

## Simulatie van gebouwprestaties: wie heeft er wat aan?

doc.dr.ir. Jan Hensen  
Centre for Building & Systems TNO – TU/e  
[www.bwk.tue.nl/fago/hensen](http://www.bwk.tue.nl/fago/hensen)

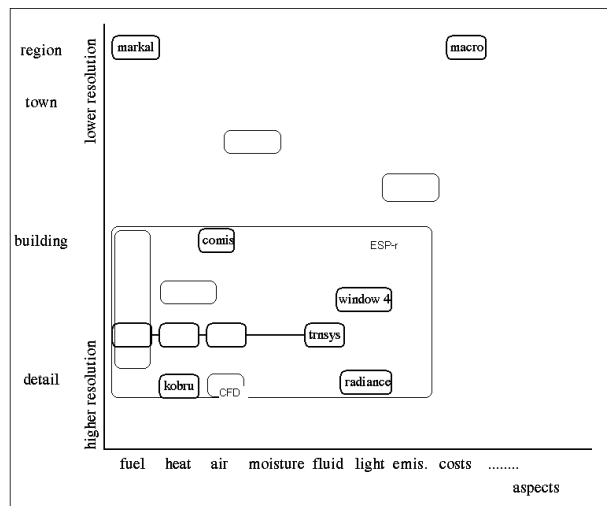
### Samenvatting

Na een korte inleiding over wat simulatie van gebouwprestaties behelst, is getracht om kwalitatief en kwantitatief aan te geven in welke mate en voor welke partijen deze technologie van belang is. Vervolgens zijn de stand van zaken en de plannen van IBPSA - NVL, de Nederlands-Vlaamse regionale afdeling van de International Building Performance Simulation Association, kort samengevat. Het artikel eindigt met enkele conclusies en het aangeven van tendensen.

### Wat behelst simulatie van gebouwprestaties

Simulatie is het proces bestaande uit het maken van een vereenvoudigd model van een complex systeem en het gebruiken van dat model voor het analyseren en voorspellen van het gedrag van het werkelijke systeem. Waarom simulatie? De belangrijkste redenen zijn dat de werkelijkheid doorgaans te complex is of omdat het gewoon onmogelijk is om echte systemen in al hun complexiteit te analyseren, en omdat dat meestal eigenlijk toch niet nodig is. Door zich zorgvuldig te beperken tot de relevante elementen en eigenschappen van het echte systeem (hetgeen meestal veel moeilijker is dan het lijkt), is het in het algemeen mogelijk om een model te maken waarmee het gedrag en de prestaties van het echte systeem voldoende nauwkeurig voorspeld kunnen worden.

Voor het simuleren van gebouwprestaties bestaan er een groot aantal gebouwmodellen. We kennen fysieke modellen variërend van een schaalmodel (bijvoorbeeld een maquette) tot ware grootte (bijvoorbeeld een klimaatkamer, testcellen, proefwoningen en –gebouwen). We kennen ook virtuele modellen in de vorm van computermodellen en andere rekenmodellen. In dit artikel gaat het met name over computermodellen en computersimulaties. Fysieke modellen spelen hierbij echter ook een belangrijke rol: laboratoriummodellen voor het valideren en kalibreren van de computermodellen; en proefwoningen en andere “echte” gebouwen voor het “ontdekken van onbekende of onverwachte relaties en interacties”.



Figuur 1 Willekeurige voorbeelden van simulatiesoftware voor gebouwprestaties met globale indicatie van het beschouwde resolutieniveau en de belangrijkste gemodelleerde aspecten

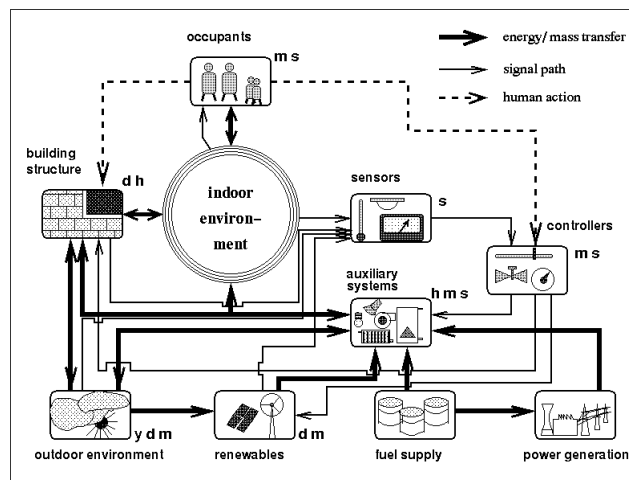
Bij gebouwprestatie simulatie denken we vooral aan het simuleren van fysische processen in gebouwen. Het simuleren van de energiebehoefte voor verwarming en koeling en van luchtstromingen in gebouwen is wellicht het meest bekend, maar simulatie van licht, rookverspreiding, geluid en de kwaliteit van het binnenmilieu is vaak minstens zo belangrijk. Zoals schematisch aangegeven in

Figuur 1 is het bovendien mogelijk om de verschillende fysische aspecten over een range van resolutieniveaus (van regionaal tot microscopisch) te simuleren.

De enorme ontwikkelingen in rekenkracht van computers, in numerieke methoden en in beschikbare fysische gegevens hebben het mogelijk gemaakt om fysische processen te simuleren met resolutieniveaus en tijdschalen die slechts een paar jaar geleden nog voor onmogelijk werden gehouden. Voor een uitgebreid overzicht van thans beschikbare software voor simulatie van bouwprestaties, zie [www.eren.doe.gov/buildings/tools\\_directory](http://www.eren.doe.gov/buildings/tools_directory)

## Waarom is simulatie van bouwprestaties nodig

Zoals schematisch weergegeven in Figuur 2 zijn bouwprestaties (in termen van binnenmilieu, brandstofgebruik, schadelijke emissies, etc) niet alleen afhankelijk van individuele bouwdeelen (gevel, binnenwanden, ramen, vloeren, etc) of de installaties (verwarming, ventilatie, airconditioning, verlichting, etc) maar van het integraal geheel van al deze dynamische subsystemen.



Figuur 2 Het gebouw als een integraal geheel van dynamische subsystemen

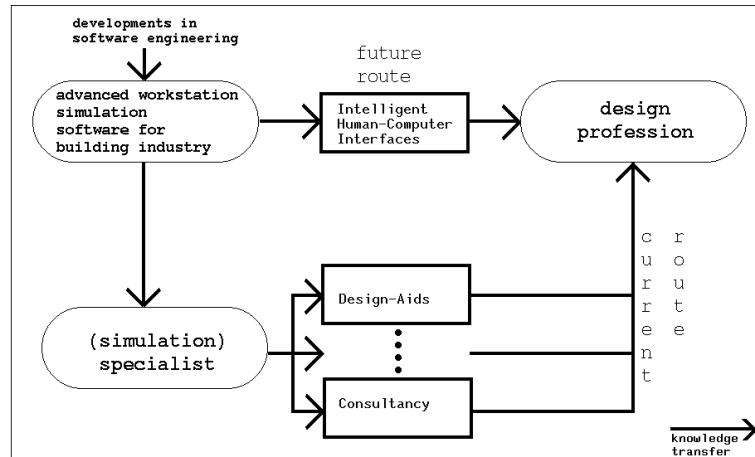
Het binnenmilieu en het daarmee samenhangend gebruik van fossiele brandstoffen en schadelijke emissies is zeer belangrijk vanwege een groot aantal redenen; denk bijvoorbeeld aan gezondheid en welbevinden (zo'n 90% van ons hele leven brengen we door in gebouwen), goederen en diensten (ongeveer 60% van ons BNP wordt in gebouwen geproduceerd), gebruik van fossiele brandstoffen (energiegebruik in gebouwen is zo'n 30% ... 40% van het totale nationale gebruik), installatiekosten (zo'n 5% ... 10% van de bouwkosten bij woningen en 30% ... 50% bij utiliteitsbouw), etc.

De gebouwde omgeving wordt steeds complexer tengevolge van economische, milieutechnische en sociale ontwikkelingen, zoals bijvoorbeeld een toenemend bewustzijn en vraag naar binnenmilieukwaliteit (gezondheid, comfort, productiviteit, etc), de vraag naar multifunctionaliteit (wonen, werken, winkelen, sport, ontspanning, etc), de vraag naar flexibele, aanpasbare gebouwen (telewerken, hotdesking, etc) en de internationalisatie en industrialisatie van de bouw (design & build, IFD, etc).

Bovenstaande betekent dat het ontwerpen van gebouw en installatie complexer wordt omdat er aan veel meer eisen voldaan moet worden. Om bouwprestaties substantieel te verbeteren is het nodig om een gebouw in z'n geheel te optimaliseren en niet te benaderen als de som van een aantal apart geoptimaliseerde componenten. Integrale gebouwsimulatie is hiervoor ideaal omdat tegelijkertijd de constructies, de installaties, het binnenmilieu en het buitenmilieu kunnen worden meegenomen. Door het voorspellen van toekomstige prestaties van ontwerpalternatieven, kan simulatie helpen bij het analyseren en ontwerpen van een goed en duurzaam binnenmilieu en zodoende een bijdrage leveren aan de zorg voor mensen nu en in de toekomst.

## Wie gebruikt simulatie van gebouwprestaties

In de praktijk zijn er feitelijk veel meer mensen dan wel eens wordt gedacht die simulatie van gebouwprestaties gebruiken. Vaak gebeurt dit nog indirect, bijvoorbeeld, middels allerlei ontwerphulpmiddelen en advieswerk. Ook de huidige energieprestatienormen zouden niet gemaakt kunnen zijn zonder daarbij intensief gebruik te maken van simulatie van gebouwprestaties.



Figuur 3 Direct en indirect gebruik van simulaties van gebouwprestaties (Hensen 1993)

Zoals schematisch aangegeven in Figuur 3 (Hensen 1993), en hierna verduidelijkt, ligt het voor de hand dat in de nabije toekomst het directe gebruik aanzienlijk toe zal nemen.

## Hoe simulatie van gebouwprestaties gebruikt zou moeten worden

Zoals hiervoor aangegeven behelst simulatie van gebouwprestaties in principe het proces bestaande uit het maken van een meer of minder vereenvoudigd gebouwmodel en het gebruiken van dat model voor het analyseren en voorspellen van het gedrag van het echte gebouw in werkelijkheid. Dit is een iteratief proces waarbij de volgende stappen een of meerder keren doorlopen worden.

- Analyse van het probleem of de ontwerp vraagstelling.
- Selectie van geschikte en gevalideerde simulatie software in termen van resolutieniveau en te beschouwen aspecten.
- Opzetten van het model met in achtname van de relevante elementen en eigenschappen van het echte gebouw met bijbehorende installaties.
- Kalibreren van het model.
- Simulatie met relevante randvoorwaarden (binnencondities, weergegevens, etc.)
- Analyse van de simulatieresultaten, meestal in termen van meerdere variabelen (energiebehoefte, maximale belasting, comfort parameters, emissies, etc.)
- Vertaling van de resultaten naar relevante ontwerp informatie.

Uit verschillende studies is gebleken dat gebouwsimulatie een "kunde" is (en niet alleen maar software) die kritisch afhankelijk is van twee essentiële vaardigheden.

1. De bekwaamheid om een complex systeem met bijbehorende interrelaties te begrijpen.
2. De bekwaamheid om dit begrip te vertalen in een voor de simulatie software geschikte logische representatie.

Ook is gebleken dat voor effectieve simulatie van gebouwprestaties en kwaliteitsborging van de resultaten drie belangrijke uitgangspunten gelden.

1. Het model moet gepast zijn in termen van complexiteit en resolutieniveau.
2. De software moet gevalideerd en het model moet gekalibreerd zijn.
3. De simulaties moeten worden gebruikt om alternatieve oplossingen of ontwerpopties in relatieve zin met elkaar te vergelijken.

Dit lijkt triviaal, maar in de praktijk wordt vaak aan een of meerdere voorwaarden niet voldaan!

## Wie heeft wat aan simulatie van gebouwprestaties

*"The best way to predict the future, is to create it"*<sup>1</sup> geeft de essentie van het nut van simulatie van gebouwprestaties wellicht het best weer.

Ontwerpen kan een gevaarlijke aangelegenheid zijn. Je professionele reputatie op het spel zetten voor een innovatief ontwerp is riskant. Zelfs het schatten van maximale capaciteiten kan niet-vermoede implicaties met zich mee brengen. Simulatie van gebouwprestaties kan (mits goed gebruikt door capabele mensen) een zeer waardevol hulpmiddel zijn om ontwerprisico's te beperken.

Het is onmogelijk om complexe gebouwen te ontwerpen zonder simulatie van gebouwprestaties. Zoals in de inleiding aangegeven, hebben de enorme ontwikkelingen in rekenkracht van computers, in numerieke methoden en in beschikbare fysische gegevens het mogelijk gemaakt gebouwprestaties te voorspellen met resolutieniveaus en tijdschalen die slechts een paar jaar geleden nog voor onmogelijk werden gehouden.

Op simulatie gebaseerde informatie kan bijdragen aan het verbeteren van de concurrentiepositie, de productiviteit, de kwaliteitsbewaking en de effectiviteit in de bouwsector, en aan het mogelijk maken van toekomstige innovaties en technologische vooruitgang. Vanuit die optiek, is geslaagde implementatie van software en toepassing in de praktijk essentieel voor allerlei partijen in de bouw om een leidende positie in de markt te veroveren en te behouden.

Bij projectontwikkelaars bestaat een groeiende behoefte aan procedures waarmee de kwaliteit van een gebouw kan worden aangetoond. De groeiende hoeveelheid eisen en wensen van gebruikers geven de mogelijkheid om op een groter aantal punten meningsverschillen omtrent het ontwerp te hebben. Er bestaat de behoefte dit dicht te timmeren zodat er minder "juridische" conflicten ontstaan.

Voordat simulatie van gebouwprestaties algemeen beschikbaar was, moesten architecten en ingenieurs een gebouw met bijbehorende installaties ontwerpen met behulp van traditionele monodisciplinaire ontwerpmethoden en/ of ambachtelijke vuistregels. Dit leidde vaak tot overgedimensioneerde installaties, te hoog energiegebruik en/ of een relatief slecht binnenmilieu. Met behulp van simulatie kunnen ontwerpers hun expertise beter tot uitdrukking laten komen, uitbreiden en verbeteren. Hierdoor is het bijvoorbeeld mogelijk geworden om duurzame energie technologieën in ieder gebouw en niet alleen in demonstratieprojecten toe te passen. Simulatie is voor ontwerpers niet alleen van belang om ideeën te toetsen, maar kan ook worden gebruikt om nieuwe ideeën te presenteren en te promoten.

Gebouw en installatie ontwerpers worden steeds meer geconfronteerd met regelgeving m.b.t. energiegebruik en milieubelasting waardoor zij meer kennis van de aanverwante disciplines nodig hebben om hier tijdig rekening mee te kunnen houden. Het ontwerpen van gebouwen met bijbehorende installaties zal meer en meer gedaan worden door multidisciplinaire teams.

Simulatie kan worden gezien als een van de belangrijkste technologieën om de communicatie tussen de verschillende disciplines en het samenwerken in ontwerpteams mogelijk te maken.

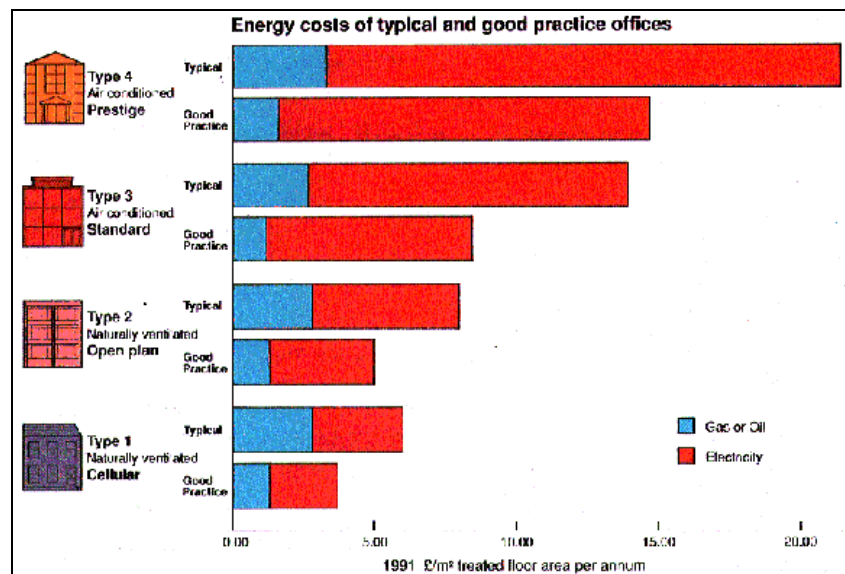
Dit is ook onderkend door de onderwijsinstellingen die zich steeds richten meer op integraal ontwerpen waarbij samenwerkingsverbanden tussen verschillende disciplines (Architectuur, Bouwkunde, Civiele Techniek, Installatietechnologie, Werktuigbouwkunde, Elektrotechniek, Natuurkunde, Gezondheidstechnologie, Techniek & Maatschappij, Bedrijfskunde, etc) worden aangegaan en de banden met grote onderzoekinstellingen (TNO, ECN, etc) en het bedrijfsleven worden versterkt.

Sommige schattingen geven aan dat meer dan 50% energie bespaard zou kunnen worden door zorgvuldig ontwerp van gebouwen op basis van duurzame energie technologieën. Figuur 4 geeft een indicatie van het besparingspotentieel in kantoren van "good practice" ontwerpen in vergelijking tot "gemiddeld" ontwerpen. Figuur 4 geeft, weliswaar voor het Verenigd Koninkrijk in de eerste helft van

---

<sup>1</sup> Het is onduidelijk wie de echte auteur is; verschillende bronnen verwijzen naar Steven Covey, Peter Drucker, Jason Kaufmann, John F Kennedy en "unknown".

de 90-er jaren, ook een idee van de potentiële verschillen in energiegebruik ten gevolge van de verschillende concepten, van “cellenkantoor met natuurlijke ventilatie door de gevel” tot “prestigieus kantoor met volledige airconditioning”.



Figuur 4 Energiekosten voor gemiddeld en op basis van “good practice” ontworpen kantoren van het type cellenkantoor met natuurlijke ventilatie (1), open-plan met natuurlijke ventilatie (2), standaard met air-conditioning (3) en prestige met air-conditioning (4) (Bron: BRECSU / ETSU 1996)

Recentelijk is door ASHRAE (2001) de impact ingeschat van hun onderzoek op het gebied van simulatie van gebouwprestaties. Hierbij is o.a. gekeken naar het gebruik van de onderzoeksresultaten in de meest gebruikte software in de USA, zoals EnergyPlus (meer dan 2300 gebruikers) en DOE 2.x (er bestaan verschillende schattingen van het aantal gebruikers; meer dan 2500 en meer dan 4000). Hoewel de exacte impact moeilijk is te schatten, vermeldt een studie door het US Department of Energy (Crawley 2001) dat de totale bereikte energiebesparing die mogelijk is gemaakt door toepassing van deze software in de orde van \$90 miljard bedraagt.

Als we dit bedrag omschalen naar onze situatie (voor het gemak ervan uitgaande dat de impact per inwoner ongeveer gelijk is) dan zouden we het voor Nederland en Vlaanderen samen hebben over besparingen in de orde van €3.5 miljard.

De energiekosten in Figuur 4 vallen in de range van circa 5 ... 35 €/m<sup>2</sup><sub>BVO</sub>-jaar. Dit is relatief gering in vergelijking tot de over de EU gemiddelde salariskosten in kantoren die zo'n 400 €/m<sup>2</sup><sub>BVO</sub>-jaar bedragen. Stel dat door een beter binnenmilieu (temperatuur, vocht, lucht, licht, geluid, etc) de productiviteit gemiddeld zo'n 10% toe zou kunnen nemen, dan zou dit overeenkomen met circa 40 €/m<sup>2</sup><sub>BVO</sub>-jaar hetgeen veel meer is dan de potentiële besparing in energiekosten.

Het is algemeen bekend dat gebouwen en installaties bijdragen aan een groot aantal gezondheidsproblemen, zoals astmatische aandoeningen, allergieën, etc. Wat zouden Nederland en Vlaanderen aan medische en andere zorgkosten kunnen besparen als de gemiddelde gezondheidstoestand van de Nederlandse bevolking met zo'n “10%” zou kunnen worden verbeterd door een beter binnenmilieu (temperatuur, vocht, lucht, licht, geluid, etc)?

Er zijn tot op heden geen schattingen bekend voor de impact van simulatie van gebouwprestaties met betrekking tot reductie van schadelijke emissies van CFK's en andere stoffen die de ozonlaag aantasten.

Hoe zit het met het verminderen van het broeikas effect? Tabel 1 beschrijft de door Plokker en Maassen (2001) geschatte CO<sub>2</sub> reductie, die door de activiteiten van IBPSA NVL bereikt kan worden, gebaseerd op de energiebesparingen die bij nieuwbouw (15%) en renovatie (10%) binnen de utiliteitsbouw gerealiseerd kunnen worden.

Tabel 1 Schatting van de CO<sub>2</sub> reductie die door de activiteiten van IBPSA-NVL bereikt kan worden (Plokker en Maassen 2001)

	eenheid	waarde
totaal oppervlak aan kantoren in 1997	m2BVO	256031437
jaarlijkse nieuwbouw aan kantoren	m2BVO	2863718
jaarlijkse renovatie aan kantoren	m2BVO	8591154
totaal aan energiegebruik door kantoren in 1997	PJprim	380
fractie gasgebruik 1997	[-]	0.48
fractie elektriciteitsgebruik in 1997	[-]	0.52
jaarlijkse toename energiegebruik (fractie nieuwbouw)	PJ	4.25
jaarlijks energiegebruik van renovatie kantoren	PJ	12.75
energie inhoud van 1 m3 aardgas (bovenwaarde)	MJ/m3	35.14
rendement elektriciteitscentrale	%	50.00%
1 kWhe is gelijk Mjprimair	MJprim/kWhe	7.2
CO2 productie per kWh elektriciteit	kg/kWhe	0.40
CO2 productie per m3 aardgas	kg/m3	1.96
gasgebruik in 1997	m3	5145068890
elektriciteit gebruik in 1997	kWh	27666983223
CO2 productie in 1997	ton	21195219
Energiebesparing nieuwbouw per jaar	%	15.00%
Additionele energiebesparing nieuwbouw per jaar	%	0.00%
Energiebesparing renovaties per jaar	%	10.00%
Additionele energiebesparing renovaties per jaar	%	0.00%

	gas [m3]	elektriciteit [kWh]	CO2 [ton]	%CO2
1997	5145068890	27666983223	21195219	100.00%
aandeel jaarlijkse nieuwbouw	27380256	162221897	118813	0.56%
aandeel jaarlijkse nieuwbouw incl. Besparingen	23273218	137888612	100991	0.48%
aandeel jaarlijkse renovatie	82140769	486665690	356438	1.68%
aandeel jaarlijkse renovatie incl. Besparingen	73926692	437999121	320794	1.51%
1997+1 jaar excl. besparingen	5172449146	27829205119	21314032	100.56%
1997+1 jaar incl. Besparingen renovatie	5136854813	27618316654	21159575	99.83%
1997+1 jaar incl. Besparingen nieuwbouw	5168342108	27804871835	21296210	100.48%
1997+1 jaar incl. Besparingen nieuwbouw en renovatie	5160128031	27756205266	21260566	100.31%

<b>Conclusie:</b>
Ten gevolge van de energiebesparing in nieuwbouw en bij renovaties wordt een reductie van 53.000 ton CO2 bereikt. Op de totale CO2-uitstoot (21.314.032 ton) is dit een reductie van 0,25 %.
De bovenstaande besparing is cumulatief. Na 10 jaar zou de CO2 uitstoot zonder energiebesparende maatregelen toenemen met 5,7 %. Ten gevolge van de energiebesparende maatregelen zal de CO2 uitstoot maar met 3,1% toenemen.

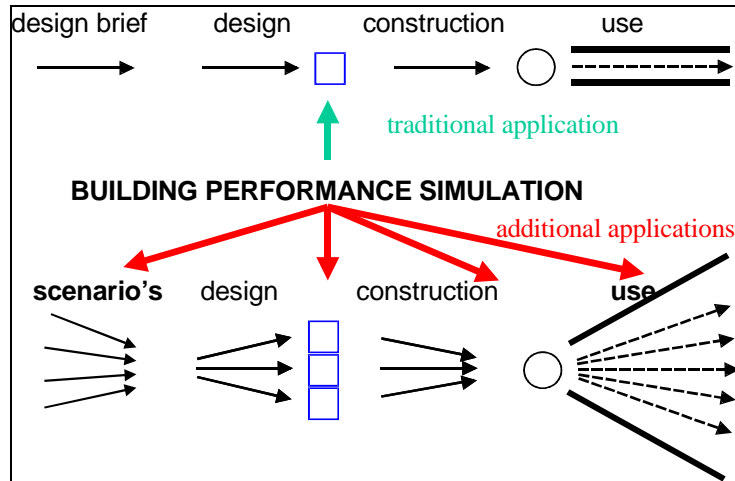
## Tendensen met betrekking tot simulatie van gebouwprestaties

Het ligt voor de hand dat simulatie van gebouwprestaties meer en meer gebruikt gaat worden in de praktijk. Dit heeft te maken met prestatiegerichte (i.p.v. voorschrijvende) normering, organisaties die zich richten op het promoten van effectief gebruik van simulaties (zoals IBPSA en ASHRAE), specifieke trainingen, het opnemen in de reguliere curricula van hoger onderwijs, en het toenemend aantal adviesbureaus met specialisten in het toepassen van deze technologie.

Het moge duidelijk zijn dat als de technologie meer en breder wordt toegepast (zie bijvoorbeeld Hensen 2001), steeds hogere eisen zullen worden gesteld aan simulatie software en de gebruikers daarvan. Dit heeft voordelen omdat hogere eisen aanleiding zullen zijn tot verdere ontwikkelingen. Het is echter ook problematisch omdat de onderliggende issues uiterst complex zijn.

Alhoewel met de huidige software een indrukwekkend areaal van gebouwprestaties kan worden gesimuleerd (zie bijvoorbeeld Hensen en Nakahara 2001), zijn er nog veel knelpunten met betrekking tot routinematig gebruik in de praktijk. De belangrijkste belemmeringen hebben te maken met kwaliteitsborging, koppeling van en uitwisseling tussen programma's (interoperabiliteit), en het al dan niet gezamenlijk verder ontwikkelen van software. Ook hier wil IBPSA een belangrijke sturende rol in spelen.

Zoals schematisch aangegeven in Figuur 5, wordt simulatie van gebouwprestaties traditioneel voornamelijk toegepast in de definitief-ontwerp fase. De noodzaak van integraal ontwerpen in de vroege fase van het ontwerp van gebouw en installatie is reeds lang onderkend. Er zijn dan ook duidelijke tendensen in onderzoek en ontwikkeling die moeten leiden tot toepassing van simulatie eerder in het ontwerpproces. (Figuur 4 kan dienen als illustratie van het potentiële voordeel.)



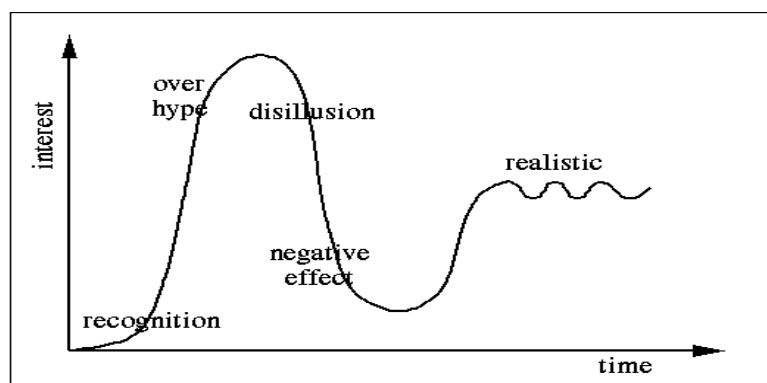
Figuur 5 Tendensen met betrekking tot gebruik van simulaties van gebouwprestaties anders dan in de definitief-ontwerp fase

Er is ook toenemende belangstelling voor mogelijkheden met betrekking tot het gebruik van simulatie bij commissioning, auditing en bijvoorbeeld voor het (voorspellend) regelen van de installaties. Een bijkomend voordeel van een computermodel als een dynamische blauwdruk van het gebouw plus installaties is dat er hierdoor ook meer financiële middelen beschikbaar zouden kunnen komen voor simulatie van gebouwprestaties tijdens het ontwerp.

### Wat is en doet IBPSA-NVL

Geïnteresseerden en belanghebbenden in simulatie van gebouwprestaties in Nederland en Vlaanderen zijn verenigd in de belangen- en vakvereniging: IBPSA-NVL, de Nederlands-Vlaamse afdeling van de International Building Performance Simulation Association.

IBPSA houdt zich bezig met een breed scala van aspecten uit de bouwkunde en installatietechnologie. Typische onderwerpen zijn o.a. bouwfysica (inclusief warme-, vocht- en luchttransport, verlichting, akoestiek en lawaaibeheersing, etc), installatietechnologie (verwarming, ventilatie, airconditioning, verlichting, etc), energietechniek (duurzame energie installaties, warmte- en koudeopslag, warmtekrachtkoppeling, wijk- en stadsverwarming, etc), menselijke factoren (behaaglijkheid, gezondheid, productiviteit, etc), en natuurlijk verbeteringen en ontwikkelingen op het gebied van simulaties van gebouwprestaties zoals koppeling met CAD, productmodellering, software interoperability, gebruikers en gebruikaspecten, kwaliteitsborging, etc.



Figuur 6 Ups en downs met betrekking tot interesse en acceptatie in de geschiedenis van simulatie van gebouwprestaties (ca. 1970 tot nu).

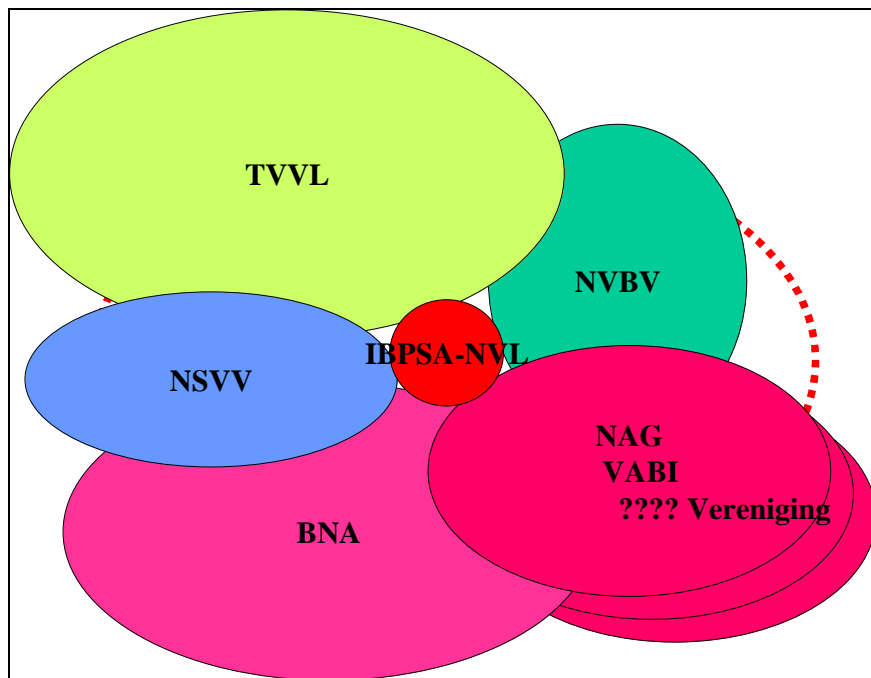
Zoals schematisch aangegeven in Figuur 6, kent de geschiedenis van simulatie van gebouwprestaties een aantal ups en downs. Een van de belangrijkste doelstellingen van IBPSA-NVL is om de interesse en het acceptatieniveau in Nederland en Vlaanderen verder te verhogen door:

- correcte toepassing van simulatie van gebouwprestaties te bevorderen
- kennis over simulatie van gebouwprestaties in de bouwwereld te verspreiden
- het kennisniveau binnen het vakgebied te verhogen.

IBPSA-NVL wil bijdragen aan het verbeteren van het ontwerp en het ontwerpproces door het adequaat toepassen van simulatie van gebouwprestaties te stimuleren en de verdere ontwikkeling van deze technologie in interactie met de partijen die bij het bouwproces betrokken zijn richting en impuls te geven.

Praktisch betekent dit, bijvoorbeeld, dat eisen ten aanzien van energiegebruik en comfort sneller en met een beter resultaat gerealiseerd worden met behulp van adequate ontwerphulpmiddelen, die kundig worden toegepast. De juiste concepten voor gebouw en installaties worden met optimale dimensies toegepast. Tevens worden simulatiemodellen meer op de ontwerppraktijk afgestemd. Mogelijke alternatieven in het ontwerp en de consequenties daarvan worden vroegtijdig onderkend waardoor het ontwerpproces sneller en tegen lagere kosten verloopt.

IBPSA NVL wil dit bereiken door kennisoverdracht en communicatie tussen alle partijen die bij het bouwproces betrokken zijn (beleidsmakers, projectontwikkelaars, architecten, adviseurs, ontwikkelaars, onderzoekers, docenten, etc) tot stand te brengen en te verbeteren. Dit is noodzakelijk om de kennisleemte bij de partijen in het bouwproces weg te nemen en draagvlak en richting voor de verdere ontwikkeling en toepassing van simulatie van gebouwprestaties te realiseren. Daartoe verzorgt IBPSA-NVL onder andere een website, een email-discussielijst, themanummers in diverse vakbladen en organiseert symposia, workshops, excursies en themabijeenkomsten.



Figuur 7 IBPSA-NVL en haar samenwerking met geassocieerde vakverenigingen zoals TVVL (Nederlandse technische vereniging voor installaties in gebouwen), NVBV (Nederlands-Vlaamse Bouwfysica Vereniging), BNA (Bond van Nederlandse Architecten), NSVV (Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde), NAG (Nederlands Akoestisch Genootschap), VABI (Vereniging voor Automatisering in de Bouw en Installatietechniek) etc.

IBPSA-NVL bestaat uit persoonlijke leden en wordt ondersteund door sponsororganisaties. Persoonlijke leden van geassocieerde vakverenigingen mogen lid worden van IBPSA-NVL zonder hiervoor contributie verschuldigd te zijn. Door zich te associëren vergroten deze vakverenigingen in



zeer belangrijke mate voor hun leden de (inter)nationale netwerkmogelijkheden en kennisuitwisseling op het gebied van simulaties van gebouwprestaties. Zoals schematisch aangegeven in Figuur 7, is het voor IBPSA-NVL een effectieve manier om een grotere doelgroep te bereiken.

IBPSA-NVL heeft een zelfstandig bestuur en kent een aantal thematische werkgroepen, die zich bezig houden met:

- **Kennisoverdracht** naar gebruikers, studenten (onderwijs, training e.d.); bijvoorbeeld in termen van, hoe de technologie gebruikt moet worden, praktische toepassingen en theoretische achtergrond.
- **Informatie-uitwisseling tussen onderzoekers en ontwikkelaars**, met name voor wat betreft het efficiënt laten verlopen van modelvorming en softwareontwikkeling door waar mogelijk te komen tot onderlinge afstemming van projecten, aanpak en werkzaamheden.
- **Positieve confrontatie onderzoek – praktijk**, die zich richt op de wensen van de gebruikers van simulatie van gebouwprestaties en hoe aan deze wensen met thans beschikbare en in ontwikkeling zijnde modellen wordt voldaan.
- **Kwaliteitsbewaking**, die zich richt op de eisen die gesteld moeten en kunnen worden aan de software en de gebruikers van simulatie van gebouwprestaties.
- **Public relations**, die zich bezig houdt met alle communicatie aspecten van de vereniging, zoals de website, de nieuwsbrieven, de email-discussielijst en de jaarlijkse conferentie.

IBPSA-NVL wordt gefinancierd uit winsten op de hiervoor genoemde activiteiten en uit financiële bijdragen van de sponsororganisaties. Sponsororganisaties hebben geen invloed op organisatie, bestuur, werkwijze noch op activiteiten van IBPSA-NVL anders dan middels inbreng door persoonlijke leden. Een overzicht van de huidige sponsors is te vinden op [www.ibpsa-nvl.org](http://www.ibpsa-nvl.org)

## Conclusies & toekomstig werk

Een groot aantal partijen in de bouw heeft direct of indirect belang bij kwalitatief goede simulaties van gebouwprestaties. De potentiële impact van simulaties op het milieu en op direct of indirect met gebouwen samenhangende kosten is aantoonbaar substantieel.

Het is de missie van IBPSA-NVL om een belangrijke bijdrage te leveren aan het verbeteren van het ontwerp en het ontwerpproces door het adequaat toepassen van simulatie van gebouwprestaties te stimuleren en de verdere ontwikkeling van deze technologie in interactie met relevante partijen die bij het bouwproces betrokken zijn richting en impuls te geven.

IBPSA NVL is thans operationeel als vereniging. De leden en werkgroepen hebben een groot aantal activiteiten op de agenda staan. De resultaten van deze activiteiten zullen in eerste instantie o.a. zijn een secretariaat, een regelmatig verschijnende nieuwsbrief, een aantal workshops, een handboek, een communicatieplan, een qua vormgeving en functionaliteit daaraan aangepaste actuele website, en de organisatie van Building Simulation 2003, [www.bs2003.tue.nl](http://www.bs2003.tue.nl), IBPSA's 8<sup>e</sup> International Conference and Exhibition, als vervolg op eerdere internationale IBPSA congressen in Vancouver '89, Nice '91, Adelaide '93, Madison '95, Praag '97, Kyoto '99 en Rio de Janeiro '01.

## Literatuur en andere verwijzingen

ASHRAE 2001. "Estimating the impact of research activities of Technical Committee 4.7 Energy Calculations," American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, GA.

Building Energy Software Tools Directory, [www.eren.doe.gov/buildings/tools\\_directory/](http://www.eren.doe.gov/buildings/tools_directory/)

Building Simulation 2003 in Eindhoven, IBPSA's 8<sup>e</sup> International Conference and Exhibition, 11 – 14 augustus 2003, [www.bs2003.tue.nl](http://www.bs2003.tue.nl)

BRECSU / ETSU 1996. "Guide 19. Energy efficiency in commercial and public sector offices", Best Practice Programme, UK Department of the Environment (DOE), 1993, reprinted 1996.

Crawley D 2001. Persoonlijke communicatie

Hensen JLM 1993. "Design support via simulation of building and plant thermal interaction," in Design and Decision Support Systems in Architecture, ed. H. Timmermans, pp. 227-238, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (NL).

Hensen JLM 2001. "IBPSA en andere (internationale) gebouwsimulatie ontwikkelingen," TVVL Magazine, vol. 30, no. 6, p. 54-60.

Hensen J en Nakahara N 2001. "Energy and building performance simulation: current state and future issues," Energy and Buildings, vol. 33, no. 4, p. v11-ix

Hensen J en Nakahara N 2001. "Building and environmental performance simulation: current state and future issues," Building and Environment, vol. 36, no. 6, p. 671-672.

IBPSA – International Building Performance Simulation Association, [www.ibpsa.org](http://www.ibpsa.org)

IBPSA – NVL, IBPSA Nederland + Vlaanderen, [www.ibpsa-nvl.org](http://www.ibpsa-nvl.org)

Plokker W en Maassen W 2001. Persoonlijke communicatie