

The background image shows a modern, multi-story building with a glass facade and a courtyard area. In the courtyard, there are people walking, sitting on a bench, and a dog. The building has a grid-like structure with many windows. The sky is overcast. There are trees and greenery in the foreground and around the building. Two large white circles are overlaid on the image: one on the left containing the title, and one on the right containing a close-up of wood planks.

Whitepaper Installatie- armer bouwen

 **Lente
Akkoord 2.0**
Circular Industrieel Bouwen

September 2024



Whitepaper installatie- armer bouwen

Vanuit verschillende sectoren wordt gewerkt aan de verduurzamingsopgave in de gebouwde omgeving. De focus ligt daarbij voornamelijk op de energiezuinigheid, het materiaalgebruik en de milieu-impact daarvan en in mindere mate op het beperken en verkleinen van installaties en/of het toepassen van circulaire installaties. Dit terwijl 30 tot 50% van de door de bouw veroorzaakte milieubelasting voortkomt uit installaties; dit blijkt namelijk uit diverse mpg¹-berekeningen.

Binnen het Lente-Akkoord 2.0 is een themagroep installatie-armer bouwen opgericht om dit thema voor de woningbouw uit te werken. Het thema installatie-armer bouwen kent meerdere struikelblokken die niet alleen de bouwsector, maar ook de installatiesector raken. Daarnaast is het een onderwerp waar zowel de breedte als de diepte in kan worden gegaan en raakvlak heeft met verschillende stakeholders.

In deze white-paper zijn de kansen, struikelblokken en ideeën opgenomen om te komen tot een installatie-armer gebouw. Daarnaast is voor twee praktijkprojecten aangegeven waar we tegen aan lopen als we een concept installatie-armer gaan uitvoeren. Dit document vormt daarmee een eerste praatstuk voor relevante partijen/stakeholders hoe de huidige traditionele aanpak omgezet kan worden naar een andere manier van bouwen en denken en daarmee andere maatregelen of concepten.

¹ mpg: milieu prestatie gebouwen

Inhoudsopgave

1. Aanleiding voor de themagroep installatie- -armer bouwen.	06	4. Matrix met scenario's bij twee praktijkprojecten	12
2. Uitdaging bij installatie- -armer bouwen	07	a. grondgebonden woning / seriematige woningbouw; en	13
3. Thema's gerelateerd aan installatie- -armer bouwen	08	b. woongebouw met kleine studio's in licht bouwsysteem.	17
a. het ontwerp om installaties te beperken		5. Resumé	15
b. de losmaakbaarheid van installaties			
c. de milieu-impact van installaties			
d. de energieprestatie van gebouwen/ collectieve installaties			
e. het comfort voor de gebruiker/bewoner en aanpasbaarheid van de installatie			
f. de regelgeving (publiek- en privaatrechtelijk, normen/richtlijnen)			
g. netcongestie			



TAFELCAFÉ

TAFELCAFÉ



1. Aanleiding

Een duidelijk zichtbare trend is dat de laatste jaren juist meer aan installatietechniek in gebouwen toegepast wordt. Dit wordt met name veroorzaakt door:

- Behoeftte aan meer comfort: regeling per ruimte, koeling, garanderen luchtkwaliteit;
- Meer individuele invloed: regeling, monitoring en beveiliging;
- Hogere energetische ambities/eisen: opslag, PV, afstemming vraag en aanbod warmte/elektriciteit.

De toename in installaties lijkt tegenstrijdig aan het thema installatie-arter bouwen. Tegelijkertijd streven we niet naar volledig installatieloos concept. Vanuit de regelgeving, BENG-berekening of uit het oogpunt van comfort of gezondheid zijn installaties juist nodig, zie onderstaande tabel. In dat kader ligt de nadruk ook op meer benutten van de mogelijkheden om installatie-arter te bouwen.

Publieke en private regelgeving in relatie tot installaties

Legenda

V	Vereist
X	Niet vereist
O	Optioneel

	Verplicht vanuit Bbl?	Onderdeel BENG?	Eisen indien aanwezig	Comfort – voorzieningen	Gezondheid
Verwarming	X (opstelplaats)	V	V	V	O
Koeling	X (opstelplaats)	O	V	V	O
Ventilatie	'voorziening en capaciteit'	V	V		V
Warm tapwater	X	V	V	V	V
Elektriciteit	V	V	V	V	
Brandveiligheid	O / V		V		V
GBS – monitoring	X	Mogelijk op termijn	V nadere eisen te verwachten		
Energieopslag	X	Waarschijnlijk op termijn	Te verwachten		



2. Uitdaging bij installatie- armer bouwen

De wil om installatie-armer te bouwen is er vaak wel, maar levert in de praktijk op verschillende vlakken belemmeringen op. Onderstaand is een opsomming gegeven van punten waar marktpartijen voornamelijk tegenaan lopen. Verderop in deze white-paper is vervolgens per thema een korte toelichting gegeven.

- Bij (kleine) woningen worden installaties veelal overgedimensioneerd. Het vermogen van verwarmingsinstallaties of capaciteit van ventilatie-units is groter dan een kleine woning nodig heeft en zorgt voor een grotere milieu-impact.
- In verschillende installaties of componenten worden schaarse en/of schadelijke metalen gebruikt.
- Collectieve installaties komen vaak slechter uit de energieprestatieberekeningen dan individuele installaties waardoor de keuze op een individueel concept valt.
- De integraliteit van installaties. Een eenvoudiger ventilatiesysteem zoals systeem A (natuurlijke toe- en afvoer) met ramen of roosters is weliswaar installatie-arm, maar zorgt voor een verslechtering van het comfort en de energieprestatie ten opzichte van andere ventilatievarianten.
- De bewoner/gebruiker wenst een flexibele indeling van de woning, waarbij een slaapkamer eenvoudig kan worden gewijzigd in een studeer-/werkkamer. De installaties zijn daarbij niet flexibel om een juiste invulling van het gewenste bewonersgedrag te kunnen geven. Bijvoorbeeld een vaak niet-verwarmde slaapkamer versus een verwarmde studeer-/werkkamer.
- Er zijn nog te weinig circulaire installaties in de Nationale Milieudatabase (NMD) beschikbaar.
- Ook de beschikbaarheid van productkaarten van installaties (met name CAT 1) in de NMD is te beperkt.
- Een verdergaande verlaging van de energiebehoefte in zomer- en winter leidt niet tot het achterwege kunnen laten van installaties.
- De verantwoordelijkheden en belangen in de installatiesector zijn divers: leverancier, montage van installatie, onderhoud en beheer. Wie is nu verantwoordelijk voor de binnenklimaatprestatie en hoe beïnvloedt dat de milieu-impact van de installaties?
- Vanuit het opschalen van houtbouwconcepten en kunnen voorzien in betaalbare woningbouw is een versimpeling van het installatieconcept gewenst.



3. Toelichting per thema

Uit de voorgaande punten komt naar voren dat de benodigde installatietechniek een directe relatie heeft met andere thema's. Achtereenvolgens komen de volgende thema's aan de orde:

- a. het ontwerp om installaties te beperken
- b. de losmaakbaarheid van installaties
- c. de milieu-impact van installaties
- d. de energieprestatie van gebouwen/collectieve installaties
- e. het comfort voor de gebruiker/bewoner en aanpasbaarheid van de installatie
- f. de regelgeving (publiek- en privaatrechtelijk, normen/richtlijnen)
- g. netcongestie

3a Ontwerp

In veel gevallen wordt bij nieuwbouw en renovatie eerst gekeken hoe energie bespaard kan worden met (installatie)techniek. In mindere mate wordt onderzocht hoe natuurlijke elementen en het ontwerp kunnen bijdragen om de energiebehoefte (aanzienlijk) te reduceren, het zogenaamde passieve ontwerp. Dit vraagt een gebouwontwerp waarbij het gebruik van installaties zoveel mogelijk voorkomen wordt. Door slimme en bewuste ontwerpkeuzes zijn er veel minder reparaties/compensaties nodig met installatietechniek. Denk daarbij aan grote glasoppervlakken waardoor de warmtebehoefte (en de benodigde ruimteverwarming) daalt maar waardoor mogelijk ook een koelunit met een groot koelvermogen nodig is.



Er liggen veel kansen op stedenbouwkundig vlak en in het ontwerp van een woning/woongebouw om met meer passieve/bouwkundige maatregelen te komen tot minder installaties, bijvoorbeeld om actieve koeling te vermijden/beperken en minder verwarmingsvermogen nodig te hebben.

3. Toelichting per thema

Verlagen warmtebehoefte

- Creëren van bewuste ontwerpen, afgestemd op de gebruikers. Bijvoorbeeld beperkt/bewust toepassen van transparante delen in met name in leefvertrekken en in mindere mate in slaapvertrekken. De bouwregelgeving kan hierin een belemmering vormen omdat deze alleen 'verblijfsruimten' kent, zonder nuancering in daadwerkelijk gebruik.
- Optimaal gebruik maken van passieve zonne-energie/zon-georiënteerd ontwerp (zowel in winter- als zomerperiode), aandacht voor oververhitting door zonwering, ventilatieve koeling, overstekken.
- Waarderen van de faseverschuiving door de thermische massa van (met name) biobased materialen. Momenteel loopt een onderzoek naar de omvang van dit effect en of dit voldoende is om dat mee te nemen in bepalingsmethoden en simulatieprogramma's voor zowel energiegebruik als koude- en warmtebehoefte.
- Zorgen voor een optimale thermische schil: zeer lage infiltratie ($\alpha_{v,10}$), gevelopeningen met een hoge isolatiewaarde (lage U-waarde, optimale g_{gl} -waarde), details met beperkt warmteverlies (lage lineaire warmtegeleidingscoëfficiënt)
- Gebruik van fase veranderende materialen (PCM) om de thermische massa te vergroten.
- Gebruik van innovatieve isolatiematerialen en glas, waarvan de mate van zontroetreding niet constant is om zowel de warmte- als koelbehoefte te beperken.

Verlagen koudebehoefte

- Ontwerp: zonnabewust ontwerpen door overstekken op zuidoriëntatie, screens op oost/west oriëntatie, kleurgebruik gevels
- Handelingsperspectief: toepassen ventilatieve koeling (zomernachtventilatie).
- Omgeving: een groene en waterrijke omgeving met klimaatadaptieve maatregelen rondom het gebouw vermindert het 'urban heat effect' de opwarming en daarmee de hitte stress in verstedelijkt gebied (koppeling met KAN).
- Gedrag: houdt overdag de warmte zoveel mogelijk buiten: door de ramen/ buitendeuren te sluiten en de inzet van zonwering. Later op de avond en 's nachts is het buiten juist koeler en kunnen de ramen open om met behulp van de koelere buitenlucht de binnentemperatuur te verlagen.
- Gebruik van andere klimaatdata: Dit helpt niet om de koelbehoefte te beperken (in tegendeel!), maar wel om deze beter te kunnen inschatten tijdens het ontwerp. Daarmee wordt voorkomen dat berekeningen in de ontwerpfase (TO_{juli} , maar ook temperatuur overschrijdingsberekeningen en koellast-berekeningen) de koelbehoefte onderschatten, waardoor bewoners zich 'gedwongen' voelen tot achteraf plaatsen van airco's. In de huidige klimaatdata (vaak wordt NEN 5060 gebruikt) wordt de opwarming systematisch onderschat, door gebruik van

- klimaatdata uit het (recente) verleden, maar met name door het negeren van de invloed van omliggende bebouwing en verharding. Er wordt momenteel door het KNMI in opdracht van TKI en RVO gewerkt aan een klimaatjaar voor de toekomst.
- Vanaf 1 juli 2024 wordt bij de beoordeling van het risico op oververhitting (TO_{juli}) bij toepassing van actieve koeling gecontroleerd of er voldoende koelcapaciteit aanwezig is. In de NTA 8800 en ISSO 82.1 worden bij een onvoldoende koelcapaciteit aanvullende voorwaarden gesteld aan de verhouding raamoppervlak / gebruiksoppervlak en/of toepassing van zonwerende maatregelen zoals: zonwering, zonwerend glas en/of belemmeringen. Met deze bouwkundige maatregelen wordt het benodigde koelvermogen dan voldoende gereduceerd om aan de eisen uit de bouwregelgeving te kunnen voldoen.

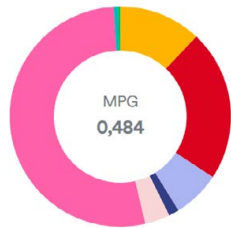


3b Losmaakbaarheid

Een gebouw waarvan de installaties eenvoudig kunnen worden vervangen zonder schade aan schil of draagstructuur, levert milieuwinst op en past binnen een circulaire strategie. Daarbij zijn wel verschillende aandachtspunten:

- Kanalen en leidingen worden in de woningbouw met name in de (afwerk)vloeren en wanden gestort of gefreesd waardoor deze bij een verbouwing of sloop niet losmaakbaar zijn van de bouwkundige constructie. Een toekomstige wijziging in gebruik van een ruimte zorgt daarmee direct voor aanzienlijke aanpassingen in installatietechniek én gebouw
- Ditzelfde geldt voor de verbinding van leidingen door een zachte chemische verbinding zoals kit of pur, een harde chemische verbinding zoals een lijmverbinding of chemische ankers en zelfs bij harde mechanische verbinding (knellen of persen).
- Toepassen van componenten die kunnen worden gereviseerd in plaats van het volledig vervangen en aanbrengen van een nieuwe installatie.

3. Toelichting per thema



3c Milieuprestatie van gebouwen (mpg)

- Bij (kleine) woningen worden installaties veelal overgedimensioneerd. Denk hierbij aan toepassing van een (individuele) warmtepomp of een wtw-unit met een vermogen/capaciteit die aanzienlijk groter is dan nodig voor het oppervlak van de woning.
- Dit leidt tot het gebruik van meer materiaal (en grondstoffen) en extra capaciteit. Dit wringt met de milieuprestatie en aanscherping daarvan.
- Het hergebruik van installaties of het verlengen van de levensduur van de installatie van 15 jaar naar bijvoorbeeld 25 jaar kan een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van installaties.
- De beschikbaarheid van productkaarten van installaties (met name CAT 1) in de NMD is beperkt. Voor bijvoorbeeld een warmtepomp die een forse bijdrage levert op de uitkomst van de mpg zijn een beperkt aantal milieuverklaringen beschikbaar. De verwachting is dat er binnenkort nieuwe CAT 1, 2 en 3 data aan de NMD wordt toegevoegd met schaalbare productkaarten.
- Voor verschillende installaties of componenten worden schaarse en/of schadelijke metalen gebruikt. De vraag naar kritieke grondstoffen groeit hard, terwijl de beschikbaarheid afneemt. Kritieke grondstoffen zijn natuurlijke metalen en mineralen die belangrijk zijn voor onze economie en maatschappij, maar waarvan we niet zeker weten of ze ook in de toekomst voldoende beschikbaar zijn. Denk daarbij aan staal, koper, lithium, aluminium, nikkel, etc.



3d Energie

- Collectieve installaties presteren vaak slechter in de energieprestatieberekeningen dan individuele installaties, door leiding- en opslagverliezen waardoor de keuze gemakshalve op een individueel concept valt. Door circulatieleidingen en opslag van warmte gaat thermische energie verloren. Terwijl een individuele installatie over het algemeen zorgt voor een hogere milieu-impact dan een collectieve installatie.
- Collectieve maar ook kleinere installaties beschikken vaak niet over de benodigde verklaringen, denk bijvoorbeeld aan een BCRG-verklaring ten behoeve van een energieprestatieberekening. Op basis van een BCRG-verklaring kan met een betere prestatie worden gerekend dan een forfaitaire waarde die veelal geldt voor een collectieve of kleine installatie.
- Naast een vaak slechtere waardering in de energieprestatieberekeningen vraagt een collectieve installatie aan de voorkant om een hogere initiële investering. Hoewel de kosten over de gehele levensduur (Total Cost of Ownership, TCO) bezien over het algemeen juist lager zijn, zijn de initiële investering vaak leidend in keuze in installatieconcept, mede doordat de investeerder vaak niet de beheerder is (split incentive). Daarbij heeft een individueel systeem als voordeel dat een bewoner meer handelingsperspectief heeft (keuzevrijheid).
- In de huidige bouwpraktijk wordt voornamelijk gekozen voor centrale voorzieningen (verwarming en ventilatie). Dit terwijl decentrale oplossingen voor verwarming of ventilatie in specifieke situaties juist flexibeler inzetbaar zijn en daarbij ook minder materiaal (kanaalwerk, capaciteit/vermogen) dan een centrale installatie.



- 'COP 1 concepten'. In de reguliere nieuwbouw worden voor verwarming en warmtapwater veelvuldig (individuele) warmtepompen toegepast. Met name bij kleine woningen en appartementen staat de investering en de milieu-impact van een warmtepomp niet in verhouding met woningomvang. Alternatieven zoals volledig elektrisch verwarmen met een COP van 1 (IR-panelen of elektrische radiatoren) zijn vanuit de bouwregelgeving (Besluit bouwwerken en leefomgeving) als los toestel (decentraal) wel toegestaan; als technisch bouwsysteem (geheel van warmteopwekking, distributie en afgifte) is dit echter niet toegestaan, al wordt deze



3. Toelichting per thema

techniek desondanks wel toegepast. Een elektrische cv-ketel met een distributie- en afgiftesysteem is dus verboden. Bij een woning met vier of vijf elektrische IR-panels die elk met een eigen thermostaat worden geschakeld en apart zijn aangesloten, is geen sprake van een bouwsysteem en geldt de systeemeis dus niet.

Daar ontstaat regelmatig een spanningsveld tussen de voordelen (o.a. lage investering, beperkte ingreep, weinig beslag op schaarse installatiecapaciteit, beperkt materiaalgebruik) en de nadelen (hoge gebruikskosten die bovendien slecht beheersbaar kunnen zijn, afwijkend comfort, benodigd aantal PV-panels ter compensatie en daarmee een potentieel enorme bijdrage aan de netcongestie).

In de discussie rondom installatie-arme bouwen kan onder voorwaarden mogelijk met meer nuance naar dit spanningsveld worden gekeken. Bij met name kleine woningen en appartementen in combinatie met een voldoende lage energiebehoefte (en alleen dan!) én een bewust gebruik, is een alternatief denkbaar. De randvoorwaarden hierbij moeten nader worden bepaald en vastgesteld.

Daarbij vraagt ook warmtapwater aandacht, hiervoor zijn alternatieven beschikbaar zoals een thermische warmtebatterij met zout als opslagmiddel. Overigens zijn voor een COP 1 concept meer PV-panels nodig dan bij een warmtepomp, waardoor de winst qua milieu-impact door het uitsparen van een warmtepomp (deels) wordt verminderd door de milieu-impact van de extra pv-panels.

3e Comfort / aanpasbaarheid aan gebruiker

- Minder installaties spreekt meerdere mensen aan op voorwaarde dat het comfortniveau gelijk blijft of verbetert. Denk daarbij aan het voorkomen van stralingsasymmetrie, tochtklachten of een beperkte tapwatercapaciteit. Voorbeelden van comfortabele woningen zijn onder andere te vinden bij de projecten waar de principes van Passief Bouwen zijn gehanteerd.
- De indeling en gebruik van de woning kan door wisselende woonwensen in de loop van de levensduur van de woning veranderen. De flexibiliteit van de aanwezige installaties is hierbij een aandachtspunt..

3f Regelgeving

Bij regelgeving kan onderscheid gemaakt worden in publiekrechtelijke regelgeving en privaatrechtelijke eisen. In algemene zin wordt er vanuit publiekrechtelijke regelgeving niet eens zo veel verplicht, maar als we ruimten gaan verwarmen of koelen gelden er privaatrechtelijk een hele serie voorschriften; denk daarbij aan: regelbaarheid, minimale temperaturen etc..

- Een terugkerende opmerking is dat de regelgeving innovaties zou belemmeren. Enerzijds klopt het dat de huidige normen, voorschriften en richtlijnen, zoals woningborg/SWK, NTA 8800 en ISSO-51 gericht zijn op bestaande technieken met bijbehorende veiligheidsfactoren. Anderzijds zijn innovaties altijd mogelijk mits deze een gelijkwaardige mate van energiezuinigheid, veiligheid en/of comfort hebben. De kosten voor het aantonen van de gelijkwaardigheid en het risico dat de toetsende instantie of kwaliteitsborger het niet gelijkwaardig vindt, staan echter niet altijd in de verhouding tot de beschikbare oplossing.
- Er zijn voor alternatieve installatieconcepten in beginsel geen kwaliteitsverklaringen (vanuit de BCRG) beschikbaar. Ook is er (nog) geen instantie die gelijkwaardigheid algemeen toepasbaar kan verklaren. Dit neemt niet weg dat ook voor een alternatief installatieconcept een kwaliteitsverklaring mogelijk is en beroep op gelijkwaardigheid op projectniveau open staat.
- Regelmatig worden bouwprojecten ontworpen met de regelgeving (Bbl) als prestatieniveau. Het Bbl is echter niet meer dan een minimale ondergrens ('bezemwagen'), waardoor een optimale en integrale afstemming van alle hiervoor genoemde aspecten niet plaatsvindt.

3g Netcongestie

Afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden om installatie-arme te bouwen kan netcongestie worden verminderd. Dat ligt dan wel op de lijn van vergaande beperking van de warmte- en koudebehoefte, gebruik van PCM, installaties met een lager vermogen, betere afstemming van vraag en aanbod en opslag van energie.

4. Praktijk- voorbeelden

Het thema installatie-arder bouwen kent meerdere uitdagingen en kansen die niet alleen de bouw- en installatiesector aangaan, maar ook opdrachtgevers, leveranciers, wetgevers, bewoners, etc. Om inzicht te geven in de uitdagingen voor installatie-arder bouwen zijn twee praktijkvoorbeelden uitgewerkt. Het gaat om een grondgebonden woning en een appartementengebouw met studio's van circa 20 m².



Impressie grondgebonden woning en woongebouw (bron: Trebbe / de Alliantie)

Voor beide woningtypen is een matrix opgesteld waarbij naast het referentieconcept twee varianten zijn uitgewerkt. Voor elke variant is op basis van kennis en ervaring gekeken naar de volgende parameters:

- Ontwerp
- Regelgeving
- Bewoner / gebruiker
- mpg
- Losmaakbaarheid
- BENG

4. Praktijkvoorbeelden

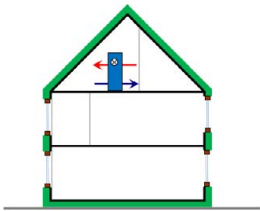
- TO_{juli}
- Koeling
- Netcongestie / salderen
- Total cost of ownership (TCO)
- Praktijk: kansen / risico's

Per parameter is het scenario beoordeeld en voorzien van een korte toelichting. Er zijn per scenario geen berekeningen opgesteld. In bijlage 1 is de volledige matrix opgenomen, in deze paragraaf een korte toelichting.

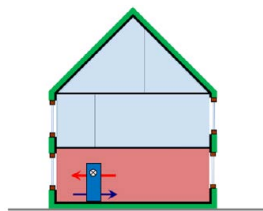
4a Grondgebonden woning

Voor de grondgebonden woning is een vergelijking gemaakt tussen de volgende scenario's:

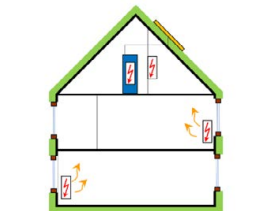
- Scenario 1: een regulier installatieconcept met warmtepomp en afgiftesystemen op alle bouwlagen;
- Scenario 2: geen afgiftesysteem voor verwarming op de verdiepingen, beperkt vermogen warmtepomp
- Scenario 3: Passief ontwerp met weinig installatietechniek: IR-panels voor verwarming en warmtapwaterbereiding met (zonne-/zout)boiler



Scenario 1. Bbl-niveau met individuele warmtepomp



Scenario 2. Geen verwarming verdiepingen en kleiner vermogen warmtepomp



Scenario 3. Passief ontwerp / geen warmtepomp

In het eerste scenario is een veel voorkomend concept met een thermische schil op het niveau Besluit bouwwerk leefomgeving (Bbl) met warmtepomp uitgewerkt. In de matrix zijn voor de hiervoor genoemde onderdelen de kansen, belemmeringen en/of aandachtspunten weergegeven.

Bij scenario 2 is het afgiftesysteem op de verdiepingen achterwege gelaten, de thermische schil verbeterd, vormt ventilatiesysteem D een voorwaarde en is het vermogen van de warmtepomp verkleind. Dit concept biedt een hogere mate van flexibiliteit in het gebruik op de verdiepingen voor de bewoner, tegelijkertijd wordt niet voldaan aan de eisen van SWK/Woningborg qua regelbaarheid en minimale ruimtetemperaturen. Daarnaast geeft de BENG-systematiek aan dat bij het ontbreken van een warmte-afgifte in verblijfsruimten (o.a. slaapkamers) rekening moet worden gehouden met een lokaal elektrisch toestel (met een COP:1). Dit vraagt als compensatie meer PV-panelen en een ongunstige mpg-score.

Bij scenario 3 kan met een passief ontwerp een aanzienlijke reductie van de warmte- en koudebehoefte worden gerealiseerd. Hierdoor is de vraag naar verwarming beperkt. Warm tapwater wordt ingevuld door een zonne-/zoutboiler. Keerzijde is dat het concept als gevolg van de extra bouwkundige voorzieningen een hogere investering vraagt, terwijl de lagere energielasten bij de bewoner liggen. Tegelijkertijd biedt het concept kansen ten aanzien van comfort en TCO.

Het verminderen van installaties vraagt om andere maatregelen en biedt andere kansen en uitdagingen voor een gelijkblijvend of betere mate van comfort, energiezuinigheid, etc.

4. Praktijkvoorbeelden

Matrix afweging – installatie–armer bouwen / 4a Grondgebonden woning

Projectgegevens

Rijwoning – tussenwoning
afmeting 5,4 m x 8,9 m
seriematige woningbouw



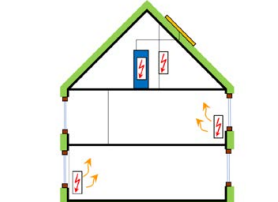
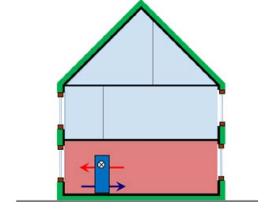
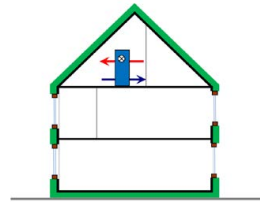
Impressie rijwoning (bron: Trebbe)

Scenario 1. Warmtepomp (traditioneel)

Scenario 2. Geen verwarmingssysteem op verdiepingen

Scenario 3. Passief ontwerp met weinig installatietechniek

Onderdeel



Omschrijving

- Thermische schil: steenachtig casco, Rc/U-waarden conform Bbl
- Verwarming/tapwater: individuele warmtepomp (circa 5 kW)
- Afgifte: vloerverwarming BG/verdieping en/of convectoren
- Ventilatie: systeem D (of eventueel onder voorwaarden systeem C)
- Koeling: compressiekoeling / bodemkoeling
- PV: sluitpost voor behalen energie-ambitie, veelal geen PV-panelen nodig voor behalen BENG

- Thermische schil: steenachtig casco, **Rc/U-waarden bij voorkeur Bbl+**
- Verwarming/tapwater: individuele warmtepomp 'klein' **vermogen ± 2,5 kW**
- Afgifte: BG vloerverwarming & verdiepingen: **geen verwarming**
- Ventilatie: **systeem D (voorwaarde)**
- Koeling: BG optioneel en verdiepingen zonwering
- PV: nodig. **Verdieping bij ontbreken opwekker cf. ISSO 82.1 rekenen met COP: 1 concept voor verwarming (lokale elektrische verwarming) met een aanzienlijke verslechtering van de berekende energieprestatie als gevolg.**

- Focus op lage warmte- en koudebehoefte: **Passief ontwerp**
- **Geen warmtepomp voor verwarming, tapwater en/of koeling**
- Verwarming: luchtverwarming of IR-panelen/elektrische radiatoren
- Warmtapwater: (zonne)boiler / zoutboiler
- Ventilatie: systeem D
- Koeling: overstek / buitenzonwering / ventilatieve koeling
- PV t.b.v. BENG-2/3 en t.b.v. zoutboiler warmtapwater

Onderdeel

Ontwerp



Met een 'standaard' ontwerp kan relatief eenvoudig aan de BENG-eisen voldaan worden. Afhankelijk van het glasoppervlak is soms optimalisatie van het ontwerp nodig om aan BENG-1 eis en/of TOjuli-eis te voldoen.

Door het gekozen installatieconcept kan eenvoudig voldaan worden aan BENG-2 en BENG-3 eis; een optimaal ontwerp is daarvoor geen randvoorwaarde."



Verlagen warmte- en koudebehoefte wenselijk/noodzakelijk om te voldoen aan BENG en TOjuli. Denk daarbij aan optimalisatie ontwerp (aandeel glas), betere Rc/U-waardes, goede luchtdichtheid en de toepassing van gebalanceerde ventilatie met WTW is een voorwaarde om de warmtebehoefte te beperken.



Vraagt bewust ontwerp en uitvoering (vergelijkbaar met Passief Bouwen).

Oog voor winter- en zomerperiode: oriëntatie/aandeel glas, geometrie, isolatie/luchtdichtheid, belemmeringen/overstekken, ventilatieve koeling, etc.

Regelgeving



Voldoet aan SWK/Woningborg eisen qua regelbaarheid en minimale temperatuur in ruimte.

Gangbaar toegepast vermogen van de warmtepomp is ruimschoots voldoende."



Voldoet wel aan eisen uit Bbl. Het Bbl stelt geen eisen aan de positie van het afgiftesysteem en/of minimale ruimtetemperatuur.

Met een concept zonder verwarming op de verdieping wordt niet voldaan aan eisen SWK/Woningborg vereiste regelbaarheid en ruimtetemperatuur.



"Volledig elektrisch verwarmen met een COP: 1 (IR-panelen of elektrische radiatoren) zijn vanuit de bouwregeling (Bbl) als los toestel (decentraal) wel toegestaan. Als technisch bouwsysteem (geheel van warmteopwekking, distributie en afgifte) is dit echter niet toegestaan (EPBD III).

COP:1 concept ongunstig voor BENG2/3"

4. Praktijkvoorbeelden

Matrix afweging – installatie–armer bouwen / 4a Grondgebonden woning

		Scenario 1. Warmtepomp (traditioneel)	Scenario 2. Geen verwarmingssysteem op verdiepingen	Scenario 3. Passief ontwerp met weinig installatietechniek
Onderdeel	Bewoner / gebruiker	<p>?</p> <p>Beproeft energieconcept. In veel gevallen staat het warmteafgiftesysteem in de slaapkamer uit, tenzij kamer gebruikt wordt als studeer/werkkamer.</p>	<p>+</p> <p>Grote mate van flexibiliteit op te verdieping, bij gebruik van ruimte als studeerkamer is een elektrische radiator of infrarood-paneel een optie. Energetisch heeft een infrarood paneel de voorkeur, aangezien dit paneel de mensen effectiever verwarmd dan het verwarmen van de lucht. Hierdoor is in combinatie met slimme regeling minder vermogen nodig dan bij elektrische radiatoren.</p>	<p>+</p> <p>Door Passief ontwerp keuze's hoog comfort. Daarnaast door decentrale afgiftesystemen grote mate van flexibiliteit.</p>
	MPG	<p>✗</p> <p>De milieu-impact van de warmtepomp is fors, daarmee een ongunstige MPG-uitkomst. Momenteel nog beperkte CAT-1/2 data beschikbaar.</p> <p>Warmtepomp is veelal overgedimensioneerd, meer materiaal wringt met toekomstige aanscherping.</p>	<p>?</p> <p>Warmtepomp met lager vermogen is in theorie gunstiger in MPG, of dat ook uit de berekening blijkt is afhankelijk van de beschikbare data (CAT-1/2).</p> <p>Kanttekening is dat lokale elektrische afgiftesystemen nog niet in de MPG in te voeren zijn. Daarnaast zorgen de benodigde compenserende maatregelen (PV-panelen en/of extra isolatie) voor een verslechtering van de uitkomst.</p>	<p>?</p> <p>Lokale elektrische afgiftesystemen zijn nog niet in de MPG in te voeren. Daarnaast zorgen de benodigde compenserende maatregelen (PV-panelen en/of extra isolatie) voor een verslechtering van de uitkomst. Het ontbreken van een warmtepomp levert een voordeel op in de MPG-berekening.</p>
	Losmaakbaarheid	<p>✗</p> <p>Veelal ingestorte kanalen/ vloerverwarming, etc. in betonconstructie.</p> <p>Het afgiftesysteem is niet eenvoudig aanpasbaar aan toekomstige bewoner/wijziging woonwens</p>	<p>?</p> <p>Flexibel installatieconcept op de verdieping: geen ingestorte afgiftesystemen. Ingestorte kanalen bij warmtepomp op begane grond,</p>	<p>✓</p> <p>Flexibel installatieconcept geen ingestorte afgiftesystemen. Wel aandacht voor losmaakbaarheid in relatie tot aftapen meerdere aansluitingen in verband met de verbeterde luchtdichtheid van de woning.</p>
	BENG	<p>✓</p> <p>Voldoet veelal zonder of met beperkt aantal PV-panelen aan BENG-eisen.</p>	<p>✗</p> <p>Bij ontbreken opwekker op verdiepingen moet volgens opnameprotocol (ISSO 82.1) gerekend worden met een lokale elektrische opwekker (COP: 1). Dit is ongunstig voor BENG2/3.</p>	<p>✗</p> <p>COP:1 concept vraagt om meer PV-panelen voor het behalen van BENG-2/3</p>
	TO _{juli}	<p>✓</p> <p>TO_{juli} is haalbaar afhankelijk van oppervlakte ramen en zonerende maatregelen, mogelijk onderbouwing koelcapaciteit nodig per 1 juli 2024</p>	<p>✓</p> <p>TO_{juli} is haalbaar afhankelijk van oppervlakte ramen en zonerende maatregelen, mogelijk onderbouwing koelcapaciteit nodig per 1 juli 2024</p>	<p>✓</p> <p>Met passieve maatregelen die onderdeel zijn van het concept wordt voldaan aan TO_{juli}.</p>
	Koeling	<p>✓</p> <p>Installatieconcept heeft de mogelijkheid om te koelen (warmtepomp)</p>	<p>?</p> <p>Mogelijkheid voor actieve koeling op verdiepingen ontbreekt. Een apart koelsysteem kan, maar is niet wenselijk. Dat vraagt juist een extra installatie.</p>	<p>✓</p> <p>Passieve maatregelen zoals: screens, ventilatieve koeling, overstekken, etc. zijn al onderdeel van het concept. Geen actieve koeling nodig.</p>
	Netcongestie / salderen	<p>?</p> <p>Warmtepomp is minder gevoelig voor netcongestie ten opzichte van COP:1 concept en/of concept met veel PV-panelen.</p> <p>Stimulus / noodzaak voor verdere vraagbeperking is niet aanwezig. Terwijl vraagbeperking het elektriciteitsgebruik van de warmtepomp verder kan beperken.</p>	<p>?</p> <p>Warmtepomp heeft lager vermogen ten opzichte van referentieconcept. Dat beperkt het risico op netcongestie.</p> <p>Bij veelvuldig gebruik van de elektrische afgiftesystemen (op de verdieping) heeft het concept negatieve invloed op balans van het elektriciteitsnet.</p> <p>Met een elektrisch afgiftesysteem gevoeliger voor salderingsregels.</p>	<p>+</p> <p>De warmte- en koudevraag is in dit concept klein en in balans; de elektriciteitsvraag is daarmee laag.</p> <p>Zoutaccu / PCM / zonthermisch concept kan warmtapwater bufferen en daarmee netcongestie beperken.</p>

4. Praktijkvoorbeelden



Matrix afweging – installatie–armer bouwen / 4a Grondgebonden woning

		Scenario 1. Warmtepomp (traditioneel)	Scenario 2. Geen verwarmingssysteem op verdiepingen	Scenario 3. Passief ontwerp met weinig installatietechniek
Onderdeel	TCO	<p>–</p> <p>In vergelijking met concept met lagere energiebehoefte en low-tech installaties in het nadeel.</p>	<p>+</p> <p>Minder installaties levert in dit concept lagere TCO dan een traditioneel concept.</p>	<p>+</p> <p>Minder installaties levert in dit concept lagere TCO dan een traditioneel concept. Daarnaast zorgt een optimale thermische schil / integraal ontwerp voor de langere termijn voor een lagere TCO. Extra investering in de thermische schil...</p>
	Praktijk: kansen / risico's	<p>i</p> <p>Integrale afstemming ontwerp – installatietechniek ontbreekt soms: discomfort bewoners is een risico (koudeval, geluid, te warm/koud, energierekening, regelbaarheid, etc.)</p>	<p>i</p> <p>Thermische kwaliteit verdiepingsvloer is mogelijk relevant voor verwarmings/koelcapaciteit begane grond. Dit vraagt nader onderzoek.</p>	<p>i</p> <p>Zeer lage warmte/koude vraag is een voorwaarde van dit concept.</p> <p>Concept vraagt bewust bewonersgedrag in zomer en winterperiode.</p>
	Vervolgactie / afstemmen met		<ul style="list-style-type: none"> – Leveranciers: levering van warmtepompen met kleiner vermogen (incl. CAT-1 productkaart en BCRG-verklaring) – SWK/woningborg: afwijken van minimale ruimtetemperatuur / regeling? – Overheid: nader onderzoek of huidige invoerwijze BENG representatief is voor daadwerkelijk energieverbruik (uren en vermogen van IR-panelen). 	<p>Nader onderzoek wenselijk over invoer en waardering COP: 1 concept in regelgeving in relatie tot werkelijk gebruik (hoeveel dagen in het jaar nodig?)</p> <p>Waardering van bouwkundige maatregelen in relatie tot uitkomst BENG-1/2/3.</p>

✘ Belangrijk knelpunt

✓ Voldoet / haalbaar

– Verslechtering t.o.v. referentie

+ Verbetering t.o.v. referentie

i Vraagt aandacht / nader onderzoek

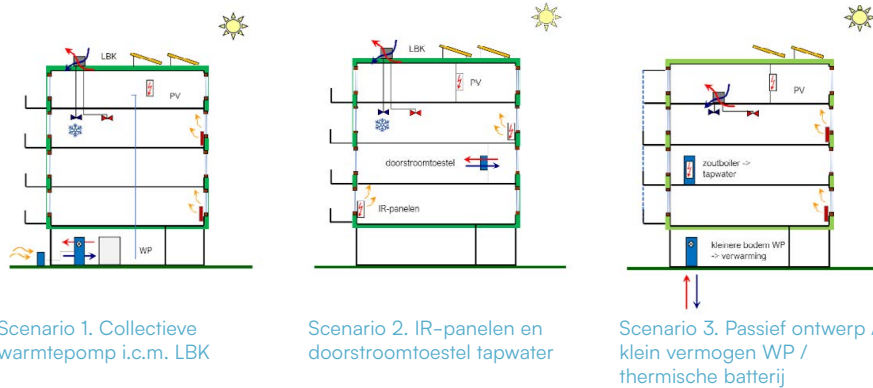
? Vormt een kans maar ook een uitdaging

4. Praktijkvoorbeelden

4b Woongebouw

Voor de kleine studio's is een matrix opgesteld volgens dezelfde opzet als de grondgebonden woning die hiervoor is toegelicht met de volgende varianten:

- Scenario 1: collectieve lucht/water warmtepomp voor verwarming/koeling in combinatie met Luchtbehandelingskasten
- Scenario 2: IR-panels en doorstroomtoestel tapwater
- Scenario 3: verwarming collectief met een klein vermogen warmtepomp en tapwater individueel met een PCM boiler.



In het eerste scenario wordt uitgegaan van een collectieve lucht/water warmtepomp, een afleverzet in de appartementen en een luchtbehandelingskast met topkoeling. Een regulier concept dat voldoet aan de regelgeving en in basis geschikt is voor een woongebouw met kleine studio's. Tegelijkertijd vraagt deze collectieve warmtepomp voor een grote opstelruimte in het woongebouw, distributie leidingen in de verkeersruimten. Doorgaans wordt de installatie aangeschaft en geëxploiteerd door een ESCo. Voor de bewoners betekent dat maandelijkse kosten (vastrecht) naast de warmte/koude die wordt afgenomen en wordt afgerekend en een ESCo constructie met een vastrecht voor bewoners.

Het tweede scenario gaat uit van een individueel systeem bestaande uit IR-panels en een doorstroomtoestel of een elektrische boiler. Een installatie-arder concept, maar tegelijkertijd een concept dat niet aan BENG voldoet, een te hoge aansluitwaarde heeft (met name door het doorstroomtoestel), en niet met PV-panels op het dak

gecompenseerd kan worden. Dit terwijl een stralingspaneel wat gelet op het type bouw, doelgroep en afmetingen van de studio's een goed concept leek.

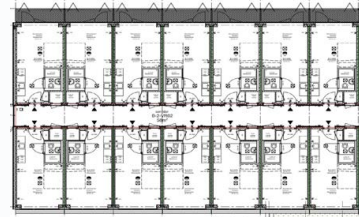
Bij het derde scenario is uitgegaan van een passief ontwerp, een collectieve bodem/water warmtepomp voor verwarming met een klein vermogen en een thermische batterij voor tapwater. In combinatie met gebalanceerde ventilatie en afhankelijk van de energie-ambitie met betrekking tot PV-panels geeft dit scenario nog steeds veel installaties. Maar door verregaande aandacht voor een lage warmte- en koudebehoefte heeft dit scenario een kleinere impact dan een regulier concept.

4. Praktijkvoorbeelden

Matrix afweging – installatie–armer bouwen / 4b Woongebouw

Projectgegevens

Appartementengebouw (modulebouw) met kleine studio's
 290 woningen, waarvan 232 nieuwbouw en 58 woningen transformatie
 – studio's nieuwbouw: circa 23 m²
 – studio's transformatie: circa 27 m²



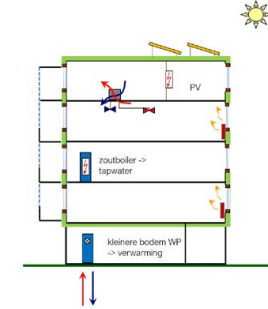
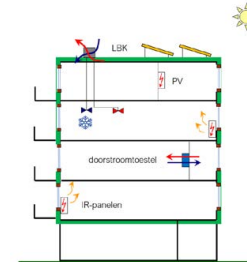
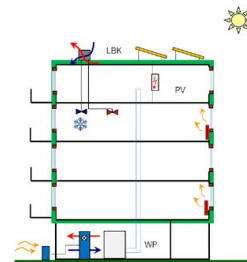
Impressie appartementengebouw (bron: de Alliantie)

Scenario 1. Warmtepomp (traditioneel)

Scenario 2. Geen verwarmingssysteem op verdiepingen

Scenario 3. Passief ontwerp met weinig installatietechniek

Onderdeel



Omschrijving

- **Bouwconstructie: licht bouwsysteem**
- Thermische schil: Rc/U-waarden conform Bbl
- Verwarming/tapwater: **collectieve lucht/water warmtepomp (ESCo)** met afleverzet per appartement
- Afgifte: convectoren
- Ventilatie: centrale luchtbehandelingskast met koelsectie
- Koeling: in beperkte mate door koudelevering LBK
- PV: beschikbaar dakvlak voorzien van PV

- **Bouwconstructie: licht bouwsysteem**
- Thermische schil: **Rc/U-waarden bij voorkeur Bbl+**
- Verwarming / afgifte: **IR-panels**
- Tapwater: **elektrisch doorstroomtoestel**
- Geen koeling, buitenzonwering
- Ventilatie: centrale luchtbehandelingskast met koelsectie
- PV: beschikbaar dakvlak te klein voor compensatie elektrische verwarming en doorstroomtoestel, mede gezien het aantal woonlagen.

- **Bouwconstructie: licht bouwsysteem**
- Focus op lagere warmte- en koudebehoefte: **Passief ontwerp**
- **Kleine collectieve bodem warmtepomp voor verwarming en koeling**
- Warmtapwater: individuele zoutboiler i.c.m. PV-panels (PCM-boiler)
- Afgifte: convectoren
- Ventilatie: individueel gebalanceerde ventilatie met WTW
- Koeling: overstek / buitenzonwering / ventilatieve koeling
- PV compensatie tapwater en ruimteverwarming

Onderdeel

Ontwerp



Aandacht voor lichte bouwconstructie (modulebouw) i.v.m. thermische capaciteit. Licht bouwen leidt tot een verslechtering van EP-1 & TOjuli.
 EP-1 is de hoeveelheid energie die verdwijnt via de buitenkant van het gebouw, de energie die nodig is om de woning te verwarmen of eventueel te koelen, terwijl die woning wordt geventileerd met een standaard ventilatiesysteem.

Aandacht voor lichte bouwconstructie (modulebouw) i.v.m. thermische capaciteit en BENG-1 eis/TOjuli.



Vraagt bewust ontwerp en uitvoering (vergelijkbaar met Passief Bouwen).

Oog voor winter- en zomerperiode: oriëntatie/aandeel glas, geometrie, isolatie/lichtdichtheid, belemmeringen/overstekken, ventilatieve koeling, serre als voorverwarming lucht, etc.

4. Praktijkvoorbeelden



Matrix afweging – installatie–armer bouwen / 4b Woongebouw

		Scenario 1. Warmtepomp (traditioneel)	Scenario 2. Geen verwarmingssysteem op verdiepingen	Scenario 3. Passief ontwerp met weinig installatietechniek
Onderdeel	Regelgeving	✓ Met een collectieve lucht/water WP kan aan de BENG-eisen worden voldaan. Opwekker warmtapwater en distributieleidingen vragen veelal om optimalisatie.	✗ Studio's kunnen niet voldoen aan BENG-2/3 eisen. Het dakoppervlak is te klein voor compensatie COP: 1 concept, mede gezien het aantal woonlagen.	✓ Met passief ontwerp i.c.m. klein collectief kan aan BENG/TOjuli worden voldaan
	Bewoner / gebruiker	? Hoge investeringkosten kunnen leiden tot een hoger vastrecht maar kan ook in de BAK (bijdrage aansluitkosten) opgelost worden.	+	+
	MPG	+	✗	?
	Losmaakbaarheid	✗ Veel leidingen in gemeenschappelijke verkeersruimte en schachten. Niet eenvoudig aanpasbaar aan toekomstige wijziging van gebouw.	✓	✗
	BENG	✓ Kan met voldoende PV-panelen voldoen aan BENG-eisen, mede afhankelijk van keuze voor warmtapwater en bouwstelsel.	✗ Voldoet niet aan BENG-2/3 eis. Daarnaast is BENG-1 een uitdaging gezien het bouwstelsel en het glasoppervlak.	+
	TOjuli	i Kritisch als gevolg van licht bouwstelsel en groot glasoppervlak. Haalbaar, afhankelijk van oppervlakte ramen en zonwerende maatregelen, mogelijk onderbouwing koelcapaciteit nodig per 1 juli 2024	i Kritisch als gevolg van licht bouwstelsel en groot glasoppervlak. Veel zonwerende maatregelen zijn nodig.	✓ Met passieve maatregelen die onderdeel zijn van het concept wordt voldaan aan TOjuli.
	Koeling	✓ Actieve koeling door koelsectie in LBK of koeling op zomerbedrijf door lucht/water warmtepomp is mogelijk.	✗ Mogelijkheid voor actieve koeling ontbreekt bij IR-panelen, tenzij hiervoor een aparte installatie wordt gerealiseerd. En dat is onwenselijk vanuit de gedachte om installatie-arm te bouwen.	✓ Passieve maatregelen zoals: screens, ventilatieve koeling, overstekken, etc. zijn al onderdeel van het concept.
	Netcongestie / salderen	? Warmtepomp is minder gevoelig voor netcongestie ten opzichte van COP:1 concept en/of concept met veel PV-panelen. Stimulus / noodzaak voor verdere vraagbeperking is niet aanwezig. Terwijl vraagbeperking het benodigde elektriciteitsgebruik verder kan beperken.	✗ De aansluitwaarde als gevolg van de theoretische vraag naar elektriciteit voor ruimteverwarming en warmtapwater is te groot. Nader onderzoek wenselijk of de hoge aansluitwaarde (piekbelasting) uitsluitend rekenkundig is en overeenkomt met de praktijk.	+

4. Praktijkvoorbeelden



Matrix afweging – installatie–armer bouwen / 4b Woongebouw

	Scenario 1. Warmtepomp (traditioneel)	Scenario 2. Geen verwarmingssysteem op verdiepingen	Scenario 3. Passief ontwerp met weinig installatietechniek
TCO	<p>+</p> <p>Een collectief installatieconcept heeft een lagere TCO ten opzichte van een individueel concept (warmtepomp).</p>	<p>+</p> <p>Minder installaties levert in dit concept lagere TCO dan een traditioneel concept. Het energieverbruik zal wel hoger worden.</p>	<p>+</p> <p>Minder (collectieve) installaties levert in dit concept lagere TCO dan een traditioneel concept. Daarnaast zorgt een optimale thermische schil / integraal ontwerp voor de langere termijn voor een lagere TCO.</p>
Praktijk: kansen / risico's	<p>i</p> <p>Veel leidingwerk in verkeersruimte van gebouw lichte bouwconstructie door modulebouw (zomercomfort)</p>	<p>i</p> <p>In de praktijk qua investering, beperkt ruimtebeslag en snel reagerend systeem wenselijk. Alleen rekenkundig en qua aansluitwaarde niet haalbaar..</p>	<p>i</p> <p>Zeer lage warmte/koude vraag is een voorwaarde van dit concept.</p>
Vervolgactie / afstemmen met		<p>- Overheid/netbeheerder: haalbaarheid dergelijk concept (BENG en aansluitwaarde)"</p>	<p>Concept vraagt bewust bewonersgedrag in zomer en winterperiode.</p> <p>Waardering van bouwkundige maatregelen in relatie tot uitkomst BENG-1/2/3.</p>

x Belangrijk knelpunt

- Verslechtering t.o.v. referentie

i Vraagt aandacht / nader onderzoek

v Voldoet / haalbaar

+ Verbetering t.o.v. referentie

? Vormt een kans maar ook een uitdaging



5. Resumé

Een ontwerp waarbij installatie-armer wordt gebouwd vraagt om een iets andere manier van bouwen/denken en daarmee andere maatregelen of concepten. Daarbij uitgaande van een gelijkblijvende mate van comfort, energiezuinigheid, etc. Dit betekent voor de gehele sector om een andere insteek dan de huidige traditionele aanpak. Denk daarbij aan:

- **Ontwerpers:** in het ontwerp meer focus op het beperken van de koude- en warmtebehoefte (Passief ontwerpen)
- **Bouwers/installateurs:** verder integrale aanpak tussen de sectoren bouwkunde en installatietechniek.
- **Leveranciers:** aandacht voor installaties met kleinere vermogens, losmaakbaarheid, milieuprestatie
- **Publiek/privaatrechtelijke regelgeving:** regelgeving optimaal afstemmen op installatie-armer concept
- **Opdrachtgevers:** in uitvraag voldoende mogelijkheden creëren voor installatie-armer concept (budget, aanpak, TCO)
- **Adviseurs en rekentools:** meer aandacht voor de daadwerkelijk kwaliteit van een installatieconcept afgestemd op de specifieke gebruiker en/of het gebouwontwerp. Voorkomen moet worden dat de BENG-systematiek als 'ontwerptool' gebruikt wordt.

