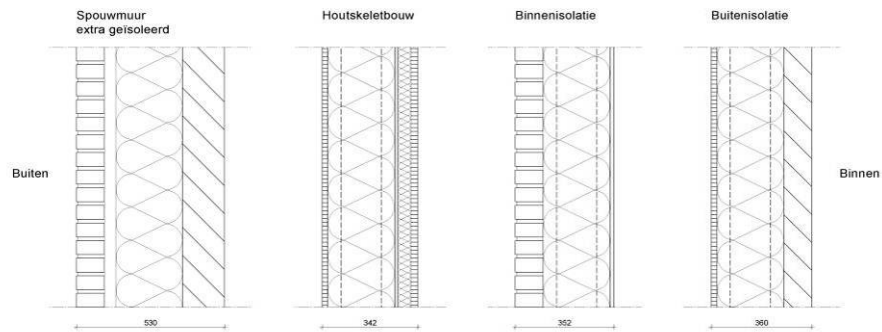
Handtekening PHPP berekenaar:

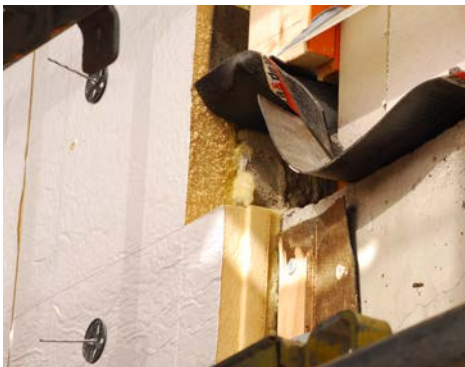
Bijlage: plaatsing kozijn



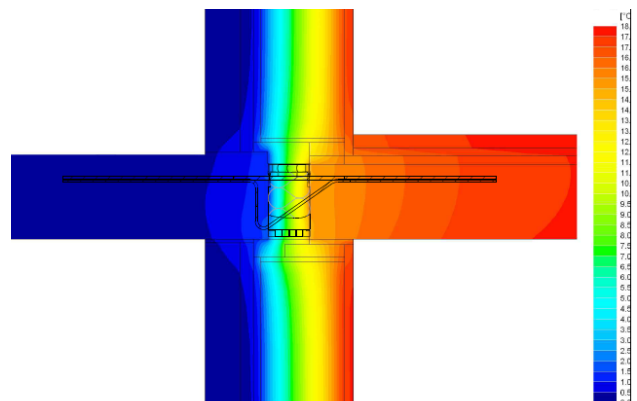
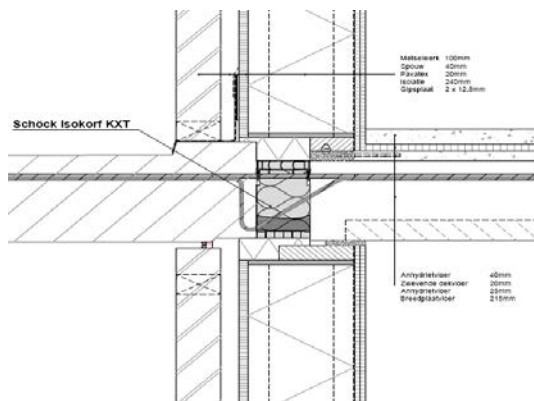
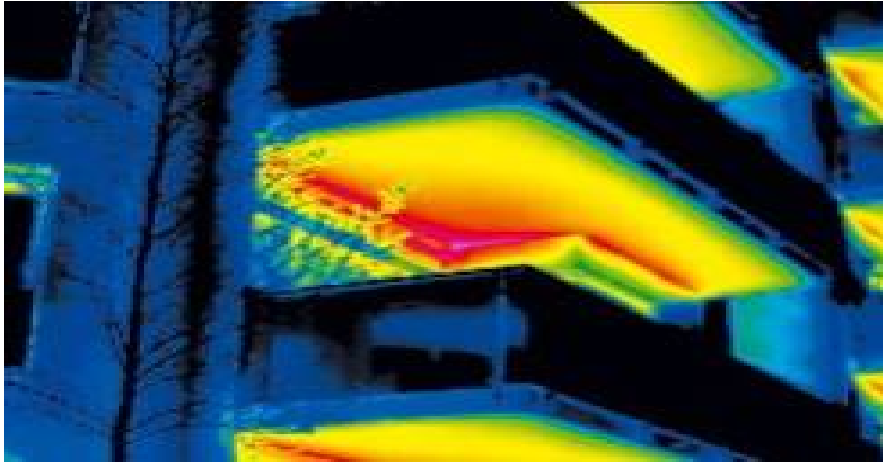


Bijlage : muurdikten en afwerkingen





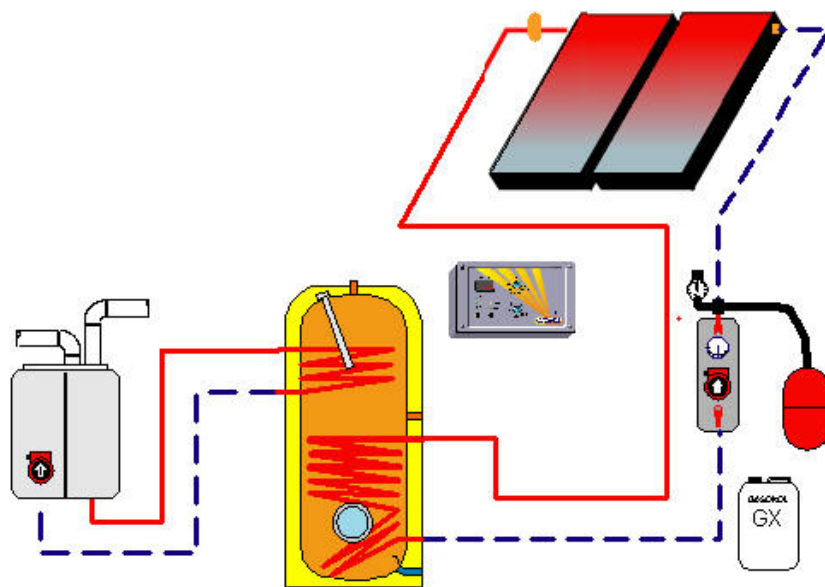
Bijlage : balkon - huis aansluiting



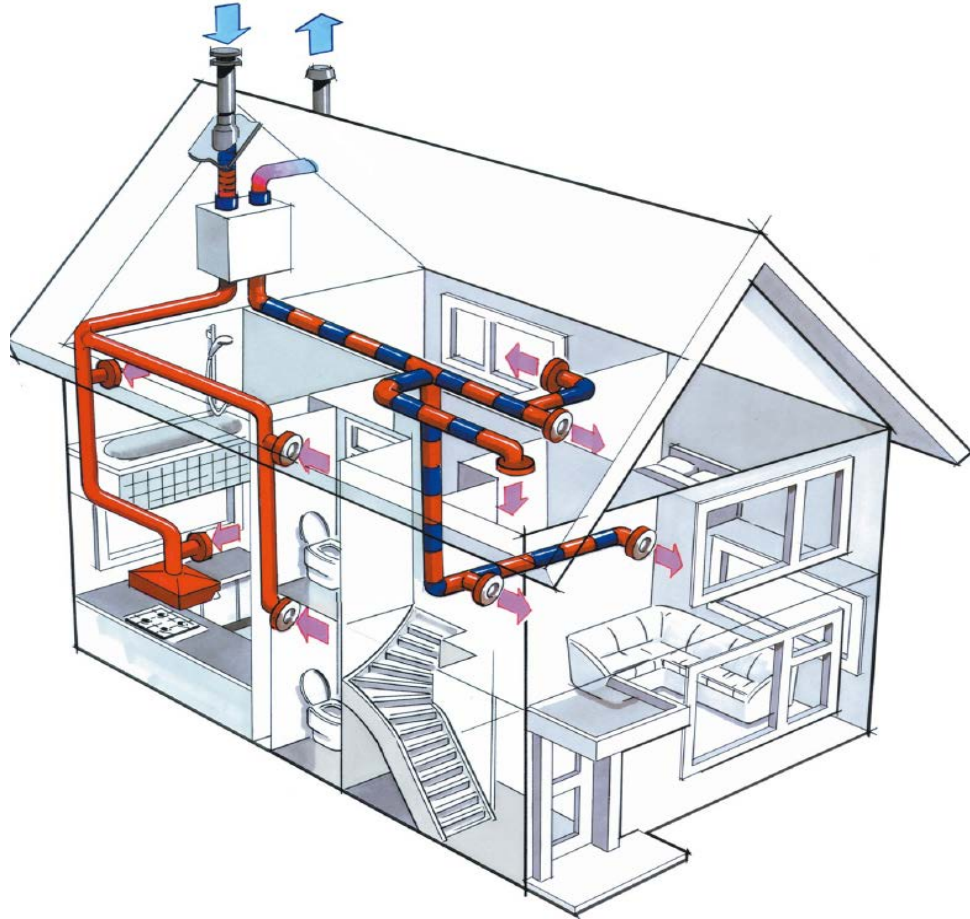
Bijlage: Dakraam



Bijlage : zonnecollector



Bijlage : WTW



Ventilatie oplossing



System A



System B



System C



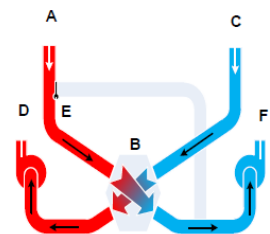
System D

always
around you **zehnder**

Ventilatie oplossing

- A: Retourlucht
- B: Warmtewisselaar
- C: Buitenlucht
- D: Toevoerlucht
- E: Bypass
- F: Afvoerlucht

always
around you **zehnder**

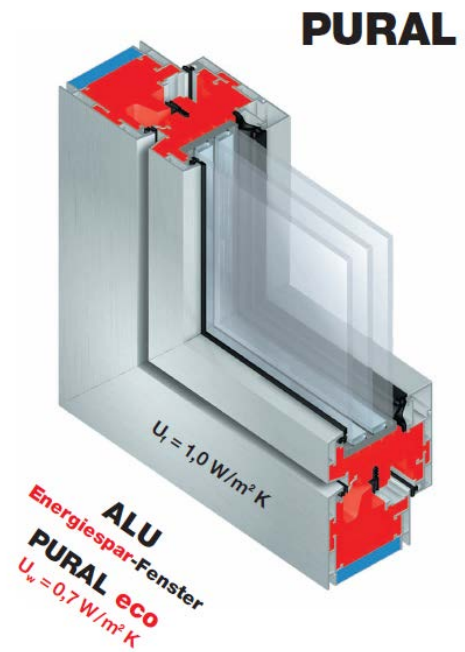
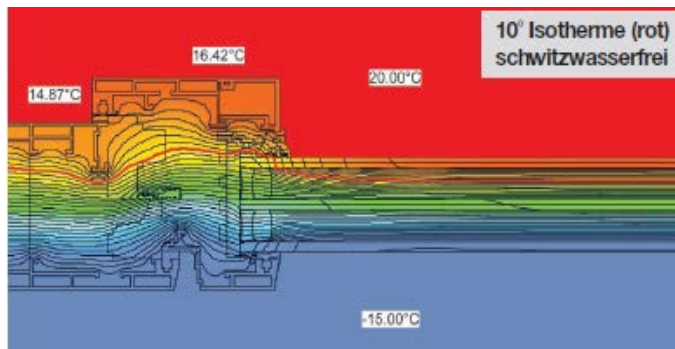
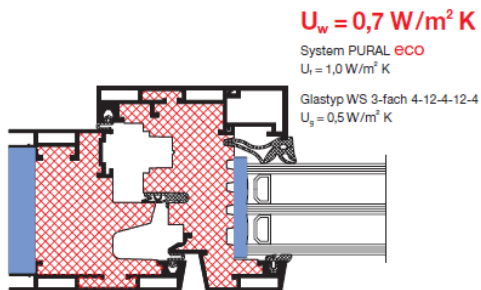


Ventilatie oplossing

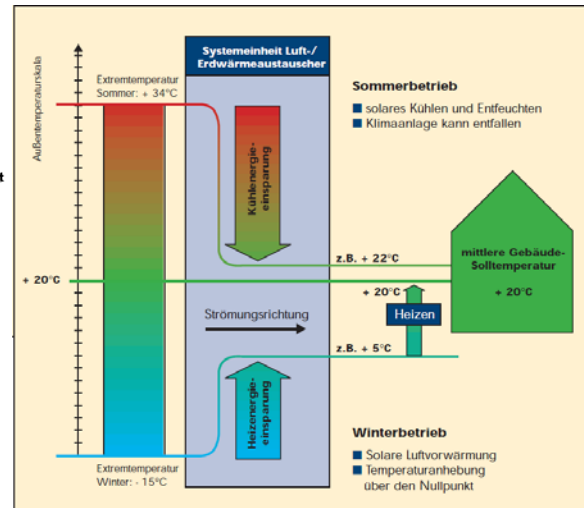
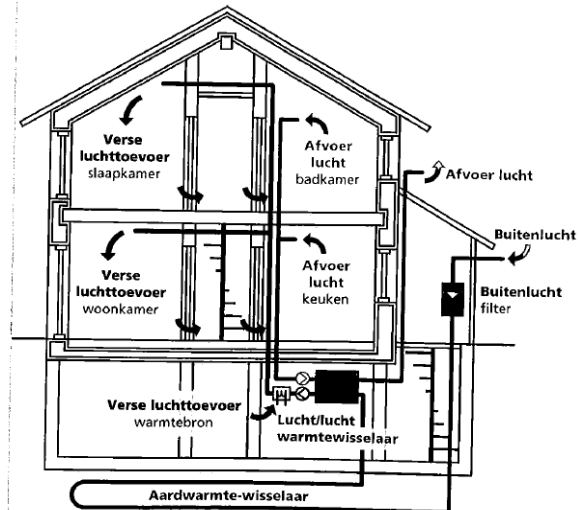
- zehnder**



Bijlage: passiefhuiskozijnen



Bijlage: grondpijp bodem voor opslag



Het passiefhuis kent een extreem goede isolatie waardoor geen centrale verwarming met radiatoren nodig is. Door naverwarming van de ventilatielucht van het balansventilatiesysteem wordt de woning verwarmd.



De vers aangezogen buitenlucht wordt, vooraleer het de warmtewisselaar kan bereiken, vóór-geconditioneerd door een aardwarmtewisselaar. Deze bestaat uit 4 ca 35m lange, 150 cm diep in de grond gelegen, betonnen buizen met een diameter van 50 cm. De buizen liggen voor de helft onder het gebouw. De aardwisselaar verzorgt een vóórverwarming in wintersituatie en vóórkoeling in de zomer.

Bodem gebruiken voor koelen en verwarmen

J. Desmedt, H. Hoes, B. Lemmens, Vito – Expertisecentrum Energietechnologie

Bij een goed gebouwt ontwerp wordt in eerste instantie de warmte- en koudevraag tot een minimum herleid. De huidige bouw trends gaan richting meer glasoppervlakte en lichtere gebouwconstructies wat de taak van de HVAC ontwerper er niet eenvoudig op maakt om een comfortabel binnenklimaat te creëren. Neem daarbij nog eens het stijgend gebruik van kantoorapparatuur en verlichting en je komt al snel tot een oververhitte werkplaats. Ook het comfort van de werknemers (minimaliseren van het aantal temperatuuroverschrijdingsuren) en de stijgende mondiale buitentemperatuur vormen belangrijke aandachtspunten in een ontwerp. Deze factoren hebben sterke implicaties op de selectie van de klimaatinstallatie.

Koude kan op een energie-efficiënte manier geproduceerd worden door gebruik te maken van thermische opslagmogelijkheden van de bodem. Niet alleen de initiële investering op korte termijn is van belang maar ook de weerkerende kosten (energie- en exploitatiekosten) die men heel de levensduur van het gebouw zal moeten betalen. Een uitgebreide analyse van de keuze over de levensduur van de installatie is dus steeds wenselijk bij gebouwt ontwerp. Enkel rekening houden met de initiële investeringen als beslissingspunt kan in de toekomst tot foute keuzes leiden.

Alternatieven

Het opslaan van energie in de bodem kan op verschillende manieren verwezenlijkt worden via een open of gesloten systeem. In het open systeem (thermische energieopslag in watervoerende lagen) wordt grondwater gebruikt voor het transport van warmte of koude. Bij gesloten systemen (thermische energieopslag in boorgaten) wordt het warmtetransporterend medium doorheen een buizenstelsel geleid, alwaar warmtewisseling optreedt met de bodem.

In dit artikel geven we een overzicht van de toepassingsmogelijkheden voor verwarming en koeling van gebouwen met de bodem als energiebron.

Alternatieven voor koudeproductie in gebouwen zijn:

- Natuurlijke nachtelijke ventilatie;
- Ijsbuffers;
- Adiabatische koeling;
- Koeltoren of droge koeler;
- ...
- **Energie uit de bodem**
 - Grondbuizen
 - Koude-warmteopslag
 - Boorgat-energieopslag

Grondbuizen zijn ingegraven beton of polyethyleen buizen die horizontaal in de bodem (diepte 1 – 5 m onder het maaiveld) worden ingegraven. De buitenlucht wordt doorheen de grondbuis aangezogen door een ventilatiegroep of op een natuurlijke manier zodat een voorverwarming of voorcooling wordt bereikt. De plaatsing en integratie in het gebouwconcept zijn eenvoudig maar de dimensionering (lengte, diameter, aantal, ...) is dit niet. Dit maakt dat het ontwerp niet zo eenvoudig is al men wel eens zou denken. Bijkomend is de warmteoverdracht tussen lucht en bodem weinig efficiënt, overdracht tussen water en bodem is een stuk efficiënter.

Grondbuizen vinden hun toepassing en nut in landen waar een groot temperatuursverschil tussen de zomer- en winter heerst en vooral in kleine (kantoor)gebouwen met heel beperkte koellast en met veel aandacht voor isolatie en passieve maatregelen tegen oververhitting. In Vlaanderen zijn in een aantal kantoorgebouwen grondbuizen toegepast en in reële omstandigheden opgemeten door VITO. Indien het verloop van buitentemperatuur en temperatuur na de grondbuis bekeken wordt, dan kan de indruk ontstaan dat er een grote invloed is (zie figuur 1) en bijgevolg groot vermogen. In absolute waarden naar vermogen toe, zijn deze echter beperkt en nemen deze snel af bij langdurig gebruik. Bij hogere buitentemperaturen kan een kantoorgebouw niet meer effectief gekoeld worden en is bijkomende koudeproductie vereist. Bijgevolg is hun bijdrage in de koude- en warmtevraag van een gebouw eerder beperkt en zijn de gerealiseerde vermogen vrij beperkt. De praktijkresultaten tonen dit duidelijk aan. Belangrijk aandachtspunten bij grondbuizen zijn het insijpelen van grondwater, het elektriciteitsverbruik door het extra ventilatorvermogen, plaatsing van filters, vochtgedrag van aangezogen lucht, ...

Koude-warmteopslag

Om grotere koelvermogens te leveren is de techniek van koude-warmteopslag (KWO) veel geschikter. Het systeem bestaat uit één of meerdere bronnen, die op een afstand van een honderdtal meter van elkaar worden geplaatst. Afhankelijk van de vraag naar koude of warmte wordt grondwater opgepompt uit één bron en na warmte- of koudeuitwisseling in een andere bron terug geïnjecteerd. Zo worden de bronnen per seizoen geladen en ontladen (zie figuur 2). Deze techniek kan echter niet overal in Vlaanderen toegepast worden daar grondwater niet overal op economisch haalbare dieptes beschikbaar is. De techniek is milieuvriendelijk (geen verbruik maar gebruik van grondwater) en zeer energiezuinig door het gebruik van zomerwarmte in de winter en winterkoude in de zomer. Bij een KWO-systeem kan dus zowel de opgeslagen koude als de opgeslagen warmte worden gevaloriseerd. Het hoofddoel is echter koeling, dit levert het grootste economisch nut op door de besparing op het elektriciteitsverbruik. Er zijn dan ook in Vlaanderen een tiental installaties in bedrijf / opbouw / opgemeten.

Vandaag de dag situeren de toepassingen voor KWO zich vooral in klimatisatietoepassingen voor kantoren, ziekenhuizen en proceskoeling. In het Klina ziekenhuis te Brasschaat produceert een KWO-installatie een koelvermogen van 1,2 MW voor de luchtbehandeling in operatie- en patiëntenkamers met één onttrekkings- en één infiltratiebron (zie figuur 3). Op het totale energieplaatje voor verwarming en koeling van het ganse ziekenhuis betekent dit een primaire energiebesparing van 44 % en een CO₂-reductie van 37 %!! Ondanks de hogere initiële investeringen is deze installatie op 5 jaar terugverdiend.

Boorgat-energieopslag

Een alternatief systeem voor opslag van warmte en koude dat overal kan toegepast worden is het gebruik van verticale bodemwarmtewisselaars of boorgat-energieopslag (BEO). Dit buizenstelsel (zie figuur 4) bestaat uit een aantal verticaal in boorgaten ingebrachte kunststofbuizen die hydraulisch met elkaar gekoppeld zijn (zie figuur 5). In functie van de onderlinge boorgatafstand (typisch 5 m), het aantal boorgaten en de boorgatdiepte (20 tot 150 m) wordt een zekere grondmassa bereikt die deelneemt aan de warmtewisseling. Zo wordt al snel een opslagveld gecreëerd met een volume van meerdere duizenden kubieke meters.

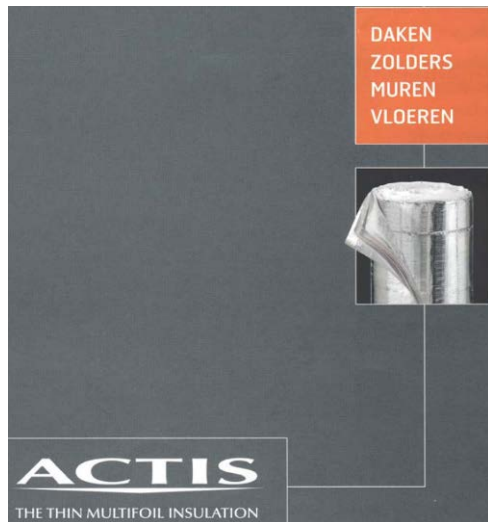
Deze systemen vereisen een HVAC-installatie opgebouwd uit lage temperatuursverwarming (bijv. vloerverwarming op regime 35/30°C) en hoge temperatuurskoeling op regime 14/18°C (bijv. betonkernactivering). In combinatie met warmtepompen behoren deze installaties tot de meest efficiënte warmtepompsystemen. De warmtepomp onttrekt warmte uit de bodem tijdens de winter en “pompt” deze op naar een hoger temperatuurniveau. Aan het eind van het stookseizoen is de bodem afgekoeld en kan de bodemkoude gebruikt worden tijdens periodes met koudevraag (dus zonder gebruik van warmtepomp). Deze koudelevering, ook “free cooling” genoemd, gebeurt aan een zeer hoog rendement, COP (coëfficiënt of performance) van pakweg 30. Dit kan omdat enkel een circulatiepomp nodig is om koude naar het gebouw te transporteren. De impact op het milieu (besparing op CO₂ en primaire energie) is dan uiteraard ook hoog. Door het gebruik van de opgeslagen koude wordt de bodem terug geregenereerd (terug opgewarmd) met het oog op een verbeterd warmtepompbedrijf tijdens het volgende stookseizoen.

Het uitgebreide geografische toepassingsgebied en de belangrijke besparing op het elektriciteits- en gasverbruik is dan ook één van de voornaamste troeven. In Vlaanderen worden momenteel een 4-tal grote installaties (meer dan 50 wisselaars) opgebouwd voor kantoorgebouwen, een rusthuis en een ziekenhuis. Dergelijke installaties hebben een terugverdientijd van ongeveer 7 à 10 jaar afhankelijk van de toepassing en energietarieven.

Besluit

Een doordacht ontwerp sluit het gebruik van actieve koeling zoveel mogelijk uit. Praktijkvoorbeelden bewijzen echter het tegendeel. Als er dan toch koeling nodig is, kan deze geleverd worden via moeder aarde. Hiervoor kan zowel de natuurlijk aanwezige koude als de opslagcapaciteit van de bodem aangewend worden. Grote energiebesparingen zijn mogelijk doordat vraag en aanbod van koude bij elkaar gebracht worden over de seizoenen heen. Er zijn een aantal alternatieven beschikbaar die de koude op een energie- en milieuvriendelijke manier produceren. Dat de bodem een quasi onuitputtelijke bron van energie is, waar we nog vele jaren van kunnen gebruik maken, leidt tot geen twijfel. Zeker met de huidige olie- en gasprijzen worden deze systemen al maar interessanter en vooral zijn ze milieuvriendelijker.

Bijlage: materialen



TECHNOPor Produktpalette

Standard	
PERIMETER 50	für die gängigsten Anwendungen geeignet Korngröße 30 bis 50 mm, loses Schüttgewicht ca. 170 kg/m ³
Spezialspezifikationen *	
FÜLL 100	für Leichtschüttungen, Schüttgewicht lose nur ca. 130 kg/m ³
DRUCK 50	für außergewöhnliche Druckbelastungen, Korndruckfestigkeit ca. 10 N/mm ²
STRASSENBAU	Schüttgewicht zw. 150 und 250 kg/m ³ , Korndruckfestigkeit bis 12 N/mm ²

* Die Produktion von Spezialspezifikationen erfolgt auf Anfrage.

Weitere Details zu den Produktdaten finden Sie im Internet unter: www.technopor.com



Perimeterdämmung unter der Bodenplatte



Perimeterdämmung seitlich zur Bodenplatte und Kellerwand



BAUEN AUF GLAS

4 in 1

- wärmedämmend
- lastabtragend
- kapillARBrechend
- drainierend



Bijlage:





Verslag blowerdoortest bij passiefhuis in aanbouw in Nijverdal, Erikaweg.
Aannemer: Karsten Daarlerveen.

Start 25 maart 6h30 's morgens. Test uitgevoerd door DWA.
Buitentemperatuur: ca +2 graden C. Binnentemperatuur: 24
Graden, met een luchtvochtigheid nabij 100% vanwege het
nog aanwezige bouwvocht.
Testdruk automatisch geregeld door blowerapparaat op -80
Pa, onderdruk dus. Met een IR-camera is vervolgens de hele
woning afgespeurd naar plaatsen waar duidelijke lekken
zichtbaar waren door instroom van de koude buitenlucht.
Resultaat na een uur onderzoek: klein lek bij sluiting van een
dakraam. De qv10-waarde 0,15 werd ruimschoots gehaald,
de woning voldeed aan de PH-eis.

