

# Mag het een onsje meer zijn?

Er heerst een algemeen gevoel in het vakgebied dat er te veel vermogen opgesteld wordt voor warmte en koude. Dit artikel geeft een opiniërende bijdrage naar aanleiding van een gevoerde discussie op de LinkedIn-group van de TVVL. De volgende ingrediënten komen aan bod: huidige rekenmethodes en ervaringen hiermee, de beschikbaarheid van praktijkdata, de gevolgen van overdimensionering, de invloed van 'het ontwerpproces' en een visie op aanpassing van de rekentools.

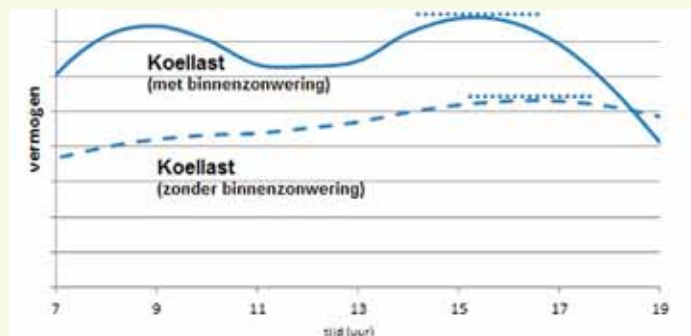
Dr.ir. C.J. (Kees) Wisse, DWA

Mateloze bewondering heb ik altijd voor die kaasboeren. Je staat in de winkel, je vraagt om een pond kaas en vervolgens pakt de kaasboer(in) een soort snijdraad, hij of zij kijkt met een kennersblik naar de kaas, richt, snijdt en weegt. En jawel, precies de hoeveelheid die je gevraagd hebt. Dat is pas vakmanschap. In ons nobele vak van de installatietechniek kunnen we hier alleen maar van dromen. Begin 2013 werd op de LinkedIn-group van de TVVL een discussie opgestart door Jan Grift van Energy Matters met de volgende vraag:

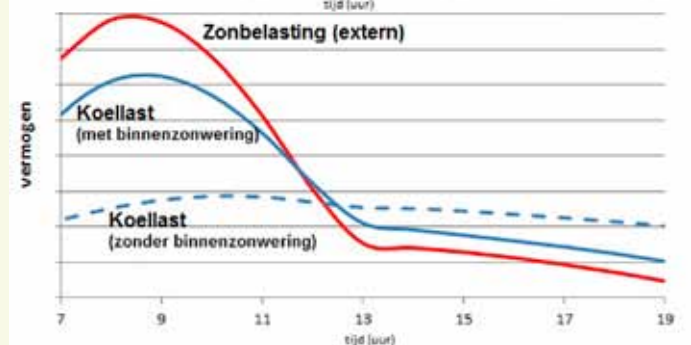
*Ik kom regelmatig klanten tegen die 1,5 tot 2 keer het gemeten piekvermogen aan warmte en koude hebben geïnstalleerd; ook waar geen redundantie vereist is. Installaties zijn daardoor onnodig duur, draaien inefficiënt en zijn slecht regelbaar. Evalueren installatieadviesbureaus hun berekeningen en passen ze hun berekeningen aan of durven ze niet af te wijken van VABI-pakketten en dergelijke? Misschien behoeven de rekenmethodieken aanpassing omdat de energiebalansen van gebouwen aan het schuiven zijn? Wat is jullie ervaring en visie hierover?*

Op verzoek van de redactie van het TVVL Magazine, volgt in dit artikel een uitwerking van de gevoerde discussie. Dit aan de hand van een aantal stellingen, voorafgegaan door een korte beschouwing over de methodes die in omloop zijn voor de bepaling van het piek-

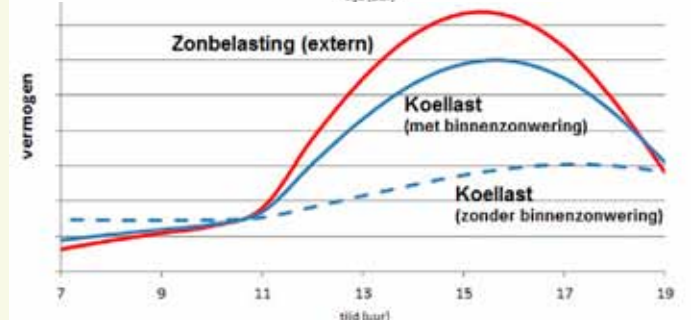
Gebouwniveau



Oost



Zuidwest



-Figuur 1- Illustratie zombijdrage aan koellast in NEN 5067 (voorbeeld)

vermogen (ook wel het 'ontwerpvermogen' genoemd).

## BEPALING PIEKVERMOGEN

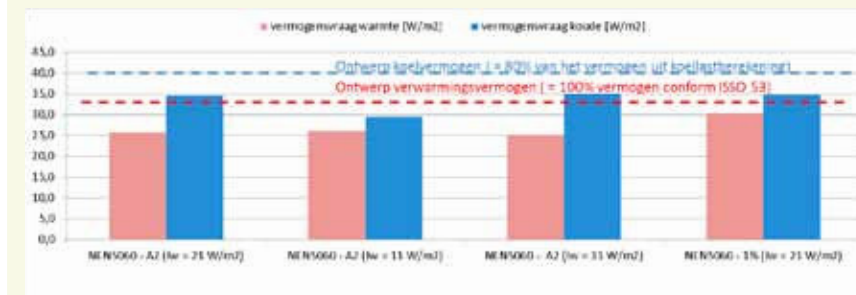
Het piekvermogen betreft het opgestelde opwekkingsvermogen voor warmte en koude op gebouwniveau en niet zozeer het afgiftevermogen op vertrekniveau.

### Volgens het boekje

Voor de vermogensbepaling zijn de zogenoemde warmteverliesberekening en de koellastberekening beschikbaar. De warmteverliesberekeningen zijn omschreven voor de verschillende bouwtypen in de ISSO-publicaties 51, 53 en 57. De koellastberekening is omschreven in NEN 5067. Beide typen berekeningen kunnen worden uitgevoerd met de bekende VABI-software.

In beide gevallen gaat het om een statische berekening. Bij een set van kritische condities wordt de vermogensbalans opgesteld. Bij de warmteverliesberekening wordt bij een ontwerpuitentemperatuur van bijvoorbeeld  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  bepaald welk vermogen er nodig is om het gebouw op temperatuur te houden. Naast de vele details, die hier buiten beschouwing worden gelaten, is er ook sprake van de zogenoemde opwarmtoeslag. Ook als het gebouw niet is opgewarmd, dient de installatie het gebouw in een aanvaardbare tijd op temperatuur te kunnen brengen. Een ander interessant aspect is dat er geen rekening wordt gehouden met de interne warmtelast en zonnewarmte. Samenvattend: er wordt nachtverlaging toegepast, het is maandagochtend, een bewolkte hemel, er is nog bijna niemand: en toch willen we er warmpjes bij zitten, binnen een korte tijd.

De koellastberekening is iets ingewikkelder: ook dan wordt een vermogensbalans toegepast, inclusief de interne warmtelast, alleen gooit de dynamiek van zonbelasting roet in het eten. Die is immers variabel en wordt ook sterk beïnvloed door de interactie met de thermische massa. Dit is opgelost door middel van een concept met genormeerde patronen van de zonnewarmte en genormeerde patronen van de accumulatiefactoren. Het principe is weergegeven in figuur 1 met een (vereenvoudigd) voorbeeld met gevels op oost en zuidwest. De rode curves betreffen de genormeerde zonbelasting, de blauwe curves de in het vertrek afgegeven zonnewarmte, dit op basis van de genormeerde patronen van de accumulatie in de thermische massa. De berekeningen volgens NEN 5067 worden uitgevoerd op vertrekniveau en vervolgens gesommeerd op gebouwniveau. In figuur 1 is dit vereenvoudigd weergegeven door de koellast als gevolg van de zonnewarmte te



-Figuur 2- Ontwerpwaarden verwarmings- en koelvermogen vergeleken met maximumwaarden, die volgen uit de simulatieberekeningen, bij diverse scenario's voor buitenklimaat en interne warmtelast (voorbeeld utiliteitsbouw, bron: DWA/ISSO 39)

sommen. De piekwaarden bepalen het op te stellen vermogen.

### In de praktijk

Wie dacht dat er in ons vakgebied enkel volgens de boekjes gewerkt wordt, heeft het niet helemaal goed. In de praktijk wordt ook gewerkt met vollasturen en kengetallen. Bij de zogenoemde vollasturen volgt de vermogensbepaling eenvoudig uit de volgende relatie:  $\text{Energiegebruik (kWh)} = \text{vermogen (kW)} \times \text{aantal vollasturen (h)}$

Een citaat uit de LinkedIn-discussie:

*"In het verleden heb ik bij renovaties van ketelhuizen wel altijd gekeken naar het historisch gasverbruik en ik berekende op basis van die gegevens de nieuwe ketelcapaciteit."*

Het eerste vereiste voor deze methode is natuurlijk dat het energiegebruik bekend is; het tweede dat het aantal vollasturen constant is en geldig voor het specifieke gebouw. Het is dus niet verwonderlijk dat het aantal te hantieren vollasturen in de LinkedIn-discussie al snel aan bod kwam: is het nu 1.000 of 2.000?

Een andere aanpak is dat men een kengetal voor het vermogen hanteert ( $\text{x W/m}^2$ ); dit afhankelijk van het bouwtype en (bijvoorbeeld) de isolatiegraad. De vraag is dan echter: wat is een bruikbaar kengetal? Ervaringskennis van de ontwerper is dan essentieel.

### Dynamische simulaties

Bij de bepaling van de lokale afgiftecapaciteit is het heel gebruikelijk om de zogenoemde TO-berekeningen toe te passen. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van dynamische simulaties waarbij elk uur van de zomerperiode wordt doorgerekend met behulp van de daartoe bestemde klimaatjaren (NEN 5060 en voorheen 1964/1965). De TO-berekeningen worden uitgevoerd op vertrekniveau, maar het is ook mogelijk dezelfde aanpak toe te passen op gebouwniveau. Dit is nog geen standaardaanpak en de meest gangbare software is er nog niet op ingericht. Het biedt echter interes-

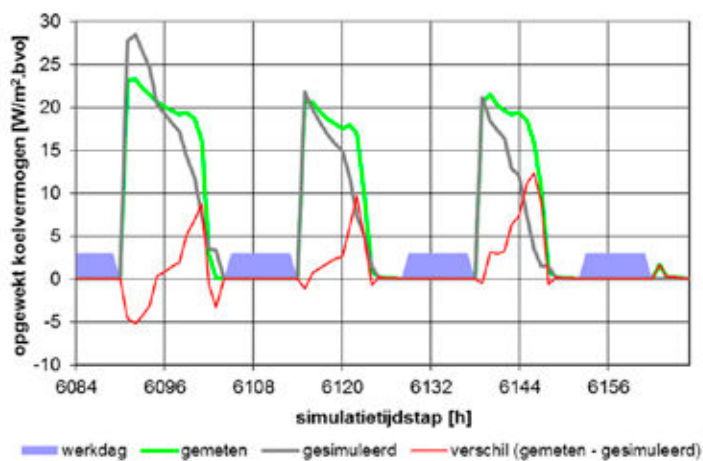
sante resultaten.

Figuur 2 geeft de resultaten van dynamische simulaties op gebouwniveau voor een kantoor, dit in vergelijking met de aanpak volgens ISSO 53 en de koellastberekening. Er zijn simulaties uitgevoerd voor verschillende klimaatjaren (NEN 5060-A2 is representatief voor een gemiddeld klimaatjaar, NEN 5060-1% betreft het klimaatjaar met extreme omstandigheden (koude- en hittegolven)). Eén van de resultaten die in het kader van deze discussie inzicht geeft, is dat de benodigde vermogens tijdens een gemiddeld jaar aanzienlijk lager zijn dan de vermogens die volgen uit de gangbare methode (ISSO 53 en de koellastberekening). Ook relevant voor deze discussie is te weten dat het zinvol is om te werken met bandbreedtes van de op te stellen vermogens om daar vervolgens de definitieve ontwerpwaarde uit te selecteren. In figuur 2 is er bijvoorbeeld ook voor de meer extreme omstandigheden in het 1%-jaar beduidend minder koelvermogen nodig. Om die reden is in het voorbeeld in figuur 2 voor het ontwerp-koelvermogen uitgegaan van 80% van de waarde die volgt uit de koellastberekening.

## (OVER)DIMENSIONERING

Stel dat het waar is dat er sprake is van te grote installaties, dan staat dit op heel verschillende manieren in relatie tot de methoden en rekenmodellen voor dimensionering. Technisch gezien hebben we te maken met de volgende invloedfactoren:

- het rekenmodel zelf;
  - de uitgangspunten voor de input van het rekenmodel;
  - het gebruik van het rekenmodel door de ontwerper;
  - het (fysieke) gebouw en de installatie zoals gerealiseerd;
  - het werkelijke operationele gebruik van het gebouw en de installatie.
- Te grote installaties kunnen onder meer ontstaan door:
- rekenmodellen met een beperkte geldigheid. Door vereenvoudigingen in de rekenme-



-Figuur 3- Berekende en gemeten piekvermogens op gebouwniveau (bron: DWA/[1])

thode kunnen er onjuiste resultaten gegeneerd worden;

- afwijkende uitgangspunten ten opzichte van het werkelijke gebruik van een gebouw. Een voorbeeld: de bezettingsgraad is in werkelijkheid veel lager dan in de koellastberekening is aangenomen;
- stapeling van de uitgangspunten voor het rekenmodel;
- bewust overdimensioneren (zie discussie hierna).

De vraag is of we enigszins grip kunnen krijgen op de vraag welke factoren de door Griffit genoemde range van 1,5 tot 2 zouden kunnen veroorzaken. Welke andere en niet-technische factoren spelen mogelijk nog een rol? In het vervolg van dit artikel wordt de thematiek van overdimensionering verder uitgewerkt aan de hand van vijf stellingen, zonder de pretentie te hebben hiermee een volledige systematische analyse van het onderwerp te bestrijken. Overdimensionering wordt als samenvattende term gebruikt voor alle acties die leiden tot te grote installaties. Om de lezer aan het denken te zetten, wordt elke stelling direct van een oordeel voorzien, gevolgd door een toelichting. De stellingen met waardeoordeel en toelichting zijn geïnspireerd door de LinkedIn-discussie. Niet al het materiaal is één-op-één terug te vinden op het LinkedIn-forum, maar te beschouwen als een verdere reflectie hierop.

### Stelling 1: Er wordt veel te weinig geëvalueerd

Mee eens. De standaard warmteverliesberekening en koellastberekening 'volgens de boekjes' worden niet vaak geëvalueerd. In de LinkedIn-discussie werden slechts enkele voorbeelden genoemd, naast het algemene gevoel dat installaties overgedimensioneerd worden. Maar evalueren is nu eenmaal ook niet zo

eenvoudig. Een gebouw is geen stuk kaas dat je even op de weegschaal legt. Elk gebouw is z'n eigen prototype, kun je eigenlijk wel stellen. Het gebouwgebruik is vaak anders dan je zou denken, om over (gedeeltelijke) leegstand en bugs in de installatie nog maar niet te spreken. Het buitenklimaat is bovendien zeer dynamisch. Je kunt dat niet even richting ontwerpcondities dwingen. Een goede evaluatie moet afdoende antwoord geven op de volgende vragen:

- functioneert de installatie helemaal naar behoren (afgifte, distributie en opwekking)?
- zijn er genoeg meetvoorzieningen in de installatie?
- is het buitenklimaat representatief tijdens de meetperiode?
- is de bezetting van het gebouw representatief?
- voldoet het binnencomfort aan de normen?
- hoe ga je om met het wegvallen van meetdata (data niet opgeslagen/sensor tijdelijk buiten bedrijf)?

En vervolgens zijn de gegevens van meerdere gebouwen nodig om tot wat generiekere conclusies te komen. Is evalueren eigenlijk wel mogelijk? En gebeurt dit wel?

Jazeker, er is bijvoorbeeld door DWA uitgebreid onderzoek gedaan naar betonkernactivering. Gekozen is voor een combinatie van dynamische simulaties en praktijkmetingen (zie [1], [2], [3]). Voor één specifieke casus is het simulatiemodel uitgebreid getest (zie onder meer figuur 3). Vervolgens zijn de uitkomsten van het dynamische model vergeleken met de koellastberekening en de warmteverliesberekening.

Een vergelijking tussen de koellastberekening en de dynamische simulaties levert tot een factor 2 hogere vermogens op voor de koellastberekening. De factor is onder andere

afhankelijk van het glaspercentage en de interne warmtelast. Voor verwarming levert de warmteverliesberekening voor één referentiekantoor een factor 1,4 hogere vermogens op dan de dynamische simulaties op uurlijkse basis [3]. De evaluatie voor koeling en verwarming betreft gebouwen met (actieve) thermische massa, maar is natuurlijk uit te breiden naar andere type gebouwen.

### Stelling 2: De huidige berekeningen geven geen eensluidende oplossing

Mee eens, maar wel met kanttekeningen. Het 'mee eens' is een ervaringsfeit van de deelnemers van de discussie, zoals blijkt uit enkele citaten:

*"Zelfs in het eigen bedrijf, waar men dus gebruik maakt van de zelfde software, leert navraag dat verschillende mensen soms op forse verschillen uitkomen."*

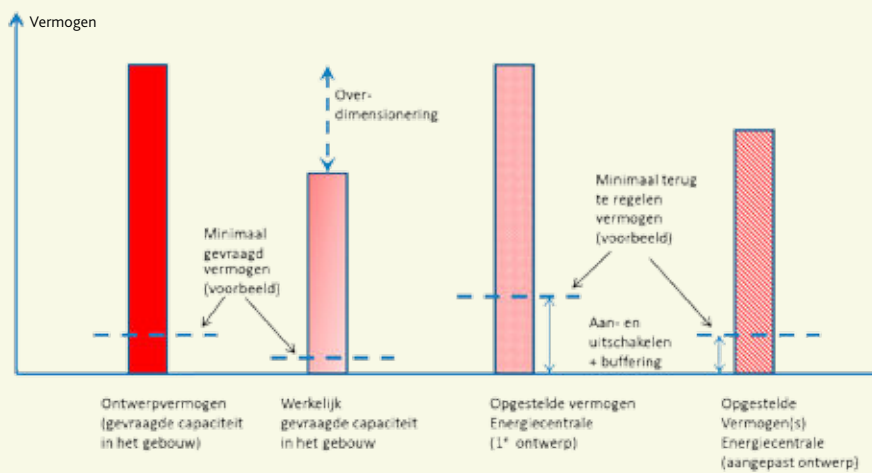
*"Een nieuwe rekenmethodiek lijkt inderdaad helemaal niet de oplossing. Wel software met de mogelijkheid om de invoer beter te controleren, want 'shit in' is 'shit out'. En dat is met de huidige software best lastig!"*

*"Het is noodzakelijk om computerberekeningen te toetsen aan gezond engineering inzicht van ervaren collega's. De aanleiding is dan niet het voorkomen van enige overdimensionering, maar het voorkomen van flaters."*

Het kan inderdaad voorkomen dat de ene collega wel van binnenzonwering uitgaat en de andere niet. Ja, dat geeft echt verschillende antwoorden (zie figuur 1). Maar, en daar zit de kanttekening bij het 'mee eens', is dat reden om terug te vallen op kengetallen en vollasturen? Dat lijkt me niet. Mijsn inziens is het tijd te erkennen dat gebouwen zich niet zo simpel gedragen als we soms wel zouden willen. Bij duurzame gebouwen wordt er steeds meer op het scherpst van de snede ontworpen (bijvoorbeeld passiefhuisniveau), dus hebben we ook geavanceerde gereedschappen nodig.

De oplossing van het eenduidigheidsprobleem zit in de volgende richting:

- verzamel meer achtergrondkennis van de rekenmethoden en bijbehorende aannamen;
- laat scenario's doorrekenen voor het gebouwgebruik en de gebouwkwaliteit en andere kritische aannamen (opwarmtoeslag, bedrijfswijze, interne warmtelast, infiltratie, glaseigenschappen);
- breng kritische input goed in beeld (zie figuur 1 en figuur 2);
- laat de resultaten toetsen door collega's met ervaring en inzicht in de rekenmethode (zonder daarbij uit gemakzucht altijd weer op het kengetal uit te komen dat nu eenmaal 'in het hoofd zit').



-Figuur 4- Overdimensionering kan ongewenste gevolgen hebben voor het minimum deellastbedrijf

Ook in de huidige rekenmethoden is zo al winst te behalen. Het is bijvoorbeeld goed te weten dat het gebruik van de koellastberekening om lokale vermogens op vertekniveau te bepalen, impliceert dat je gebruikmaakt van de maximale interne warmtelast. Bij gebruik van gelijke waarden voor de interne warmtelast voor bepaling van lokale en totaalvermogens veronderstelt men in feite dat in het hele gebouw gelijktijdig de maximale interne warmtelast optreedt. Voor het totaalvermogen op gebouwniveau kan men bijvoorbeeld een gelijktijdigheidsfactor op de interne warmtelast toepassen, hetgeen leidt tot een lager vermogen.

### Stelling 3: Overdimensioneren is niet zo erg, een beetje reserve is nooit weg

Niet mee eens. In de LinkedIn-discussie waren de meningen hierover niet eensluidend en dit inspireerde tot interessante beeldspraak. Enkele citaten:

*"Het is overbodig en ongewenst om op een kruideniersachtige wijze op het randje te gaan ontwerpen, want wat zegt me nu een jaarlijks piekvermogen. De installatie moet het ook kunnen trekken als de omstandigheden eens wat extremer zijn."*

*"Auto's kunnen 1,5 à 2 keer zo hard rijden als het wettelijk maximum, dus laten we dit 'probleem' niet oplazen. Overigens is een grote installatie wel goed te regelen (je kunt toch ook stapvoets met een Ferrari rijden?)"*

*"Inderdaad kun je met een Ferrari stapvoets rijden, maar dat hou je niet al te lang vol, dan vervuult de motor zodanig, dat deze kapot gaat. Met regeltechniek kun je veel maskeren, maar ook hier geldt, dat een regeling het meest stabiel is tussen 30% en 80% van het regelgebied."*

Het 'niet mee eens' na bovenstaande stelling wordt ingegeven door de 'Ferrari' die niet ontworpen is om stapvoets te rijden. In de installatietechniek geldt dit nog veel sterker. Veel componenten, zoals opwekkers en transportpompen, zijn terug te regelen tot 20 à 25% van de capaciteit. Baseert men de op te stellen vermogens op een veel grotere capaciteit dan eigenlijk noodzakelijk is, dan heeft dit ook gevolgen voor de minimale terugregelbaarheid. Is de gevraagde capaciteit veel kleiner dan het beschikbare teruggeregelde vermogen van de opwekker, dan zal de opwekker (te) veel aan-/uitschakelen. Zeker bij installaties met warmtepompen is dit een kritische ontwerpfactor. Door het ontwerp aan te passen (bijvoorbeeld meerdere opwekkers of grotere buffervaten) is het mogelijk dit op elkaar af te stemmen (zie figuur 4 en ISSO 39 [4] voor uitgewerkte voorbeelden).

Veel componenten van klimaatinstallaties hebben bovendien een sterk niet-lineair karakter. Een warmtewisselaar geeft bij 20% debiet bijvoorbeeld 70% van het vermogen. Componenten als pompen en regelafsluiters dienen zodanig ontworpen te worden dat het totaal een stabiel regelgedrag oplevert. Dat is bijvoorbeeld in de genoemde range tussen de 30% en 80% van de capaciteit. Bij overdimensionering kunnen deze verhoudingen heel anders en ongunstig uitpakken.

### Stelling 4: Je moet niet ontwerpen op piekvermogen, maar op het gemiddelde werkgebied

Voor een deel mee eens. Enkele citaten uit de LinkedIn-discussie vormden de inspiratie voor deze stelling:

*"Ontwerpen op extreme condities is eigenlijk heel simpel. Je schiet gewoon met een kanon op*

*een mug."*

*"Gemiddeld ligt de belasting op 30 tot 70% van de maximale vollast. Het is dus van belang om een installatie te dimensioneren op juist die belasting."*

*"Het is veel uitdagender om een installatie te ontwerpen die het beste werkt, waar hij het meeste werkt."*

*"Bij -10°C en +30°C draaien de warmte- en koude-opwekkingsinstallatie perfect. Echter, 80 tot 90% van het seizoen functioneren installaties in deellastbedrijf en behoeven ze maar ongeveer 70% van het piekvermogen te leveren. Het is te overwegen om de opwekkers op het deellastvermogen te selecteren."*

Opvallend is dat er (terecht) veel aandacht is voor het gemiddelde en het realiseren van de piekbelasting. Dit heeft alles te maken met de stabiliteit van de regeling in die range waarin de installatie veel uren maakt.

Het minimum deellastbedrijf komt slechts impliciet ter sprake als ondergrens. Toch is het minimum deellastbedrijf minstens even belangrijk als het piekvermogen. Hierbij is het niet alleen belangrijk om aandacht te besteden aan de minimale terugregelbaarheid van de installatie. De vraag die er aan voorafgaat, luidt: wat vraagt het gebouw nu eigenlijk aan minimum vermogen? Want uiteindelijk gaat het om een stabiel bedrijf van de installatie, ook in minimum deellast (figuur 4).

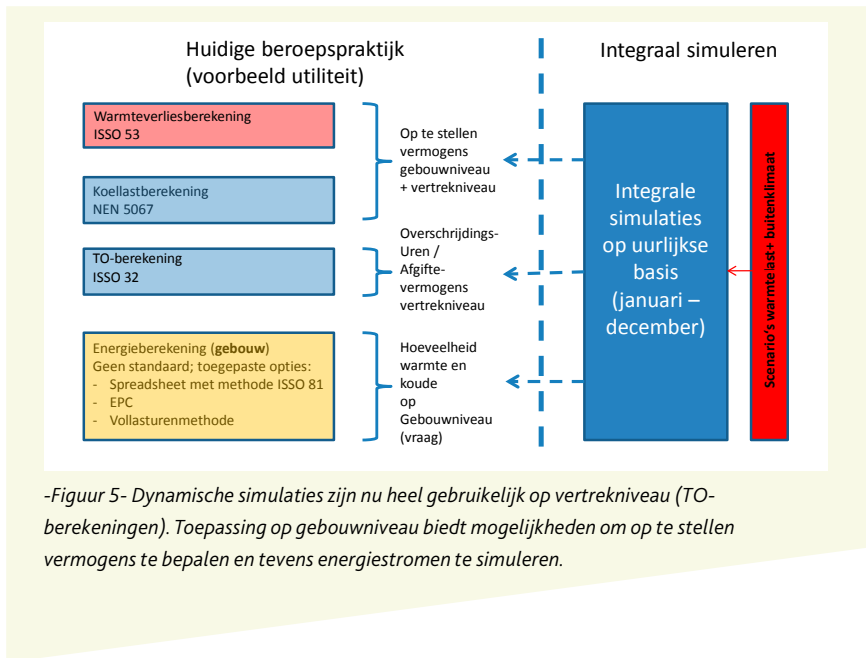
### Stelling 5: Overdimensionering wordt niet veroorzaakt door de rekenmethoden, maar is eigenlijk een 'angsttoeslag'

Niet mee eens. Zeker, 'het ontwerpproces' doet ook mee: van een voorlopig ontwerp naar realisatie, inclusief de daarbij betrokken partijen. Niemand wil een te kleine installatie op z'n geweten hebben, laat staan hiervoor juridisch aansprakelijk worden gesteld. Enkele citaten uit de discussie over 'het ontwerpproces':

*"Over het algemeen gaan advies en ingenieursbureaus op safe m.b.t. de capaciteitsbepaling. De bestekfase is vaak einde verhaal voor deze bureaus. Ze hebben achteraf weinig te maken met problemen die later worden geconstateerd."*

*"De adviseur wil zijn ontwerp niet verkleinen, de installateur wil geen minderwerk en de opdrachtgever durft het risico niet aan (of het belang is te klein)."*

*"Ik ben zeker voorstander van het feit dat de transmissie via de ISSO-methodiek wordt berekend. In de praktijk zie je dan wel dat er zo'n 20% te veel aan vermogen staat opgesteld, maar wie zegt ons dat het de volgende winter niet een week -15°C wordt 's nacht en -12°C overdag."*



In het laatste citaat is de overdimensionering als gevolg van de rekenmethode de veiligheidsmarge. Een bewuste keuze, al is er over zo'n koude week wel op te merken dat de kans hierop klein is. Op basis van NEN 5060 zou je kunnen zeggen, kleiner dan 1%. Naast het 'op safe gaan', spelen ook andere mechanismes een rol. Je start met kengetallen, maar eenmaal gekozen dimensies worden niet meer aangepast op basis van de 'methoden volgens de boekjes'. Als we een beetje onaardig zijn: dat is 'gemakzuchttoeslag'. Een bekende variant hiervan is: meer vermogen levert toch relatief beperkte meerkosten op, dus doe het maar. Dit speelt vooral bij conventionele installaties (ketels, koelmachines).

## NABESCHOUWING

Na al deze verschillende aspecten is het tijd om de balans op te maken. Die ziet er als volgt uit:

- de algemene indruk is dat de huidige tools met de 'methoden volgens de boekjes' te hoge antwoorden geven en zo leiden tot overdimensionering. Dit wordt ondersteund door feitenmateriaal over gebouwen met actieve thermische massa;
- overdimensionering blijft niet zonder gevolgen. Het stabiel functioneren en regelen in (minimum) deellast kan (aanzienlijk) belemmerd worden;
- de range van 1,5 tot 2 keer de overcapaciteit kan niet enkel toegeschreven worden aan de ontwerptools. Ook niet-technische factoren spelen een rol ('angsttoeslag', 'gemakzuchttoeslag' en gebrek aan kennis van de achterliggende rekenmethoden), naast de uitgangspunten. Het werkelijke gebouw(gebruik) kan bijvoorbeeld afwijken van de uitgangspunten van de berekeningen;
- het lijkt er sterk op dat de overdimensionering

als gevolg van 'onze tools' op z'n minst significant is te noemen, ondanks andere relevante factoren.

Voor het realiseren van duurzame gebouwen zoeken we steeds meer de grensgebieden van onze tools op (passief huis, energie-nul, veel thermische massa of juist weinig met een hoge isolatiegraad). De interne warmtelast wordt steeds meer van belang. In de warmteverliesberekening wordt deze niet meegenomen. Verder onderzoek moet uitwijzen onder welke kwantitatieve condities dit belangrijk wordt. In de koellastberekening vormt met name de interactie van de tijdsafhankelijke warmtelast met de thermische massa een knelpunt. Ruimtekoeling met stralingspanelen kan niet nauwkeurig worden berekend, zoals de norm zelf aangeeft (betonkernactivering, klimaatplafonds, vloerkoeling).

Daar komt bij dat zonbelastinggegevens en accumulatiefactoren uit NEN 5067 zijn vastgesteld in de jaren '70 en '80. Deze moeten eigenlijk steeds aangepast worden aan klimaatverandering en de veranderende gebouwconstructies die in de praktijk toegepast worden.

De vraag is of het zinvol is om de methoden in hun huidige vorm aan te passen, of dat het beter is om een ander spoor te volgen. De methoden zijn zodanig ontwikkeld dat ze ook handmatig kunnen worden uitgevoerd. Ze zijn echter zo complex dat ze nu alleen softwarematig worden toegepast.

## INTEGRAAL SIMULEREN

Waarom zetten we niet de stap naar uurlijkse simulaties, nu de berekening toch niet meer met de hand gebeurt (zoals geschetst bij 'Dynamische simulaties')? Door uurlijkse

simulaties toe te passen, worden de warmtelast en de afgiftesystemen beter gemodelleerd, zijn de constructies gebouw specifiek en krijgen de zonbelastingdata de benodigde update via NEN 5060. Het is zo mogelijk om op gebouwniveau te ontwerpen op basis van over- en overschrijdingsuren; dit in plaats van de huidige sets van statische ontwerprichties.

Met de uurlijkse simulaties is bovendien een belangrijk synergievoordeel te behalen: het simuleren van energiestromen. Dit wordt steeds belangrijker (ontwerp van warmte- en koudeopslag). De energiestromen worden nu vaak afgeleid op basis van methoden die daar niet voor ontwikkeld zijn (EPC/EPG) en/of of er niet geschikt voor zijn (vollasturen). Door integraal te simuleren, kan men in één keer de benodigde vermogens en de energiestromen bepalen (zie figuur 5).

## NIEUWE ONTWERPPRAKTIJK

De volgende tweetrapsraket kan ons verder helpen:

- evalueer een set van verschillende gebouwen met behulp van uurlijkse simulaties en praktijkmetingen, inclusief de benodigde input van de rekenmethoden. Hiermee komen de veel gevraagde praktijkbeoordelingen beschikbaar, evenals een beter kwantitatief beeld van de overdimensionering;
- benut de uurlijkse simulaties ook als proefprojecten om deze als integrale ontwerptool in te zetten (capaciteiten zowel op gebouwniveau als vertrekniveau + overschrijdingsuren + energiestromen). Dit geeft ook input voor programma's van eisen voor nieuwe software-interfaces (zie discussie stelling 2).

## LITERATUUR

1. Rijksen, D.O., Wisse, C.J., Halvering koudeopwekking door betonkernactivering (deel 1), VV+, september 2007.
2. Rijksen, D.O., Wisse, C.J., Halvering koudeopwekking door betonkernactivering (deel 2), VV+, oktober 2007.
3. Wisse, C.J. e.a., Piekvermogens voor verwarming met betonkernactivering, TVVL Magazine, februari 2011.
4. ISSO 39, Ontwerp, realisatie en beheer van een energiecentrale met warmte en koude opslag (WKO), Stichting ISSO, November 2012.
5. NEN 5060 Hygrothermische eigenschappen van gebouwen – referentieklimaatgegevens (2008).
6. NEN 5067 Koellastberekening voor gebouwen (1985).
7. ISSO 53, Warmteverliesberekening voor utiliteitsgebouwen met vertrekhoogte tot 5 meter, Stichting ISSO, maart 2002.