

Eindrapport

Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'

01-06-2012

Huygen Installatie adviseurs, Rotterdam

Student: Erwin Vuik
Studentnummer: 08005249

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	<i>Erwin Vuik</i>
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	1 of 86

Voorwoord

Voor u ligt het eindrapport welke het resultaat is van een onderzoek en beoordeling van dynamische gebouwberekeningen. De opdracht is uitgevoerd voor Huygen Installatie Adviseurs te Rotterdam. Daarnaast is Cauberg Huygen, het zusterbedrijf van Huygen Installatie Adviseurs, ook betrokken in de afstudeerperiode. Dit rapport beschrijft de resultaten van het onderzoek en de uiteindelijke conclusie.

Dhr. A. Kalkman, dhr. F. Kanon en dhr. G. Janssen worden bedankt voor de interne ondersteuning tijdens de afstudeerperiode. Dhr. R.F. Meijs wordt bedankt voor de begeleiding van het schrijven van het afstudeerverslag vanuit de Haagse Hogeschool.

Dit verslag is geschreven door een afstudeerstudent van de studie werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool. Het doel van het onderzoek was de opdrachtgever voorzien van een rapport waaruit blijkt of een eventuele aanschaf van de programmatuur rendabel is.

Rotterdam, Juni 2012

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 2 of 86

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Inhoudsopgave.....	2
Samenvatting	3
Verklarende woordenlijst	6
Inleiding.....	12
Projectopdracht	13
Beoordelingsplan	14
Beoordeling Vabi.....	19
Beoordeling Bink-DYWAG	20
Beoordeling EDSL-TAS.....	37
Beoordeling.....	49
Conclusie & aanbevelingen.....	51
Bronnen.....	53
Bijlage: Model uitgangspunten	54
Bijlage: EPC-document.....	60
Bijlage: Bouwkundige tekeningen.....	61
Bijlage: Methoden comfortbepaling.....	62
Bijlage: Beschrijving Bink	66
Bijlage: Beschrijving TAS	74

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	3 of 86

Samenvatting

Gebouwinstallaties kunnen efficiënt ontworpen worden als er inzicht is in de energetische aspecten en de comfortklasse van het betreffende gebouw. De dynamische rekenprogramma's Bink 9 en EDSL-TAS zijn mogelijke hulpmiddelen om dit inzicht te verkrijgen. Huygen Installatie Adviseurs is geïnteresseerd in beide programma's en overweegt de aanschaf van één van deze softwarepakketten. Er is weinig informatie beschikbaar dat een duidelijk beeld vormt van het gebruiksgemak, de validiteit van de bruikbaarheid van de uitkomsten van de programma's.

Huygen Installatie Adviseurs gebruikt zoals vele andere adviesbureau's de temperatuuroverschrijdings-berekening van Vabi. Vabi heeft erkende rekenprogrammatuur ontwikkeld, maar de software is verre van gebruiksvriendelijk. In het hoofdstuk 'beoordeling Vabi' zijn de voor- en nadelen van Vabi uitgewerkt die gezamenlijk de beweegredenen voor het onderzoek vormen. De beoordeling van de softwarepakketten Bink en EDSL-TAS is in deze rapportage gemaakt ten opzichte van het conventionele programma Vabi.

De software moet aan een aantal criteria voldoen. De criteria zijn verwerkt in een beoordelingsplan onder de onderdelen: gebruiksgemak, validiteit, kosten en bruikbaarheid van de resultaten. De bevindingen omtrent de software zijn per criteria beschreven, die tevens de onderbouwing vormen voor de score die aan de criteria worden toegekend in een beoordelingstabel.

Het programma EDSL-TAS heeft twee tools die van toegevoegde waarde zijn ten opzichte van Vabi. De condensatie-analyse en TAS-Ambiens zijn programmaonderdelen die Vabi niet heeft en die functioneel kunnen zijn voor een installatieadviseur. In de beoordeling van EDSL-TAS zijn tegenover de toegevoegde waarde van deze tools een groot aantal nadelen beschreven. De beschreven nadelen komen naar voren in de beoordelingstabel. EDSL-TAS scoort op de onderdelen gebruiksgemak, validiteit en kosten minder goed dan Vabi. De belangrijkste bevindingen uit de beoordeling zijn:

- Het is in TAS niet mogelijk om bij een raamconstructie aan te geven welke zonwering er geïnstalleerd is en op welke wijze deze zonwering dient te worden geregeld. Het schakelen van de zonwering kan in TAS worden gesimuleerd door een glaselement zonder zonwering, voor een bepaald tijdstip te substitueren door een glaselement met zonwering. Het substitueren van een glaselement is niet gebruiksvriendelijk. Deze methode heeft ook een negatieve invloed op de validiteit omdat de regeling niet afhankelijk kan worden gemaakt van de zonneintensiteit.
- Het is in EDSL-TAS niet mogelijk om een luchtbehandelingskast in te voeren. De luchtbehandeling dient gesimuleerd te worden door een imaginaire ruimte aan te maken en de lucht vanuit deze ruimte over te storten naar de te ventileren ruimten. Deze methode maakt warmte- en vochtterugwinning onmogelijk. Daarbij komt ook dat bij de imaginaire ruimte de externe invloeden zoals zoninstraling en temperatuurverschil niet kunnen worden uitgeschakeld. Deze factoren zorgen ervoor dat de gebruiker moeilijk een inschatting kan maken van het energieverbruik van de luchtbehandelingsinstallatie.
- De lokale installatie kan niet worden gespecificeerd. Van de warmte en koude die aan de ruimtelucht wordt afgegeven is niet bekend waar deze warmte vrij komt en welke temperaturen de installatie functioneert.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	4 of 86

- Er kunnen geen stooklijnen worden ingesteld van de verwarming- koel- en luchtbehandelinginstallatie. De benadering is te eenvoudig en maakt de software minder valide.
- De modelleringstijd van een project is langer dan een simulatie in Vabi. Dat resulteert in een lagere efficiëntie.
- Het importeren van BIM-files zou de efficiëntie kunnen verhogen, maar blijkt net als bij Bink slecht te werken.
- De GTO-methode en de ATG-methode kunnen niet worden toegepast.
- Het programma genereert geen jaarbelastingduurkromme.
- Omdat TAS een programma is dat zich richt op de internationale markt, beschikt TAS niet over Nederlandse bouw fysische gegevens en Nederlandse klimaatgegevens.
- De aanschaf- en onderhoudskosten van de programmatuur zijn hoger dan Bink en Vabi.

De kern van de software van EDSL is van lagere kwaliteit en het programma is duurder dan de programma's Bink en Vabi. De programmatuur van EDSL wordt in deze rapportage negatief beoordeeld.

Het is mogelijk om de tool TAS Ambiens separaat aan te schaffen. De toegevoegde waarde van TAS Ambiens moet afgewogen worden tegen de in de beoordeling beschreven kosten.

De sterke kant van Bink is de gebruiksvriendelijkheid van de software. Het programma wordt op het gebied van complexiteit, overzichtelijkheid en efficiëntie positief beoordeeld. De lay-out van de resultaten is van hoger niveau dan bij Vabi. Bink laat een aantal belangrijke aspecten achterwege op het gebied van validiteit. De bevonden nadelen in Bink lijken vrij eenvoudig te verhelpen, maar de nadelen zorgen er voor dat Bink eveneens negatief wordt beoordeeld. Als Bink de tekortkomingen kan teniet doen kan de negatieve beoordeling worden omgezet naar een positieve beoordeling. Er zijn een aantal voorwaarden geformuleerd waaraan Bink nog moet gaan voldoen:

- Het importeren van BIM-files werkt net als bij TAS onvoldoende. De mogelijkheid van het importeren van BIM-files moet worden geoptimaliseerd.
- Het importeren van DXF-files werkt in Vabi erg efficiënt. Het importeren van een DXF-file moet in Bink mogelijk gemaakt worden.
- Het infiltratiedebiet mag in de berekening niet op één-tiende worden afgerond.
- Het programma moet specifieker zijn op het gebied van installaties. De lokale installatie moet kunnen worden gedefinieerd en stooklijnen van de koel- verwarming- en luchtbehandelinginstallatie moeten kunnen worden opgegeven.
- Er moet in de programmatuur kunnen worden aangegeven op welke temperatuur de warmte of koude in de ruimte wordt afgegeven. Ook moet de locatie van de verwarming of koeling in de ruimte kunnen worden gespecificeerd.
- De GTO-methode moet kunnen worden toegepast. De PMV-waarde wordt inmiddels al berekend. Met een kleine toevoeging kunnen de gewogen temperatuuroverschrijdingen worden gegenereerd.
- De PMV-waarde wordt in sommige gevallen foutief berekend. Bink bepaald in sommige gevallen een PMV-waarde van -5. Het bereik van de PMV-waarde ligt tussen -3 en 3.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 5 of 86

Daarmee is een PMV-waarde van -5 onmogelijk.

- De jaarbelastingduurkromme kan alleen per ruimte worden weergegeven, maar moet voor het gehele gebouw kunnen worden gegenereerd.

Op basis van de bevonden negatieve aspecten bij EDSL-TAS en Bink wordt geadviseerd om af te zien van de overwogen aanschaf. Bink is in de kern een goed programma en de software is nog hard in ontwikkeling. In de toekomst kan Bink bij het verbeteren van de genoemde negatieve aspecten wel van toegevoegde waarde zijn voor Huygen.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	6 of 86

Verklarende woordenlijst

De onderstaande begrippen zijn in het rapport niet of onvoldoende toegelicht. De verklaring van de begrippen zijn voor de begripvorming van de lezer opgenomen in het overzicht.

Begrip	Verklaring
Absolute vochtigheid	Grootte voor de hoeveelheid vocht in de lucht. Eenheid over het algemeen [g/kg]
ATG-methode	Indicatiemethodiek t.b.v. het zomercomfort. De methode maakt gebruik van psychologische adaptatie. De methode is toegelicht in bijlage 'methoden comfortbepaling'
Behoefteprofiel	De grafiek vanuit de ATG-methode geeft aan, welke operationele temperatuur er ervaren wordt voor een bepaalde referentie buitentemperatuur. Een behoefteprofiel geeft door middel van stippen aan, welke uren een bepaald verwarming- of koelvermogen aanwezig is voor een buitentemperatuur.
BIM	Building Information Modelling. Een toelichting van BIM is opgenomen in het hoofdstuk 'beoordelingsplan'
CAV-systeem	Ventilatiesysteem met een constant volumedebiet.
Convectieve warmteovergangscoefficiënt	Aan het oppervlak van een constructie aan de lucht afgegeven die langs het oppervlak convergeert. De convectieve warmteovergangscoefficiënt is een coefficient die representatief is voor de warmteoverdracht door convectie.
Dampdiffusweerstandsfactor	Materiaaleigenschap; maat voor de weerstand tegen het diffunderen van damp door een materiaal laag.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 7 of 86

Dampdruk

De temperatuur en luchtvochtigheid van de lucht in een afgesloten ruimte bepalen de druk van de damp uit de lucht op de wanden. De druk van de damp op de wanden heet de dampdruk.

Diffuse zonnestraling

Diffuse zonnestraling zijn kortgolelige zonnestralen die door gassen in de dampkring zijn verstrooid.

Directe zonnestraling

Directe zonnestraling zijn kortgolelige zonnestralen die ongehinderd door de dampkring de aarde bereiken.

DXF-import

DXF is een uitwisselingsformaat voor 2D-tekeningen. Door middel van AutoCAD kan op elke tekenlaag een enkellijnige plattegrond worden opgezet. Deze plattegronden kunnen rechtstreek worden geïmporteerd in programma's als Vabi. In Vabi kan de hoogte van de betreffende bouwlaag worden gedefinieerd.

Enthalpie

Enthalpie (h) is een thermodynamische grootheid die afgeleid kan worden uit de inwendige energie U door daaraan een term druk maal volume (pV) toe te voegen. De enthalpie is zo gedefinieerd dat het enthalpieverschil tussen twee toestanden bij constante druk gelijk is aan de totale opgenomen of afgestane hoeveelheid warmte.

EPC

Energieprestatiecoëfficiënt; berekeningsmodel die een indicatie kan geven van de te verwachten energieprestaties van een gebouw. De EPC is in april 2012 vervangen door de norm: EPG.

EPG

Energieprestaties gebouwen; berekeningsmodel die een indicatie kan geven van de te verwachten energieprestaties van gebouwen.

Factor operationele temperatuur

De factor operationele temperatuur is de verhouding tussen de stralingstemperatuur en de luchttemperatuur.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	8 of 86

gbXML-file

Exportformaat voor BIM-files.

GTO-methode

De gewogen temperatuuroverschrijdingen is een methodiek tbv. het te verwachten zomercomfort. De temperatuuroverschrijdingen van de lucht worden in deze methode gewogen op de mate van overschrijding. De methode wordt beschreven in de bijlage 'methoden comfortbepaling'

Infiltratie

Luchtdebiet door kieren en naden van een gevel. Het energieverlies als gevolg van het verwarmen van de geïnfiltreerde lucht wordt beschreven als infiltratieverlies.

Interne last

Warmteproductie van personen, verlichting en apparatuur in een ruimte.

Iteratieve berekening

Berekening waarbij de waarden door middel van herhaling worden bepaald.

Iteratieslagen

De temperaturen in een ruimte moeten herhaaldelijk worden berekend om ze elkaar beïnvloeden. Door middel van een hoger aantal iteratieslagen kan de berekening nauwkeuriger worden gemaakt.

Jaarbelastingduurkromme

Grafische weergave van het verwarming- en koelvermogen uitgezet tegen de uren van een jaar.

Klimaatjaar

Bestand met uurlijkse klimaatgegevens. Met behulp van een klimaatfile kunnen de invloeden van het klimaat in een simulatie worden meegenomen.

Latente warmte

Warmte die wordt vrijgegeven door vochtverdamping.

LTA

Glaseigenschap; factor die grootte van de lichttoetreding weergeeft.

Luchttemperatuur

Gemeten temperatuur in de ruimte.

Metabolisme

Door middel van het metabolisme kan worden aangegeven wat de

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 9 of 86

warmteproductie van het menselijk lichaam is. De warmteproductie van het menselijk lichaam is afhankelijk van de activiteit. Het metabolisme wordt uigedrukt in W/m^2 .

Operatieve temperatuur

De operatieve temperatuur komt voort uit stralingstemperatuur en luchttemperatuur. De operatieve temperatuur loopt bij een temperatuurverloop achter op de luchttemperatuur. Dit komt omdat het opwarmen en afkoelen van de vlakken trager is dan de temperatuurfluctuatie van de lucht. Het gevolg daarvan is dat de stralingstemperatuur trager is dan de luchttemperatuur, waarmee ook de operatieve temperatuur trager is dan de luchttemperatuur.

Passiefhuis

Energiezuinig gebouw/woning.

PHPP

Ontwerppakket voor passiefhuizen.

Plenum

Ruimte tussen constructievloer en verlaagd plafond.

PMV-waarde

Predicted mean vote; de voorspelde gemiddelde waardering van het thermische binnenklimaat. De PMV-waarde wordt nader toegelicht in de bijlage 'methoden comfortbepaling'

PPD-waarde

De PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) geeft het percentage aanwezigen aan dat zal ontevreden reageren op het binnenklimaat.

Referentie buitentemperatuur

Representatieve temperatuur voor de buitentemperatuur waarbij de psychologisch adaptatie van de buitentemperatuur van de voorgaande dagen wordt meegenomen.

Relatieve lichtsnelheid

Voor het bepalen van de PMV is de relatieve lichtsnelheid ten opzichte van het lichaam van belang.

Relatieve luchtvochtigheid

Percentage van de hoeveelheid waterdamp die lucht maximaal bij een bepaalde

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 10 of 86

	temperatuur en druk kan bevatten.
Stralingstemperatuur	De gemiddelde stralingstemperatuur wordt bepaald uit het gemiddelde van de oppervlaktetemperaturen van de omgevende vlakken. De positionering van deze vlakken wordt meegenomen in de berekening van de stralingstemperatuur.
Stralingswarmte overgangscoefficiënt	De warmte die het oppervlak van een constructie door middel van straling aan de lucht wordt afgegeven. De stralings warmteovergangs-coëfficiënt is een coëfficiënt die representatief is voor de warmteoverdracht door straling.
Temperatuuroverschrijdings-berekening	Comforttechnische berekening waarbij de uren waarbij de operationele temperatuur of de luchttemperatuur 25°C en 28°C overschrijdt worden bepaald.
Thermische stratificatie	Als gevolg van temperatuurverschillen in een ruimte ontstaat er een gelaagdheid op basis van temperatuur. De koude lucht valt naar beneden en de warmte lucht stijgt op.
TO-uren	Het aantal uren waarbij overschrijding gemeten wordt.
Transmissie	Warmtetransport door een constructie.
Verdampingswarmte	Maat voor de hoeveelheid benodigde toegevoerde energie om vocht te laten verdampen.
Verticale temperatuurgradiënt	Temperatuurverloop in de hoogte in graden Celsius. Zie ook: thermische stratificatie.
Verzadigde dampdruk	Dampdruk waarbij condensatie op treedt.
Voelbare warmte	Afgegeven energie in de vorm van warmte.
Warmteabsorptiecoëfficiënt	Factor die aangeeft in welke mate een constructie warmte opneemt.
Worp	Afstand waarin een luchtstroom zijn richting behoudt.

Eindrapport

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	11 of 86

WTW

Warmteterugwinning

ZTA

Glaseigenschap; factor die de grootte van de toetreding van zonnestraling weergeeft.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	12 of 86

Inleiding

Om een indicatie te krijgen van het energieverbruik en het zomercomfort in gebouwen wordt door installatieadviseurs een temperatuuroverschrijdingsberekening gemaakt. In veel gevallen wordt er gewerkt met het conventionele programma Vabi. Vabi is een valide programma en jarenlang algemeen geaccepteerd binnen de installatietechniek. Het grote nadeel van Vabi is de gebruiksvriendelijkheid. De gebruiker moet ervaren zijn in het gebruik van Vabi om geen slordigheidfouten te maken en de uitkomsten te beoordelen op betrouwbaarheid. De foutmeldingen in Vabi zijn niet specifiek en onduidelijk. Het is onmogelijk om door middel van een temperatuuroverschrijdingsberekening een indicatie te krijgen van de thermische stratificatie, koudeval en luchtsnelheden in een grote ruimte.

De ontwikkelingen van de afgelopen jaren die software de laatste jaren doormaakt zijn nog niet verwerkt in de temperatuuroverschrijdingsberekening van Vabi. Zo is het importeren van BIM-files nog niet mogelijk en is de DOS-structuur van voorheen nog steeds herkenbaar.

Door de bovengenoemde factoren is Huygen Installatie Adviseurs geïnteresseerd in de soortgelijke programma's EDSL-TAS en Bink. In deze rapportage zal onderzocht worden of de programmatuur op het gebied van validiteit minimaal het zelfde niveau behaald als Vabi. Het gebruiksgemak en de bruikbaarheid van de uitkomsten moet verbeterd zijn ten opzichte van Vabi.

Voor de onderdelen gebruiksgemak, validiteit, kosten en bruikbaarheid van de uitkomsten zijn een aantal criteria opgesteld. Deze criteria zijn verwerkt in een beoordelingsplan. De bevonden aspecten vormen per criteria de onderbouwing van de score die wordt toegekend in de beoordelingstabel.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	13 of 86

Projectopdracht

In dit hoofdstuk komen een aantal onderdelen aan bod, die gezamenlijk de afstudeeropdracht vormen. Deze rapportage is opgesteld om een duidelijk beeld te vormen van de kwaliteit van de rekensoftware Bink en EDSL-TAS. De conclusies worden getrokken uit de score die uit de beoordelingstabel naar voren komt. De programma's worden beoordeeld op de criteria die in het beoordelingsplan zijn opgenomen. De criteria worden onderverdeeld in de categorieën gebruiksgemak, validiteit, kosten en bruikbaarheid van de resultaten.

Het beoordelingsplan moet aan een aantal randvoorwaarden voldoen. De geformuleerde randvoorwaarden zijn:

- Building Information Modelling is een ontwikkeling van de afgelopen jaren waarbij een digitaal 3D-model met allerlei informatie de kern vormt van een bouwproject. De programma's Bink en TAS kunnen een BIM-model importeren, zodat er energieberekeningen of TO-berekeningen van het gebouw gemaakt kunnen worden. De koppeling tussen Building Information Modelling en de softwarepakketten zal meegenomen worden in de beoordeling onder het criterium efficiëntie.
- Vabi is ongeschikt om van grotere ruimten, zoals bijvoorbeeld atria, de verticale temperatuurgradiënt en luchtsnelheden voor alle plekken in de ruimte te bepalen. In veel gevallen wordt er dan een CFD-berekening gemaakt om een indicatie te geven van de plekken waar comfortklachten op kunnen treden. Er wordt in dit rapport onderzocht of de programma's een betere indicatie kunnen geven van de temperatuurverdeling en luchtsnelheden in de ruimte en of in dat geval een CFD-berekening achterwege gelaten kan worden. In het beoordelingsplan wordt beschreven hoe het bepalen van het thermische binnenklimaat in atria beoordeeld kan worden.
- De validiteit van de rekenprogrammatuur is van groot belang. Om de software met Vabi en elkaar te kunnen vergelijken wordt een referentiewoning als gebouwinvoer gebruikt. Van de woningen is bekend hoeveel energie er afgegeven wordt ten behoeve van de ruimteverwarming. De wijze waarop de referentiewoning een rol speelt in de beoordeling, wordt uitgebreider beschreven in het beoordelingsplan. De uitgangspunten van het model zijn beschreven in de bijlage 'model uitgangspunten'
- De rekenprogrammatuur moet een indicatie kunnen geven van de thermische behaaglijkheid. Er zijn verschillende methoden waarmee een beeld van de thermische behaaglijkheid gevormd kan worden. In het beoordelingsplan is beschreven welke methoden de rekenprogrammatuur dient te kunnen toepassen.
- Sommige opdrachtgevers eisen van de installatieadviseur dat er een temperatuuroverschrijdingsberekening met Vabi wordt gemaakt. De rekenprogrammatuur wordt onderzocht als zijnde een aanvulling op het Vabi-pakket. De beoordeling wordt opgesteld als een vergelijking met Vabi. Omdat de kosten van Vabi bij een aanschaf van de andere rekenprogrammatuur niet weg zullen vallen, voldoet Vabi in de beoordeling 100% aan het kostencriterium.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	14 of 86

Beoordelingsplan

De simulatiepakketten zullen worden beoordeeld aan de hand van 17 criteria. De criteria vallen onder te delen in de categorieën gebruiksgemak, validiteit, bruikbaarheid resultaten en kosten. De programma's zullen beoordeeld worden ten opzichte van de TO-berekening van Vabi: VA114.

Beschrijving Criteria

De criteria zijn per categorie in het onderstaande tekstgedeelte beschreven. Vanuit het beoordelingsplan is een beoordelingstabel opgesteld, die wordt toegepast bij de beoordelingen van de pakketten. (Zie hoofdstuk 'beoordeling')

Gebruiksgemak:

- Complexiteit

Met behulp van het criterium complexiteit wordt beoordeeld of de software eenvoudig is in gebruik. Hierbij worden het aantal parameters en de benodigde kennis meegenomen in de beoordeling. Bij een lager aantal parameters en minder benodigde kennis zal de software eenvoudiger te gebruiken zijn, maar dat zal naar verwachting ten koste gaan van de validiteit.

- Overzichtelijkheid

Het is van belang dat de lay-out van de software overzichtelijk is. Hierbij vormt de inzichtelijkheid van de beschikbare functies het grootste aandeel van de score. Daarnaast moet de volgorde van de handelingen bij het modelleren en instellen van de rekenopdrachten vanzelfsprekend zijn.

- Efficiëntie

Beide softwarepakketten hebben de functie om gebouwen te modelleren. Het gebruiksgemak van de functie om gebouwen te modelleren wordt meegenomen in de beoordeling op het gebied van de efficiëntie. De complexiteit en de overzichtelijkheid van de gehele softwarepakketten hebben eveneens invloed op de efficiëntie van de berekening.

Om efficiënt te kunnen ontwerpen, wordt er een korte modelleringstijd vereist. De koppeling met BIM (Building Information Modelling) is een hulpmiddel om een kortere modelleringstijd te verkrijgen. Building Information Modelling is het opstellen van een digitaal 3D model waaraan alle bouw fysieke eigenschappen en gebouweigenschappen gekoppeld kunnen worden. Binnen een bouwproces werken veel verschillende partijen samen om aan het uiteindelijke resultaat op te leveren. De veranderingen die gaandeweg het ontwerpproces van het gebouw worden aangebracht heeft voor alle partijen gevolgen. BIM ontwikkelt zich de laatste jaren erg snel onder architecten, constructeurs, installateurs en installatieadviseurs. Naast bouw fysieke- en geometrische informatie kan ook andere informatie zoals functies van ruimten, planning en werkzaamheden aan het BIM-model worden toegevoegd. Het voordeel van BIM is dat de partijen altijd beschikking hebben over de actuele stand van zaken. BIM-modellen kunnen gemodelleerd worden met behulp van Autodesk Revit.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 15 of 86



Dynamische rekenprogramma's als Bink en EDSL-TAS hebben de mogelijkheid om BIM-model te importeren door middel van een gbXML-file. Het importeren van een gebouw in een dynamische gebouwberekening scheelt modelleringstijd voor de installatieadviseur. De koppeling tussen BIM en de rekenprogrammatuur Bink en EDSL-TAS vormt een van de beoordelingsaspecten in het onderzoek.

- Beschikbare talen

Als de software verkrijgbaar is in de Nederlandse taal, verhoogt dat het gebruiksgemak.

- Communicatie rekenmodulen

Binnen de rekenpakketten zijn er meerdere rekenmodulen beschikbaar. Er wordt beoordeeld of de rekenmodulen onderling goed kunnen samenwerken. Zo kan voor verschillende berekeningen hetzelfde gebouw worden toegepast met de bijbehorende bouwfysische gegevens en afmetingen.

- Ondersteuning helpfunctie

Bij dit criterium wordt bepaald in welke mate de helpfunctie ondersteunend is in het gebruik van de rekenprogramma's.

- Bruikbaarheid foutmeldingen

Door middel van dit criterium kan worden beoordeeld of de software foutmeldingen specifiek en correct weergeeft.

Validiteit:

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 16 of 86

- Diepgang berekening energieprestaties

De validiteit van de software wordt in grote mate bepaald door de diepgang van de achterliggende theorie. Bij meer theoretische diepgang van de berekening zijn de uitkomsten van de berekeningen reëler.

- Diepgang comfortbepaling

De rekenprogrammatuur moet een indicatie kunnen geven van het te verwachten thermische zomercomfort. Er zijn verschillende gangbare methodieken in Nederland: TO-uren, de GTO-methode en de ATG-methode. De methodieken worden toegelicht in de bijlage 'Methoden comfortbepaling'.

- CFD-tool

In de opdrachtomschrijving is beschreven dat voor creëren van inzicht in het thermische binnenklimaat en luchtsnelheden in atria Vabi geen oplossingen kan bieden.

Bij complexe situaties zoals luchtstromingen in parkeergarages, het thermische binnenklimaat in atria, rookverspreiding tijdens brand en concentraties verontreiniging kan een CFD-berekening het benodigde inzicht bieden. Bij een CFD-berekening wordt de ruimte opgedeeld in kleine rekencellen (vaak in de orde van grootte van 100.000 cellen). Vervolgens worden voor elke cel op iteratieve wijze de temperatuur, snelheid, druk en dichtheid bepaald. Het grote nadeel van CFD-berekeningen is dat ze complex en tijdrovend zijn. Daarmee is een CFD-berekening in de meeste gevallen een te complex en duur middel. De softwareproducent EDSL heeft de tool TAS Ambiens ontwikkeld. TAS Ambiens is een tool waarmee een beeld gevormd kan worden van het thermische binnenklimaat en luchtsnelheden in atria. In de beoordeling en de conclusie zal de toegevoegde waarde van TAS Ambiens worden meegenomen.

- Certificering

Voor technische rekenprogrammatuur is het mogelijk om gecertificeerd te worden. De certificeringen zijn een garantie voor de waarheidsgetrouwheid van de software.

- Overeenkomst monitoring

Er zijn 8 woningen als referentie gekozen. Van de woningen zijn de bouwkundige gegevens en de afmetingen bekend. Van de referentiewoning is de afgegeven warmte ten behoeve van een jaar ruimteverwarming uit de praktijk bekend. Bij een juiste invoer van de parameters moeten de uitkomsten van software de gemiddelde energieprestaties van de woningen benaderen. In de onderstaande tabel is per woning weergegeven: het woningtype, het netto vloeroppervlak en de gemeten GJ ruimteverwarming. Woning type D en E zijn vergelijkbare twee-laagse tussenwoningen. Het energieverbruik is exclusief tapwaterbereiding.

Type woning	E	E	E	E	E	E	E	D	Gemiddeld
Ag [m ²]	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	84.2	83.85
E-rv gemeten [GJ]	14.7	11.9	20.9	5.8	26.4	21.6	14.8	14.3	16.3

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	17 of 86

Zoals in de bovenstaande tabel is te zien, kan het energieverbruik ten behoeve van de ruimteverwarming ver uit elkaar liggen. De spreiding ontstaat door verschillen in het gebruik van de woning en apparatuur. In de berekeningen EPC, EPG en PHPP worden de onderstaande interne warmtelasten gehanteerd. (Bron: Senternovem publicatie: passiefhuis en EPN-onderzoek naar de waardering van passiefhuizen volgens EPN en PHPP.)

EPC: 6 W/m²
EPG: 4 W/m²
PHPP: 2,1 W/m²

Door deze verschillende warmtelasten te simuleren wordt een bereik gecreëerd waarbinnen de gemeten waarden moeten vallen. De aanpak van het simuleren van deze warmtelasten is verder toegelicht in de bijlage 'model uitgangspunten' onder het subhoofdstuk 'interne warmteproductie'.

- Overeenkomst resultaten met Vabi

Bij de beoordeling van de rekenprogrammatuur worden beide rekenprogramma's met Vabi vergeleken. Daarbij wordt een referentiewoning gebruikt als gebouwinput. Het is van belang dat de uitgangspunten van het model daarbij gelijk zijn. De uitgangspunten zijn opgenomen in de bijlage 'model uitgangspunten'. De vergelijking van de resultaten van Vabi en de rekenprogrammatuur zal niet voor 3 verschillende warmtelasten plaats vinden, maar met een interne warmteproductie van 4 W/m². De vergelijking zal gemaakt worden op basis van de volgende onderdelen:

- Energieverbruik ten behoeve van de ruimteverwarming en verwarming van de ventilatielucht.
- Ruimteresultaten
- Jaarbelastingduurkromme
- TO-uren.
- ATG Comfortmethode
- GTO Comfortmethode

De beschrijving van de TO-uren, ATG- en GTO methode zijn aan de bijlage 'methoden comfortbepaling' toegevoegd.

Bij een warmteverliesberekening wordt uitgegaan van een extreme situatie: een lage buitentemperatuur (-10°C), geen zoninstraling en een lage interne warmte productie (0 W/m²). De warmteverliezen ten gevolge van transmissie, ventilatie en infiltratie vormen het verwarmingsvermogen. Deze situatie zal in de rekenprogrammatuur uit te lezen zijn van de vollast uit de jaarbelastingduurkromme. De vollast kan vergeleken worden met het berekende vermogen vanuit de warmteverliesberekening van Vabi.

- Toepassing Nederlands klimaat en bouwfysische gegevens.

Huygen Installatie Adviseurs beperkt zich tot Nederlandse projecten. De toegepaste bouwkundige constructies en het klimaat buiten Nederland verschilt op veel gebieden met Nederland. Het is van belang dat de rekenprogramma's de mogelijkheid hebben om bouwkundige constructies die in Nederland worden toegepast te selecteren. Daarnaast is het een vereiste dat er met een Nederlands klimaatjaar kan worden gesimuleerd.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 18 of 86

Bruikbaarheid resultaten:

- Diepgang en relevantie

Om gebouwgebonden installaties efficiënt te kunnen ontwerpen moeten de resultaten voldoende diepgang hebben en relevant zijn.

- Lay-out

Bij het criterium lay-out wordt beoordeeld of de resultaten van de rekenprogramma's bruikbaar zijn voor rapportages voor de opdrachtgever, gebruiker en architect.

Kosten:

- Licentiekosten

De licentiekosten worden meegenomen in de beoordeling. Implementatiekosten worden buiten beschouwing gelaten.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 19 of 86

Beoordeling Vabi

In het onderstaande overzicht zijn de grootste voor- en nadelen uitgewerkt, die samen de beweegredenen vormen voor het onderzoek.

Voordelen Vabi:

- Vrij compleet pakket voor de meeste gebouwen.
- Goede ondersteuning vanuit de helpdesk.
- Relatief goedkoop pakket.
- Installaties en daarmee ook de stooklijnen kunnen worden gespecificeerd. Het specificeren van stooklijnen is een vereiste om een installatie realistisch te kunnen simuleren.

Nadelen Vabi

- Vabi is qua structuur en overzichtelijkheid niet gebruiksvriendelijk.
- Het importeren van BIM-files is in Vabi 114 niet mogelijk.
- Constructies moeten op het 2^e niveau worden ingevoerd. Het eerste niveau heeft een te grove benadering waaruit onrealistische resultaten volgen.
- Bij complexe installaties moet de gebruiker trucs toe passen om de simulatie realistisch uit te kunnen voeren.
- In Vabi zitten een aantal hardnekkige bugs met betrekking tot het vasthouden van waarden die al zijn aangepast.
- De stooklijnen van de installatie kunnen in Vabi niet achterwege gelaten worden.
- Als 2 typen warmte- en koudeafgiftesystemen in één constructie dienen te worden opgenomen, moet er een imaginaire wand tussen de 2 warmtebronnen aangemaakt worden. Anders ontstaan er fouten in de berekening.
- Bij afwijkende gebouwen met atria en dubbele gevels zijn de berekeningen beperkt.
- Er wordt veel ervaring van de gebruiker vereist om een uitgevoerde berekening te kunnen beoordelen op kwaliteit.
- Vabi beschikt niet over de reken Capaciteiten om een realistisch beeld te kunnen geven van het thermische- en stromingsgedrag van de lucht in atria. Zoals in het beoordelingsplan wordt beschreven wordt er in het huidige traject bij projecten in zo'n geval een CFD-berekening gemaakt.
- De resultaten vanuit Vabi worden onoverzichtelijk gepresenteerd. Het bestand waarin de resultaten gepresenteerd worden is evenmin flexibel. De lay-out van de tabellen en de tekst is van onvoldoende niveau.
- In Vabi kan er voor een raam niet aangegeven worden voor hoeveel procent een raam uit kozijn bestaat. Zo moet de gebruiker bij een energie-/to-berekening het glasoppervlak invoeren en bij een warmteverliesberekening het raamoppervlak.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 20 of 86

Beoordeling Bink-DYWAG

Aan de hand van de beschreven criteria uit het hoofdstuk 'beoordelingsplan' zal Bink worden beoordeeld. De tekstgedeelten die per criterium in het rapport zijn opgenomen vormen een onderbouwing van de score die aan het eind van dit hoofdstuk in de beoordelingstabel aan een criterium wordt toegekend.

Complexiteit

Bink is een programma met een gemiddelde diepgang. Het aantal parameters en het niveau is daarmee vergelijkbaar met de TO-berekening van het conventionele programma Vabi 114.

Het simulatiepakket Bink wordt soms onnodig complexer in gebruik door de volgende nadelen:

- Het is onhandig dat de warmteabsorptie van vlakken door zontoetreding door transparante vlakken in de Bink simulatie niet automatisch wordt bepaald. De gebruiker van het simulatiepakket moet zelf het percentage van de toetredende zonnewarmte per absorptievlak bepalen. De toelichting van deze methode is te vinden in de bijlage 'beschrijving Bink'.
- De latente warmte moet bij de interne warmteproductie worden gedefinieerd. De eenheid van de latente warmte is in gram per uur. In de beschikbare documentatie wordt de latente warmte per activiteit uitgedrukt in Watt. Het zou eenvoudiger zijn om de latente warmte in Watt in Bink in te laten voeren, waarna het simulatiepakket door middel van de verdampingswarmte de vochtproductie bepaalt.
- Bij het veranderen van de dikte van de materiaalagen in de constructiebibliotheek veranderen de Rc- en U-waarden niet. Daarbij is ook onduidelijk of het programma met de Rc-waarde of de U-waarde rekt. Beide waarden kunnen onafhankelijk van elkaar worden ingevoerd. Het gebruiksgemak zou geoptimaliseerd kunnen worden door de gebruiker per constructietype de keuze te laten maken voor een Rc- of U-waarde.

De berekeningen die door middel van Bink gemaakt worden zijn erg flexibel. Er ontstaan geen problemen bij het aanpassen van het 3D-model of gebouwparameters. Bij Vabi kan dit in veel gevallen wel onvolkomenheden in de resultaten of foutmeldingen veroorzaken.

Overzichtelijkheid

Bink DWAG is een erg overzichtelijk programma. De opzet van de functies is niet gebruikelijk ten opzicht van Vabi 114. De volledige beheersing van de software is ongeveer een kwestie van 2 dagen. Met behulp van een cursus bij Bink moet de software sneller beheerst kunnen worden.

Efficiëntie

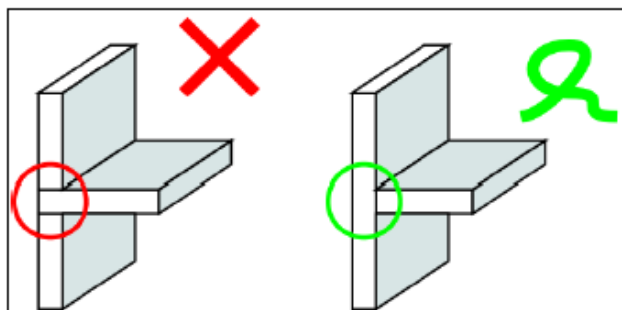
De koppeling van Bink met Building Information Modelling kan de modelleringstijd ten goede komen. Echter blijkt dat de koppeling een aantal beperkingen bevat en dat het 3D-model niet alle vrijheid heeft op het gebied van de tekenopties. De bevonden beperkingen van de koppeling tussen Bink en

BIM zijn:

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 21 of 86

- Bij het importeren van een BIM houdt Bink niet alle constructietypen vast. De ruimtefuncties die in Revit meegegeven worden aan space worden in sommige gevallen niet in Bink herkend. Het is wel mogelijk om de constructiebibliotheek van Revit te vervangen door een bestand met Bink-constructies.
- Bij het importeren van BIM files in Bink Builder wordt de eis aan het BIM model gesteld dat de tussenvloeren niet in de buitenwand worden bevestigd, maar tussen de buitenwanden worden ingeklemd. In figuur 1.0 is weergegeven hoe de tussenvloeren dienen te worden bevestigd.



Figuur 1.0: Bevestiging tussenvloeren

- Als de tussenvloeren op foutieve wijze worden bevestigd zal er bij het importeren gaten vallen in het Bink Builder model. In de praktijk worden er vaak tussenvloeren voor een deel in de buitenmuur bevestigd. De architect zal de tussenvloer dus ook op die wijze willen modelleren. De koppeling tussen het van de architect opgeleverde BIM-model en Bink wordt hiermee onmogelijk gemaakt.
- Om een Revit gebouwmodel te kunnen importeren in een Bink Builder model moet het bestand worden geëxporteerd naar een gbXML file.
- Als een kolom in een ruimte geplaatst wordt, zal deze standaard de ruimte begrenzen. Bij het importeren van het BIM-model zal dit problemen geven in het Bink Builder model. Bij het plaatsen van een kolom zal er in de 'properties' aangegeven moeten worden dat de kolom de ruimte niet moet begrenzen.
- De ruimtefuncties en bouwfysische eigenschappen van het gebouw worden in Bink niet altijd herkend, omdat niet alle ruimtefuncties en bouwfysische gegevens zijn opgenomen in Bink en Revit. Het kan dus voorkomen dat de in Revit gekoppelde data niet wordt herkend in Bink.
- Bij het koppelen van de bouwfysische gegevens aan een wandconstructie in Revit kunnen de U-waarden en Rc-waarden niet worden aangepast. Het nadelige gevolg hiervan is dat als er een andere U-waarde wordt toegepast dan in Revit beschikbaar is, dan zal dat later in Bink aan het model moeten worden toegevoegd.
- In Revit kunnen rekenresultaten, die aan een gbXML-file gekoppeld zijn, worden geïmporteerd. Dit zijn onder andere koellast- en warmtebehoeftebepaling. Deze koppeling is nog niet mogelijk tussen Revit en Bink.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	22 of 86

De voorwaarden die Bink stelt aan het BIM-model zullen voorafgaand aan een project bij de architect moeten worden neergelegd. Het is niet waarschijnlijk dat de architect bereid is zijn tekenstandaard aan te passen ten behoeve van een TO-berekening.

Er is een BIM-model opgesteld dat aan alle tekenvoorwaarden van Bink voldoet. Bij het importeren van de het BIM-model in de Bink Builder ontstaan er alsnog allerlei problemen. Building Information Modelling heeft de toekomst in de bouwsector, maar de koppeling tussen BIM en Bink kan op veel punten worden verbeterd.

Als het importeren van een BIM-file onmogelijk blijkt te zijn, moet de gebruiker overgaan op een andere methode om een 3D-model te verkrijgen. Een DXF-import zoals opgenomen in het Vabi-pakket is in de Bink Builder helaas nog niet mogelijk. Deze optie zal Bink software naar eigen zeggen bij de volgende update, toevoegen aan de Bink Builder. Omdat de import van een BIM-file slecht kan werken en de import van een DXF-file onmogelijk is in Bink, zal de gebruiker het 3D-model zelf moeten modelleren in de Bink Builder omgeving. Het modelleren in de Bink Builder gaat efficiënter dan in Vabi, maar het programma is op het gebied van tekenopties eveneens vrij beperkt.

Doordat Bink overzichtelijk en niet complex is, kan een gebouw snel gemodelleerd en gesimuleerd worden. Dit komt de efficiëntie ten goede.

Zoals in de bijlage 'model uitgangspunten' te zien is, kunnen er in Bink dagpatronen worden ingevoerd met uurlijkse luchtcondities. Door middel van deze dagpatronen kan de thermostaat, de interne warmteproductie en de luchtbehandeling worden geregeld. De waarden die daarbij gespecificeerd kunnen worden zijn:

- Minimale luchttemperatuur
- Maximale luchttemperatuur
- Minimale relatieve luchtvochtigheid
- Maximale relatieve luchtvochtigheid
- Percentage personen
- Percentage verlichting
- Percentage apparatuur
- Debiet inblaaslucht
- Minimum temperatuur inblaaslucht
- Maximum temperatuur inblaaslucht
- Minimum relatieve vochtigheid inblaaslucht
- Maximum relatieve vochtigheid inblaaslucht

De dagpatronen zijn in Bink erg efficiënt in gebruik.

Beschikbare talen

Bink is een Nederlandse softwarefabrikant. De software is in het Nederlands beschikbaar. Dit komt het gebruiksgemak ten goede.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	23 of 86

Communicatie rekenmodulen

Het is binnen de rekenmodulen van Bink eenvoudig om projectgegevens van een bepaalde rekenmodule te importeren in een andere rekenmodule. Zo hoeven er niet voor verschillende berekeningen dezelfde processen doorlopen te worden. Het is in Bink nog niet mogelijk om installaties in het Bink Builder model te tekenen. Tot dusver zijn de mogelijkheden om installaties te ontwerpen gepresenteerd als een isometrische projectie.

Alle berekeningen in Bink kunnen worden gearchiveerd in één project. Daarbij kan de projectbibliotheek met bouwfysische gegevens en het 3D-model worden geïmporteerd in een andere berekening. Als een aangepast 3D-model in een bestaande berekening wordt geïmporteerd, wordt de data samengevoegd.

Ondersteuning helpfunctie

De helpfunctie van Bink is niet erg uitgebreid. Sommige parameters zijn onduidelijk zodat een toelichting verlangd wordt. Een deel van deze parameters is niet terug te vinden in de helpfunctie. De telefonische helpdesk van Bink is daarentegen gemakkelijk te bereiken en de ondersteuning is van hoge kwaliteit.

Bruikbaarheid foutmeldingen

De foutmeldingen in Bink zijn specifiek en duidelijk. Als een parameter incorrect of niet is ingevoerd geeft Bink exact aan waar fouten kunnen ontstaan.

Diepgang berekening energieprestaties

De diepgang van Bink DYWAG is voor het grootste gedeelte vergelijkbaar met de diepgang van de TO-berekening Vabi 114. Vabi is specifiek op het gebied van de installaties. Zo kan in Bink niet aangegeven worden of de warmte afgegeven wordt door radiator, vloerverwarming of een andere warmteafgiftesysteem. Verder kan in Vabi 114 in een constructie, bestaande uit een aantal lagen, worden aangegeven in welke laag zich een warmte- of koudebron bevindt. Ook moet in Vabi voor de installatie een stooklijn worden gedefinieerd. Bink zou op dit gebied een stuk specifiek moeten zijn.

Het infiltratiedebiet wordt in Bink automatisch afgerond op één-tiende dm^3/sm^2 . Een infiltratiedebiet van $0,26 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ wordt dus automatisch een debiet van $0,3 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ in de berekening. Deze benadering is veel te grof.

Bink kan door middel van de dagpatronen een nauwkeurigere benadering maken van de interne warmteproductie, thermostaat en luchtcondities van de inblaasluet.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 24 of 86

Omdat het beschrijven van alle mogelijkheden van Bink te veel tekst zou opleveren en te tijdrovend zou zijn, is de onderbouwing in dit criterium beperkt tot bevonden verschillen ten opzichte van Vabi 114. De mogelijkheden van het programma zijn beoordeeld door middel van een checklist en verwerkt in de onderstaande tabel. In de tabel staat per onderdeel, de mogelijke opties van de programma's. In sommige gevallen zullen de programma's op het gebied van de mogelijkheden niet verschillen.

Bron: Keuringsnorm RGD

Onderdeel	Bink	TAS	Vabi
Type berekening	Warmte- vocht- en comforttechnische berekening.	Warmte- vocht- en comforttechnische berekening.	Warmte- vocht- en comforttechnische berekening.
Vertrekvormen	Eenvoudig model, ook niet rechthoekig.	Eenvoudig model, ook niet rechthoekig	Eenvoudig model, ook niet rechthoekig.
Speciale ruimten	Met grote en meerdere glasvlakken. Met verticale temperatuurgradiënt (o.a. hoge ruimten).	Met grote en meerdere glasvlakken. Met verticale temperatuurgradiënt (o.a. hoge ruimten).	Met grote en meerdere glasvlakken. Zonder verticale temperatuurgradiënt (o.a. hoge ruimten).
Beschaduwing	Omliggende bebouwing, uitstekende geveldelen.	Omliggende bebouwing, uitstekende geveldelen.	Omliggende bebouwing, uitstekende geveldelen.
Zonwering	Lamellen en doekzonwering. Uitvalschermen	Lamellen en doekzonwering. Uitvalschermen	Lamellen en doekzonwering. Uitvalschermen
Schakelen van zonwering	Mogelijk met meerdere standen tussen op en neer. Regeling op zonne-intensiteit op het raam of lichtniveau binnen. Bij aanwezigheid van personen dan wel automatisch.	Mogelijk, echter slechts 2 standen: op en neer. Er is geen regeling op zonne-intensiteit of lichtniveau binnen mogelijk	Mogelijk met meerdere standen tussen op en neer. Regeling op zone-intensiteit op het raam of lichtniveau binnen. Bij aanwezigheid van personen dan wel automatisch.
Speciale raamsystemen	Klimaatramen	Niet mogelijk	Klimaatramen en elektrochrome beglazing
Interne warmteproductie	Voelbaar en latent	Voelbaar en latent	Voelbaar en latent
Intern verlichtingsniveau	Wordt niet berekend.	Wordt op gedetailleerde wijze berekend. Bijdrage door daglicht en kunstlicht.	Wordt op gedetailleerde wijze berekend. Bijdrage door daglicht en kunstlicht.

Eindrapport

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 25 of 86

Schakelen van verlichting	Aan/uit op intensiteit binnen.	Niet mogelijk.	Continu regelbaar op intensiteit binnen
Luchtstromen door infiltratie	Coëfficiënten worden door gebruiker in het programma ingevoerd.	Coëfficiënten worden door gebruiker in het programma ingevoerd.	Coëfficiënten worden door gebruiker in het programma ingevoerd.
Luchtstromen tussen ruimten	Invoer door gebruiker.	Invoer door gebruiker.	Invoer door gebruiker.
Te openen ramen	Debiet wordt door geopende stand berekend.	Factor moet aan de hand van geopende stand worden berekend. Door middel van de factor en de windsnelheid wordt het debiet over de geopende ramen bepaald.	Debiet is bij geopende stand gegeven.
Regeling te openen ramen	Op binnentemperatuur, met of zonder belemmeringen*	Op binnentemperatuur, met of zonder belemmeringen*	Op binnentemperatuur, met of zonder belemmeringen*
Speciale ventilatieroosters	Niet mogelijk. Geen roosters opgenomen in het programma.	Niet mogelijk. Geen roosters opgenomen in het programma.	Constant volumeroosters.
Mechanische ventilatie	Door gebruiker als input op te geven. (CAV en VAV) Stooklijn kan niet door de gebruiker worden opgegeven.	Door gebruiker als input op te geven. (CAV en VAV) Stooklijn kan niet door de gebruiker worden opgegeven.	Door gebruiker als input op te geven. (CAV en VAV) Stooklijn kan door de gebruiker worden gedefinieerd.
Intern thermisch comfort	Berekend op grond van relatie lucht- en stralingstemperatuur. De relatieve vochtigheid moet d.m.v. een coëfficiënt door de gebruiker worden bepaald.	Berekend op grond van relatie lucht- en stralingstemperatuur. De relatieve vochtigheid moet d.m.v. een coëfficiënt door de gebruiker worden bepaald.	Berekend op grond van relatie lucht- en stralingstemperatuur. De relatieve vochtigheid moet d.m.v. een coëfficiënt door de gebruiker worden bepaald.
Installatie (HVAC-systeem en apparaten)	Conditionering op vocht en temperatuur. Er kan niet worden aangegeven op welke temperaturen de installatie werkt.	Conditionering op vocht en temperatuur. Er kan niet worden aangegeven op welke temperaturen de installatie werkt.	Conditionering op vocht en temperatuur.

Eindrapport

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	26 of 86

Lokale installatie	Bink definieert geen lokale installatie. Er kan wel een verwarming- en koelvermogen worden ingesteld.	TAS definieert geen lokale installatie. Er kan wel een verwarming- en koelvermogen worden ingesteld.	Radiatorverwarming, luchtverwarming (inductie- en fancoil), vloer- en stralingsverwarming
Centrale installatie	Volledige vochtregeling	Beperkte vochtregeling.	Beperkte vochtregeling.
Mengsectie	Ook variabele stand mogelijk	Alleen vaste stand mogelijk.	Alleen vaste stand mogelijk.
Regeling mengsectie	Regeling op temperatuur, vocht of enthalpie	Niet mogelijk.	Niet mogelijk.
Warmteterugwinning	Aanwezig. Geen vochtterugwinning.	Niet aanwezig.	Warmte- en vochtterugwinning.
Warmteterugwin-apparaten	Niet gespecificeerd.	Niet gespecificeerd.	Niet nader gespecificeerd.
Plenumafzuiging	Luchthoeveelheid door plenum invoeren.	Plenumafzuiging niet mogelijk.	Luchthoeveelheid door plenum invoeren.
Thermisch open plafond	Debiet door open plafond invoeren.	Niet mogelijk.	Debiet door open plafond invoeren.
Koeling door nachtelijke ventilatie	Alleen met buitenlucht.	Niet mogelijk.	Alleen met buitenlucht.
Bedrijfs- en gebruikstijden	Zijn op te geven door gebruiker. Bedrijfs- en gebruikswijze elk uur van de week.	Zijn op te geven door gebruiker. Bedrijfs- en gebruikswijze elk uur van de week. Geen 3 ^e waarde mogelijk.	Zijn op te geven door gebruiker. Dagbedrijf en nachtbedrijf. Geen 3 ^e waarde mogelijk.

Tabel 1.0: Softwaremogelijkheden

*belemmeringen: lawaai en weersomstandigheden m.b.t. wind en temperatuur

De fysische modellering van een aantal basisaspecten is in de onderstaande tabel weergegeven.

Onderdeel	Bink	EDSL-TAS	Vabi
Weerfile	Uurlijkse gegevens volgens NEN5060	Uurlijkse gegevens van klimaatstation 'de Bilt' van 1965	Uurlijkse gegevens volgens NEN5060
Zonomrekening naar diverse oriëntaties	Direct en diffuus apart (1 component)	Direct en diffuus (1 component)	Direct en diffuus (1 component)
Beschaduwning	Fractie berekend door alleen directe straling	Onbekend.	Fractie berekend door zowel directe als diffuse straling
Raammodel	Gegeven eigenschappen hoekafhankelijk en apart voor directe en diffuse straling.	Gegeven eigenschappen hoekafhankelijk en apart voor directe en diffuse straling.	Gegeven eigenschappen hoekafhankelijk en apart voor directe en diffuse straling.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberendingen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 27 of 86

Interne zonverdeling	Door gebruiker op te geven verdeling, onafhankelijk van zonne-stand en voor globale straling.	In model berekende verdeling afhankelijk van zonnestand. (Directe en diffuse straling)	In model berekende verdeling afhankelijk van zonnestand. (Directe en diffuse straling)
Interne warmteproductie	Separate behandeling apparaten, personen en verlichting. Voelbaar deel en convectieve deel zijn door gebruiker op te geven.	Separate behandeling apparaten, personen en verlichting. Voelbaar deel en convectieve deel zijn door gebruiker op te geven.	Separate behandeling apparaten, personen en verlichting. Voelbaar deel en convectief deel zijn door gebruiker op te geven.
Warmtetransport door de wand.	Separate behandeling: warmte overgang buitenoppervlak, warmtetransport door constructielagen en warmte overgang binnenoppervlak.	Separate behandeling: warmte overgang buitenoppervlak, warmtetransport door constructielagen en warmte overgang binnenoppervlak.	Separate behandeling: warmte overgang buitenoppervlak, warmtetransport door constructielagen en warmte overgang binnenoppervlak.
W.O. aan buitenoppervlak	Absorptiecoëfficiënt door gebruiker op te geven. Coëfficiënten voor convectie en straling worden door het programma berekend.	Absorptiecoëfficiënt door gebruiker op te geven. Coëfficiënten voor convectie en straling door gebruiker op te geven.	Absorptiecoëfficiënt door gebruiker op te geven. Coëfficiënten voor convectie en straling door gebruiker op te geven.
Warmtetransport door constructie	Constructie als separate lagen.	Constructie als separate lagen.	Constructie als separate lagen.
W.O. aan binnenoppervlak	Coëfficiënten voor convectie en straling door gebruiker op te geven.	Coëfficiënten voor convectie en straling door gebruiker op te geven.	Coëfficiënten voor convectie en straling door gebruiker op te geven.

Tabel 2.0: Diepgang berekening en fysische modellering

Diepgang comfortbepaling

De methodieken die in Nederland toegepast worden om een indicatie te geven van het thermische comfort van een ruimte of woning zijn TO-uren, de GTO-methode en de ATG-methode. Deze methodieken zijn beschreven in het hoofdstuk 'methoden comfortbepaling'.

TO-uren

In de resultaten van Bink geeft het programma aan hoeveel uur de lucht- operationele en stralingstemperatuur een bepaalde waarde hebben. Uit dezelfde tabel kan uitgelezen worden hoeveel uur daarvan de 25°C, 25,5°C en de 28°C overschrijdt.

GTO-methode

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

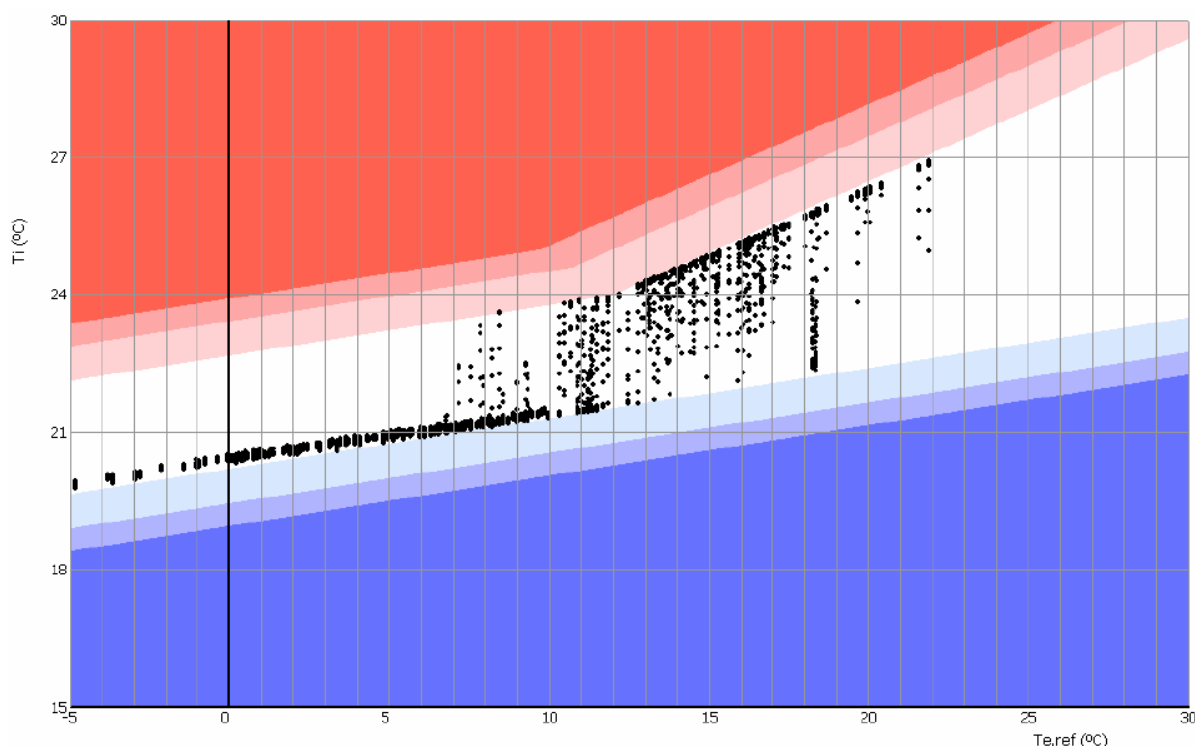
Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 28 of 86

De GTO-methode is niet uit Bink te verkrijgen. Door middel van een vertaalslag kunnen de uurlijkse PMV-waarden en PPD-waarden omgezet worden naar GTO-uren, maar dit kost extra tijd. Bink zal naar eigen zeggen de GTO-methode in de toekomst opnemen in de programmatuur.

ATG-methode

De uitkomsten van de adaptieve temperatuur grenswaarden worden grafisch weergegeven. Door de cursor in een bepaald comfortgebied (behorend bij comfortklassa A, B of C) te plaatsen, kan uitgelezen worden hoeveel uur de operationele temperatuur zich in dit gebied bevindt. Door middel van een korte vertaalslag kan deze grafiek met de bijbehorende uren gerapporteerd worden.

Bink heeft een grote beperking op het gebied van de ATG-methode. Het is niet mogelijk om de luchttemperatuur van de ruimte te sturen op de grenswaarden van de ATG-methode. Dit is wel mogelijk in Vabi.



Figuur 2.0: ATG-grenswaarden. (sturing luchttemperatuur op grenswaarden)

CFD-tool

Bink bevat net als Vabi geen tool die een beeld kan vormen van de thermische gelaagdheid en luchtstromen in een ruimte.

Certificering

Bink heeft de keurmerktestprocedure gevolgd van de Rijksgebouwendienst. De keurmerktestprocedure is een keuring van gebouwssimulatieprogramma's.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberkeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 29 of 86

Bink heeft een certificaat ontvangen van de beoordelingsrichtlijn BRL9501. De BRL9501 is een nationale richtlijn voor energiegebruikberekeningsmethoden.

Vabi bezit ook de certificaten van de Rijksgebouwendienst en de beoordelingsrichtlijn BRL9501.

Overeenkomst monitoring

In het beoordelingsplan is beschreven dat door middel van 3 verschillende interne warmtelasten een bandbreedte gecreëerd moet worden waarin het gemeten energieverbruik van 10 woningen dient te vallen. Het gemeten energieverbruik van de woningen is net als bij de simulatie in Bink alleen gebaseerd op de ruimteverwarming. Het tapwaterverbruik is te onvoorspelbaar en zou de beoordeling onnauwkeuriger maken. In de onderstaande tabellen zijn de resultaten betreft het energieverbruik vanuit Bink weergegeven.

	Q+;basis	Q-;basis	QIL;conv	QIL;stral	Q+;LBK;r	Q-;LBK;r
Ruimte	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]
Toilet	745	0	133	113	0	0
Woonkamer	4174	0	3163	2674	0	0
Hal	1246	0	897	758	0	0
Slaapkamer 2	2105	0	849	718	0	0
Slaapkamer 1	2138	0	955	807	0	0
Badkamer	1330	0	588	497	0	0
Slaapkamer 3	1954	0	926	783	0	0
Hal	457	0	676	572	0	0
Stookruimte	206	0	200	169	0	0
Som Ruimte	14355	0	8386	7090	0	0

Tabel 3: Cumulatief energieverbruik bij een IWP=2,1W/m²

Bij een gemiddelde interne warmteproductie van 2,1 W/m² wordt er totaal 14355 [MJ] energie geleverd ten behoeve van de ruimte verwarming.

	Q+;basis	Q-;basis	QIL;conv	QIL;stral	Q+;LBK;r	Q-;LBK;r
Ruimte	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]
Toilet	920	0	184	146	0	0
Woonkamer	3384	0	4374	3470	0	0
Hal	996	0	1240	984	0	0
Slaapkamer 2	1559	0	1174	931	0	0
Slaapkamer 1	1566	0	1320	1048	0	0
Badkamer	1488	0	813	645	0	0
Slaapkamer 3	1468	0	1280	1016	0	0
Hal	313	0	935	742	0	0
Stookruimte	156	0	276	219	0	0
Som Ruimte	11850	0	11597	9201	0	0

Tabel 4: Cumulatief energieverbruik bij een IWP=4W/m²

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberkeningen'
 Titel: Eindrapport versie 1.0
 Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
 Opleiding: Werktuigbouwkunde
 Pagina: 30 of 86

Bij een gemiddelde interne warmteproductie van 4 W/m^2 wordt er totaal 11850 [MJ] energie geleverd ten behoeve van de ruimte verwarming.

	Q+;basis	Q-;basis	QIL;conv	QIL;stral	Q+;LBK;r	Q-;LBK;r
Ruimte	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]	[MJ]
Toilet	504	0	335	180	0	0
Woonkamer	1734	0	7949	4268	0	0
Hal	506	0	2254	1210	0	0
Slaapkamer 2	1180	0	2133	1146	0	0
Slaapkamer 1	1152	0	2400	1289	0	0
Badkamer	705	0	1477	793	0	0
Slaapkamer 3	1079	0	2326	1249	0	0
Hal	80	0	1699	912	0	0
Stookruimte	58	0	502	269	0	0
Som Ruimte	6999	0	21076	11316	0	0

Tabel 5: Cumulatief energieverbruik bij een IWP= 6 W/m^2

Bij een gemiddelde interne warmteproductie van 6 W/m^2 wordt er totaal 7000 [MJ] energie geleverd ten behoeve van de ruimte verwarming.

De resultaten vanuit Bink komen voldoende overeen met het energieverbruik van de woningen. De interne warmteproducties 2,1; 4 en 6 geven respectievelijk een energieverbruik van 14,4; 11,9 en 7 [GJ]. Het energieverbruik van de woningen ligt hoger. Dit kan een gevolg zijn van het onvoorspelbare gebruikersgedrag. Zo kan de gebruiker een raam open zetten op het moment dat er verwarmd wordt. De te openen ramen zijn niet in de simulatie van Bink meegenomen. Ook is er in de simulatie aangenomen dat de gebruiker tijdens werktijden afwezig is. Omdat niet iedereen 5 dagen per week werkt is deze aanname vrij grof, maar kan niet worden verfijnd. Door het onvoorspelbare gebruikersgedrag is de afwijking van de simulatie acceptabel.

Type woning	E	E	E	E	E	E	E	D	Gemiddeld
Ag [m2]	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	84.2	83.85
E-rv gemeten [GJ]	14.7	11.9	20.9	5.8	26.4	21.6	14.8	14.3	16.3

Tabel 6: Energieverbruik referentiewoningen

Overeenkomst resultaten Vabi

In het onderstaande tekstgedeelte zijn de resultaten van Vabi en Bink met elkaar vergeleken op basis van een interne warmteproductie van 4 W/m^2 .

Zoals in het vorige criterium is beschreven berekent Bink een energieverbruik ten behoeve van de ruimteverwarming bij een interne warmteproductie van 4 W/m^2 van 11,9 [GJ]. In de onderstaande tabel is af te lezen dat Vabi 2931 [kWh] energie ten behoeve van ruimteverwarming berekend. Omgerekend is dat 10,6 [GJ]. De resultaten van Bink hebben een procentuele afwijking van 12% van de resultaten van Vabi. Deze procentuele afwijking kan ontstaan door kleine verschillen in de bouwparameters en is daarmee acceptabel.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberkeningen'
 Titel: Eindrapport versie 1.0
 Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
 Opleiding: Werktuigbouwkunde
 Pagina: 31 of 86

	Totaal over periode(kWh)	Maximum opgetreden(W)	Op dag	Op uur
Vertrek: 1	0	0	1-jan	1:00
Vertrek: 2	0	0	1-jan	1:00
Vertrek: 3	225	134	9-jan	8:00
Vertrek: 4	621	2487	9-jan	8:00
Vertrek: 5	663	451	11-jan	8:00
Vertrek: 6	506	694	9-jan	8:00
Vertrek: 7	488	617	11-jan	8:00
Vertrek: 8	428	669	9-jan	8:00
Vertrek: 9	0	0	1-jan	1:00
Totaal	2931	5048	9-jan	8:00

Tabel 7: Statistiek energie vanuit Vabi.

Jaarbelastingduurkromme

Het is vanuit Bink niet mogelijk een jaarbelastingduurkromme van het gehele gebouw uit de resultaten te verkrijgen. Het is wel mogelijk om een jaarbelastingduurkromme van elke ruimte te exporteren. Dit nadeel is onder het criterium 'diepgang en relevantie resultaten' opgenomen in de beoordeling.

TO-uren

In het onderstaande overzicht zijn de overschrijdingsuren vanuit Bink weergegeven. De temperatuur loopt in de woonkamer vaak hoog op.

	Woonkamer	
	Totaal	Aanwezigheid
Top [°C]	[h]	[h]
16 <= x < 17	439	0
17 <= x < 18	1165	1
18 <= x < 19	974	375
19 <= x < 20	1322	929
20 <= x < 21	589	238
21 <= x < 22	380	246
22 <= x < 23	245	53
23 <= x < 24	399	104
24 <= x < 25	575	180
25 <= x < 26	467	168
26 <= x < 27	388	155
27 <= x < 28	365	141
28 <= x < 29	331	139
29 <= x < 30	297	138
30 <= x < 31	297	141
31 <= x < 32	244	96
32 <= x < 33	221	172
33 <= x < 34	61	61
34 <= x < 35	1	1
Som Top	8760	3338
Som Top > 25,0	2672	1212

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 32 of 86

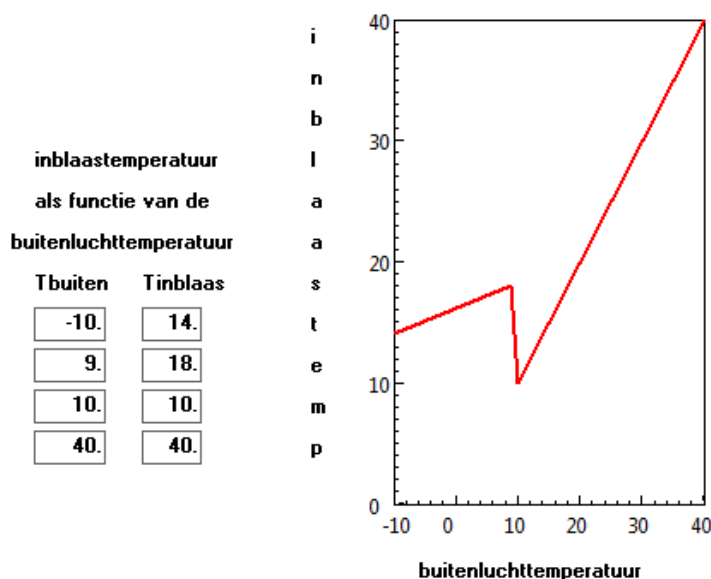
Som Top > 28,0	1452	748
--------------------------	------	-----

Tabel 8: Overschrijdingsuren vanuit Bink.

In de tabel 8 zijn de overschrijdingsuren vanuit Vabi weergegeven. Bink berekent veel meer overschrijdingsuren dan Vabi. Een oorzaak hiervan zou kunnen zijn dat de ventilatielucht van Vabi is ingesteld met een geoptimaliseerde stooklijn. Bij een buitenluchttemperatuur tussen de 10 en de 20 graden wordt de ventilatielucht over een by-pass van de WTW gehaald. Zo kunnen de ruimten langer op een lagere temperatuur gehouden worden, dan wanneer je constant met 20°C of hoger inblaast. De stooklijn die in Vabi is gedefinieerd is in figuur 3.0 weergegeven. Omdat de ventilatielucht niet gekoeld kan worden, kan de inblaasttemperatuur niet onder de buitenluchttemperatuur liggen.

	Comforttemperatuur [uren]
Aantal uren boven 25°C	504
Aantal uren boven 28°C	0

Tabel 9: overschrijdingsuren vanuit Vabi.



Figuur 3.0: Stooklijn ventilatielucht in Vabi.

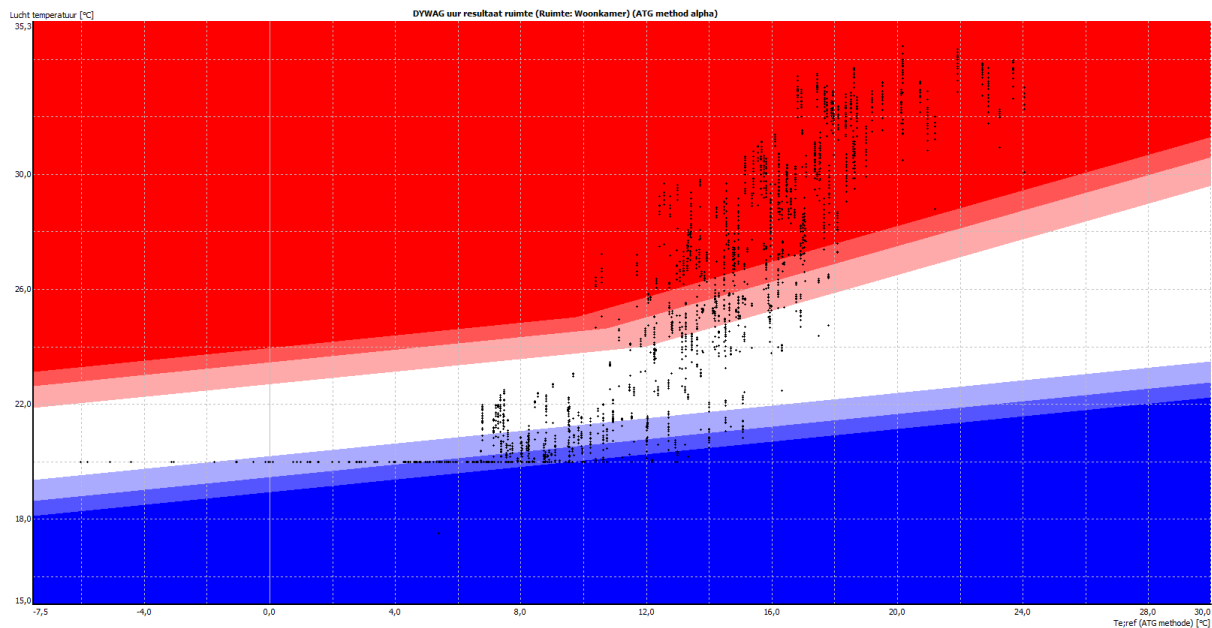
ATG-methode

De ATG-methode zal toegepast worden voor de operationele temperatuur van de woonkamer. Onder het criterium 'diepgang comfortbepaling' is beschreven dat in Bink de luchttemperatuur van de ruimte niet gestuurd kan worden op de grenzen van de ATG-methode. Daarmee wordt het lastiger om een bepaalde comfortklasse te behalen. Zoals de ruimte nu in Bink is gesimuleerd is de woonkamer vrij koud. Daarnaast blijft de operationele temperatuur ook altijd achter op de luchttemperatuur. Dit principe is toegelicht in het hoofdstuk 'begrippenlijst' onder het begrip operationele temperatuur. De comfortresultaten volgens de ATG-methode vanuit Bink zijn in figuur 4.0 weergegeven.

Eindrapport

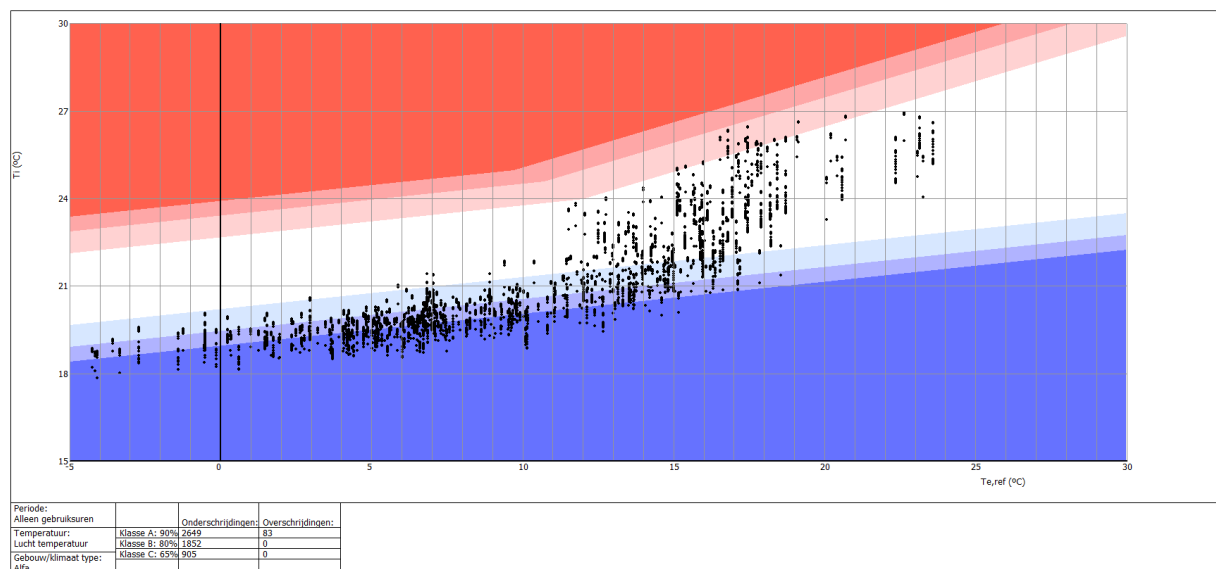
Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 33 of 86



Figuur 4.0: Resultaten ATG-methode (Bink)

De comfortresultaten volgens de ATG-methode vanuit Vabi zijn in figuur 5.0 weergegeven. Hierin is weer af te lezen dat de temperaturen in de woonkamer volgens de simulatie van Bink veel hoger op lopen. Afgezien van het feit van de geoptimaliseerde stooklijn, blijven de temperaturen in Vabi in de zomer onrealistisch laag.



Figuur 5.0: Resultaten ATG-methode (Vabi)

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 34 of 86

GTO-methode

Zoals in het hoofdstuk 'methode comfortbepaling' is beschreven, kan Bink de GTO-uren niet bepalen. De GTO-uren kunnen door de gebruiker berekend worden vanuit de uurlijkse PMV-waarde.

Warmteverliesberekening

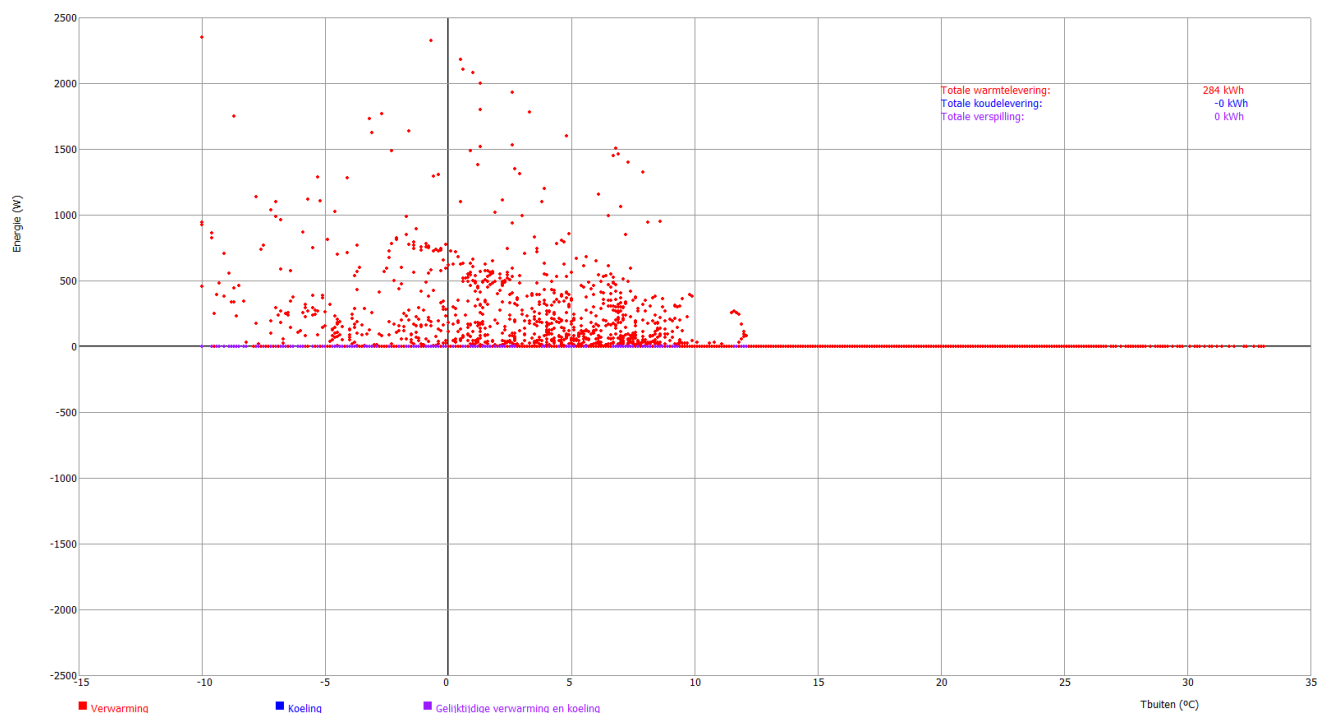
De warmteverliesberekening van Vabi geeft een totaal verwarmingsvermogen van 2622 [W]. Bij een interne warmte productie van 0 W/m² geeft Bink als piekbelasting in de jaarbelastingduurkromme een totaalvermogen van 2272 [W]. De resultaten van Bink hebben een procentuele afwijking: $(2272 - 2622) / 2622 = -13,3\%$. Deze procentuele afwijking kan ontstaan door verschillen in het invoeren van de gebouwparameters en is daarmee acceptabel.

Toepassing Nederlands klimaat en bouwfysische gegevens

Het softwarepakket van Bink is beschikbaar in de Nederlandse taal. Daarnaast maakt Bink gebruik van Nederlandse klimaatgegevens. De bouwfysische gegevens en beschikbare constructies zijn eveneens gebaseerd op de Nederlandse bouwkunde. Omdat de rekenprogramma's voor Nederlandse projecten wordt toegepast is dit noodzakelijk. De constructiebibliotheek valt gemakkelijk uit te breiden door middel van de module: U-waarde.

Diepgang en relevantie resultaten

De resultaten vanuit Bink zijn afgezien van de lay-out vergelijkbaar met de resultaten vanuit Vabi. Vabi is specifieker op het gebied van oppervlaktetemperaturen en er kan in Vabi een behoefteprofiel gegenereerd worden. Een voorbeeld van een behoefteprofiel is te zien in figuur 6.0.



Figuur 6.0 : Voorbeeld behoefteprofiel

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	35 of 86

Bink geeft na het uitvoeren van de berekening de volgende waarden van de resultaten per ruimte in een tabel:

- Gemiddelde lucht-, operatieve-, en stralingstemperatuur
- Laagste lucht-, operatieve-, en stralingstemperatuur
- Hoogste lucht-, operatieve-, en stralingstemperatuur
- Gemiddelde, laagste en hoogste relatieve luchtvochtigheid
- Totaal energieverbruik ten behoeve van verwarming en koeling
- Totale en maximum zoninstraling
- Bijdrage lucht uit andere vertrekken
- Infiltratie
- Interne last
- Transmissie
- Bevochtiging en ontvochtiging ventilatielucht
- Verwarming en koeling ventilatielucht
- Totaal energieverbruik koeling ventilatielucht (latent en voelbaar)
- Totaal energieverbruik verwarming ventilatielucht (latent en voelbaar)
- Energiewinst bij recirculatie (koeling)
- Energiewinst bij recirculatie (verwarming)
- Energiewinst WTW (verwarming en koeling)

In een andere tabel kan er van de maximale en minimale waarde van de lucht-, operatieve- en stralingstemperatuur worden aangegeven op welk tijdstip dit plaats vindt.

Per ruimte kunnen de uurlijkse waarden geven worden van:

- Referentie buitentemperatuur (toegelicht in het hoofdstuk 'methoden comfortbepaling', onderdeel ATG-methode)
- Absolute vochtigheid
- Diffuse zoninstraling (klimaatfile)
- Directe zoninstraling (klimaatfile)
- Operatieve-, lucht-, en stralingstemperatuur
- Basiscapaciteit verwarming en koeling
- Convector en stralingswarmte interne warmteproductie
- Binnenkomende zoninstraling (convector en stralingscomponent)
- Temperatuur inblaaslucht
- Debiet inblaaslucht
- Bevochtiging luchtbehandelingskast
- Energieverbruik ten behoeve van verwarming en koeling ventilatielucht (voelbaar en latent)

Naast de tabel met de uurlijkse thermische waarden, kunnen er ook uurlijkse energiewaarden van alle luchtdebieten weergegeven worden. De energiewaarden van de luchtdebieten worden gedefinieerd op basis van ventilatie, warmteterugwinning, recirculatie en infiltratie.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	36 of 86

Onder het criterium 'diepgang comfortbepaling' is beschreven welke methode ter indicatie van het comfort in Bink toegepast kan worden. De resultaten van deze comfortindicaties zijn grafisch en numeriek weergegeven. De diepgang van de resultaten van de comfortanalyse zijn alreeds beschreven in het criterium 'diepgang comfortbepaling'.

De jaarbelastingduurkromme is in Bink alleen per ruimte beschikbaar. Bij het dimensioneren van een warmteopwekker, zoals een warmtepomp of CV-ketel, is een jaarbelastingduurkromme van het gehele gebouw van veel groter belang.

Lay-out resultaten

De resultaten zijn in Bink overzichtelijk in tabellen weergegeven. De tabellen kunnen met 1 klik op de knop worden omgezet naar grafieken. Alle resultaten kunnen vanuit Bink worden geëxporteerd naar Microsoft Excel bestanden, JPG-bestanden of PDF-formaat. De opmaak van de grafieken en tabellen zijn van voldoende kwaliteit en een stuk overzichtelijker dan in Vabi.

Licentiekosten

De eenmalige aanschafkosten bedragen ca € 4500 en € ca 1200 voor de jaarlijkse ondersteuning en het onderhoud.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 37 of 86

Beoordeling EDSL-TAS

Aan de hand van de beschreven criteria uit het hoofdstuk 'beoordelingsplan' zal EDSL-TAS worden beoordeeld. De tekstgedeelten die per criterium in het rapport zijn opgenomen vormen een onderbouwing van de score die aan het eind van dit hoofdstuk in de beoordelingstabel aan een criterium wordt toegekend.

Complexiteit

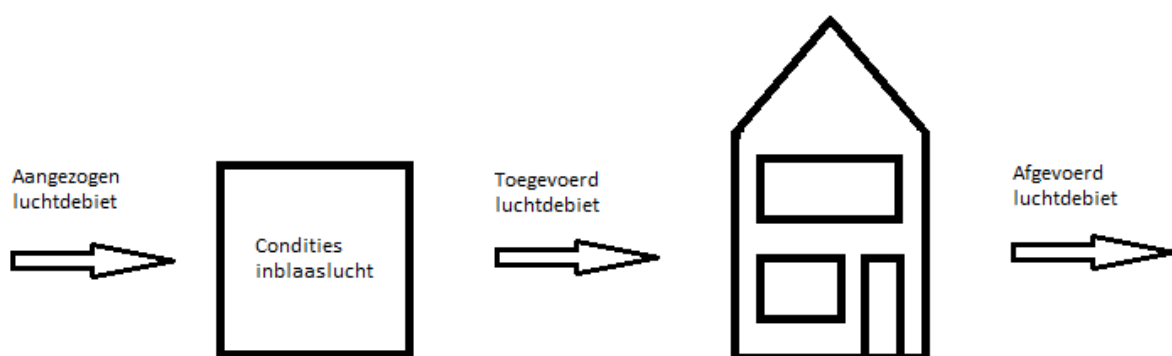
De EDSL-3D modeller is een eenvoudige en gebruiksvriendelijke tool om een 3D-model van een gebouw te modelleren. De benodigde kennis voor het gebruik van de TAS-3D modeller heeft niet van een hoog niveau te zijn. De functies en werking van de 3D modeller zijn opgesteld in de bijlage 'beschrijving EDSL-TAS'

De benodigde kennis en het aantal in te voeren parameters is in de TAS building simulator van vergelijkbaar niveau als Vabi. In sommige opzichten is TAS iets specifieker en in andere gevallen is Vabi weer specifieker. Deze verschillen zijn beschreven onder het criterium 'diepgang berekening energieprestaties'

De EDSL-TAS Building Simulator wordt door een aantal aspecten onnodig complex gemaakt. Met name het substitueren van een gebouwelement ten behoeve van schakelende zonwering en het aanmaken van een imaginaire ruimte voor de luchtbehandeling zijn erg onpraktisch.

Het is in TAS niet mogelijk om bij een raam een bepaalde zonwering te selecteren. Zonwering wordt in TAS gesimuleerd door een glaselement op een bepaald tijdstip te substitueren door een glaselement met zonwering. Zo kan het gedrag van de zonwering niet afhankelijk van de zonintensiteit vanuit de klimaatfile worden gemaakt. De methode van het simuleren van zonwering maakt het programma minder gebruiksvriendelijk en valide.

Om een luchtbehandelingskast in TAS te simuleren moet er een imaginaire ruimte worden aangemaakt. Vanuit deze ruimte moet er een luchtdebiet met een bepaalde temperatuur over gestort worden naar de ruimte waarin de lucht dient toegevoerd te worden. De ruimtecondities van de imaginaire ruimte bepalen de luchtcondities van de ventilatielucht. Het principe is schematisch weergegeven in figuur 7.0.



Figuur 7.0: Schematische weergave methode luchtbehandeling TAS

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	38 of 86

De methode, die in het bovenstaande tekstgedeelte beschreven wordt, heeft een aantal grote nadelen. Zo kunnen de invloeden van transmissie en externe warmteproductie t.g.v. zoninstraling op de imaginaire ruimte niet worden uitgeschakeld. Hierdoor wordt het vormen van een realistisch beeld van het energieverbruik van verwarmingsbatterij en de koelbatterij voor de gebruiker een stuk lastiger gemaakt.

De afgevoerde lucht vanuit het te simuleren gebouw bevat nog een grote hoeveelheid energie. De gebruiker moet bij een gewenste warmteterugwinning het energieverbruik van de imaginaire ruimte vermenigvuldigen met (100%-WTW-rendement).

De beschreven nadelen m.b.t. zonwering en ventilatie spelen eveneens een grote rol bij de criteria 'efficiëntie' en 'diepgang berekening energieprestaties'.

Overzichtelijkheid

De software van EDSL is niet overzichtelijker dan Vabi. De structuur is vergelijkbaar en net als bij Vabi in sommige gevallen niet logisch. De structuur van het simulatiepakket is beschreven in de bijlage 'beschrijving EDSL-TAS'.

Efficiëntie

De beschreven nadelen m.b.t. zonwering en ventilatie onder het criterium 'complexiteit' spelen eveneens een rol bij de efficiëntie. De onhandige methoden verlengen de modelleringstijd.

De TAS-3D modeller is door zijn eenvoudigheid en overzichtelijkheid erg efficiënt in gebruik. EDSL heeft de tool om een 3D-model van een gebouw mee te modelleren beter opgezet dan Vabi en Bink.

Er zijn 2 BIM-modellen geïmporteerd in de TAS-3D modeller. In beide gevallen gaf het programma foutmeldingen en kon het BIM-model niet worden gebruikt om een simulatie mee te maken. De koppeling tussen BIM en TAS blijkt net als bij Bink niet goed te werken. Bink stelt aan het BIM-model een aantal voorwaarden, dergelijke voorwaarden zijn niet bekend bij TAS.

Bij het importeren van een aangepast 3D-model in een bestaande simulatie worden de ingevulde data en het nieuwe model probleemloos samengevoegd. In Vabi kunnen gebouwaanpassingen wel eens problemen opleveren tijdens de simulatie.

Het infiltratiedebiet moet in Tas in de eenheid [ach] (air changes per hour) ingevoerd worden. Deze eenheid kan niet gewijzigd worden naar een in Nederland gangbaardere eenheid zoals dm^3/sm^2 . Het omrekenen van de luchtdoorlaatbaarheid van een gevel naar het infiltratiedebiet kost de gebruiker extra tijd.

De gehele simulatie van een gebouw neemt in EDSL-TAS meer tijd in dan dat de simulatie met Vabi uitgevoerd zou worden.

Beschikbare talen

De rekenprogrammatuur van TAS is verkrijgbaar in de Engelse taal. Zo duurt het langer voordat het programma volledig beheerst wordt, maar uiteindelijk zal het qua gebruiksgemak niet nadeliger zijn.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	39 of 86

Communicatie rekenmodulen

De Tas Building Simulator communiceert niet met andere rekenmodulen. De module TAS Systems en TAS Ambiens kunnen niet van dezelfde bouwfysische data gebruik maken als de Tas Building Simulator.

Ondersteuning helpfunctie

De helpfunctie van TAS is in de Engelse taal opgesteld, maar de beschrijvingen zijn erg duidelijk en nuttig. Door middel van de helpfunctie kunnen een groot aantal instructieve video's worden opgevraagd en kan elke functie van het programma worden toegelicht.

Bruikbaarheid foutmeldingen

De foutmeldingen zijn in sommige gevallen onduidelijk en niet specifiek. Bij contact met de helpdesk van EDSL kan dit in de meeste gevallen eenvoudig worden opgelost.

Diepgang berekening energieprestaties

De benodigde kennis en diepgang van de energieberekening is minder uitgebreid dan Vabi. De tool waarmee een condensatie-analyse kan worden gemaakt (beschreven onder het criterium 'diepgang en relevantie resultaten') is wel van toegevoegde waarde. In de tabellen 1.0 en 2.0, die in de beoordeling van Bink onder het criterium 'diepgang berekening energieprestaties' staan, zijn de opties en de fysische modellering van TAS weergegeven.

Onder het criterium 'complexiteit' zijn twee nadelen beschreven m.b.t. zonwering en ventilatie. Beide nadelen hebben eveneens een negatieve invloed op de diepgang van de berekening van de energieprestaties.

De verhouding tussen straling- en convectie moet voor elke warmteafgifte en warmteproductie worden gedefinieerd. Het is niet mogelijk dat TAS deze waarden zelf uitrekt.

In TAS kan er geen lokale installatie worden geselecteerd en daarmee kan er ook niet worden aangegeven in welke constructie laag het geïnstalleerde vermogen zich bevindt. De temperatuurtrajecten van het verwarming-, ventilatie- en koelsysteem kunnen niet worden ingesteld. In Vabi kan dit wel door middel van stooklijnen.

De interne warmteproductie kan voor personen, verlichting en apparaten minder specifiek worden ingesteld dan in Bink. Er kan alleen worden ingevoerd wat de warmteproductie bij aanwezigheid en bij afwezigheid is. Hierbij is geen derde waarde mogelijk. In het onderstaande voorbeeld is uitgewerkt wat de interne warmteproductie van een persoon in een woning kan zijn. Dit voorbeeld kan niet worden gesimuleerd in TAS.

Interne warmteproductie bij aanwezigheid: 100%
Interne warmteproductie bij afwezigheid: 0%
Interne warmteproductie tijdens de nachtverlaging: 30%

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	40 of 86

De benadering van TAS van de interne warmteproductie is onvolledig.

Diepgang comfortbepaling

Omdat EDSL-TAS een simulatiepakket is dat zich op de internationale markt richt, zijn de Nederlandse methoden om een indicatie te geven van het comfort niet in het programma opgenomen. De GTO- en ATG-methode zijn niet uit de resultaten uit te lezen. Wel wordt een uurlijkse PMV-waarde berekend. Door middel van een macro kunnen de TO-uren worden weergegeven.

CFD-tool

Zoals in de opdrachtschrijving van dit rapport is beschreven, moeten de softwarepakketten de mogelijkheid hebben om eenvoudige CFD-berekening achterwege te laten. De softwareproducent EDSL heeft een tool ontworpen waarmee een 2-dimensionale CFD-berekening gemaakt kan worden: TAS Ambiens. Hierbij moet de ruimte op het gebied van ventilatiesystemen en interne warmteproductie symmetrisch zijn. TAS Ambiens bepaald door middel van iteratie een 2-dimensionale weergave van het temperatuurverloop in de ruimte. De doorsnede van de ruimte heeft een bandbreedte van 1 meter. De werking van TAS Ambiens wordt in het onderstaande tekstgedeelte toegelicht aan de hand van een voorbeeld.

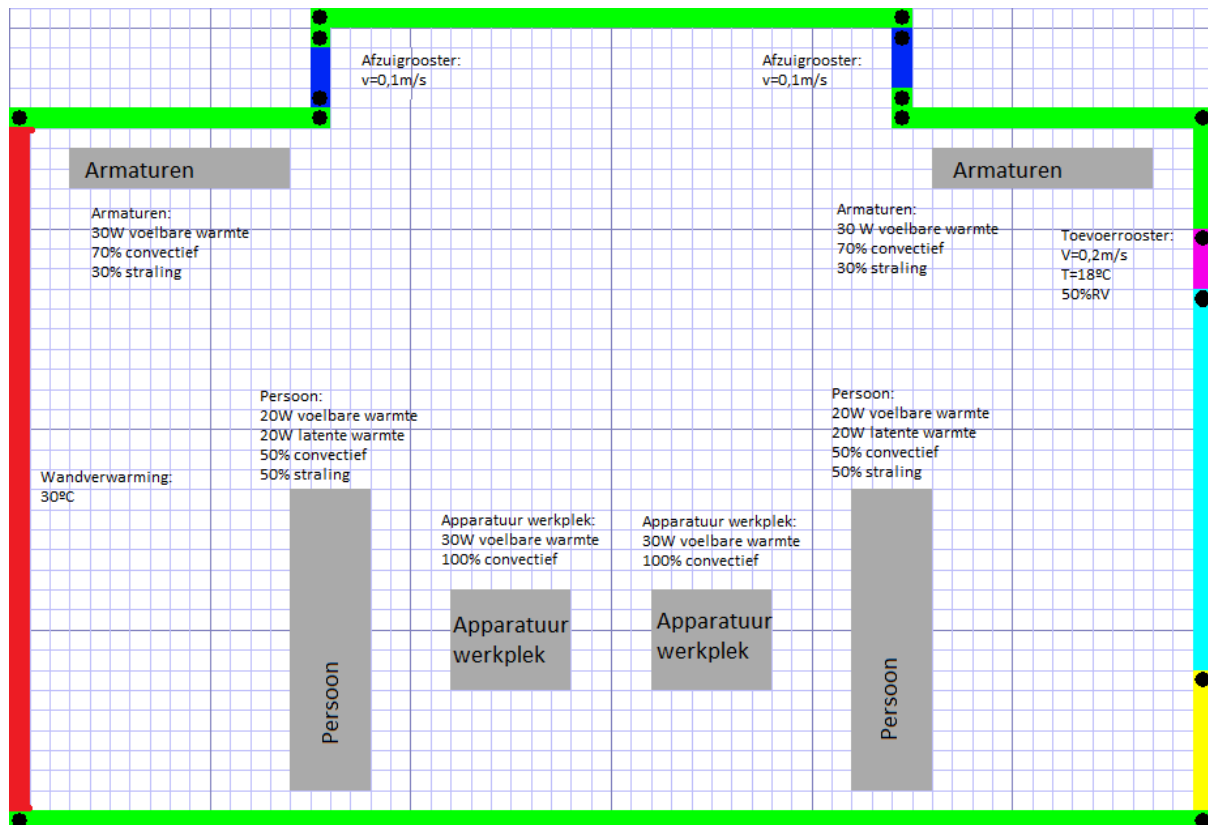
Geïnstalleerd vermogen:

- Verlichting: 10 W/m²
- Apparatuur: 10 W/m²
- 2 Personen: 160W/persoon, waarvan 80W latente warmte en 80W voelbare warmte.

Als voorbeeld wordt een kantoor met een breedte van 4 meter en een lengte van 6 meter genomen. Het kantoor bevat 2 werkplekken. De lucht in de ruimte wordt afgevoerd door middel van 2 luchtroosters die in een koof zijn aangebracht. De toevoerlucht is afkomstig van een gevelrooster en een rooster onderin de deur. De aanwezige interne warmteproductie wordt verdeeld over de 4 meter breedte van het kantoor.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 41 of 86



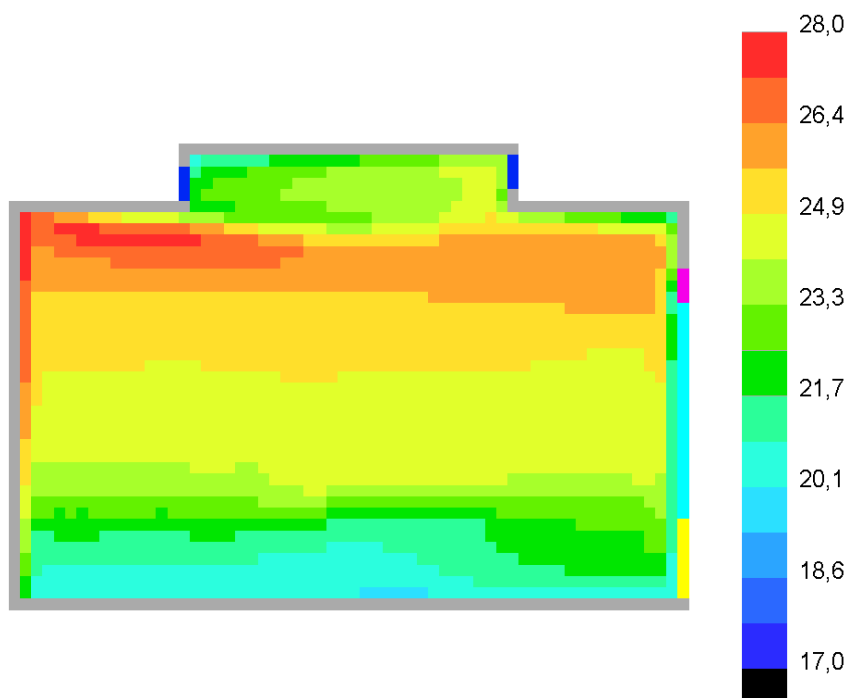
Figuur 8.0: invoerscherm TAS Ambiens.

De voelbare en latente warmte die in figuur 8.0 zijn weergegeven zijn dus ¼ deel van de totale aanwezige warmtelast.

De resultaten van de simulatie zijn weergegeven in figuur 9.0. Er kan een videobestand van de simulatie worden gemaakt. Het screenshot is een statische weergave van de resultaten. De schaal aan de rechterzijde van de kantoorruimte kan worden gewijzigd. In figuur 9.0 is de thermische stratificatie duidelijk waarneembaar. De luchttoevoer aan de rechterzijde van de ruimte bevat koudere lucht. Deze koudere lucht veroorzaakt de koudeval bij het raam. De wandverwarming aan de linkerzijde is eveneens voldoende terug te vinden in de resultaten. Op het moment dat het luchtdebiet van de koudere lucht verhoogd wordt, is te zien dat de worp vanuit het ventilatierooster eveneens groter wordt. De temperatuurverdeling in de ruimte is dynamisch weergegeven in TAS Ambiens. Figuur 9.0. is een screenshot van de dynamische weergave.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 42 of 86



Figuur 9.0: Resultaten Ambiens-simulatie

Voordelen TAS Ambiens:

- TAS Ambiens is eenvoudig in gebruik.
- Er is weinig tijd en kennis benodigd voor een simulatie in TAS Ambiens.
- Door middel van deze tool kan er in korte tijd een voldoende realistische weergave van het temperatuurverloop in atria of andere grote ruimten worden weergegeven.
- TAS Ambiens is een goedkope tool. (Zie criterium 'licentiekosten')
- Er kunnen videobeelden worden opgenomen van de simulatie.

Nadelen TAS Ambiens:

- De wandtemperaturen van de ruimte moeten door de gebruiker worden ingevoerd. Deze benadering is minder nauwkeurig dan dat het programma de temperatuur van de wand zelf uit zou rekenen.
- Doordat de berekening een meter van een ruimte doorreken, moet de ruimte op het gebied van interne warmteproductie en ventilatiesystemen symmetrisch zijn.
- De gebruiker moet de afgegeven warmte ten gevolge van de interne warmteproductie en de luchtdebieten delen door de diepte van de ruimte in meters. (Zoals de interne warmteproductie en de luchtdebieten zijn in het voorbeeld ook gedeeld door 4.)
- Er is geen DXF-import mogelijk van een doorsnede van een ruimte. De ruimte moet door de gebruiker handmatig worden ingevoerd.

Certificering

EDSL-TAS beschikt niet zoals Vabi en Bink over het keurmerk van de Rijksgebouwendienst. Daarnaast is TAS ook niet ingeschreven voor de beoordelingsrichtlijn BRL9501.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 43 of 86

BEEM Checklist

Tas wordt erkend als Building Energy and Environmental Modelling (BEEM) software die geschikt is voor het berekenen van prestaties van gebouwen en het voorspellen van energieverbruik.

ASHRAE 140-1

Tas heeft afgerond al de gebouw en de HVAC-apparatuur prestatietesten zoals vereist door de ASHRAE 140-1 (2004), voor profielen 5-2 en 5-3.

EN ISO 13791

Tas 9.2.1.3 heeft aangetoond conform te zijn aan EN ISO 13791.

De bovengenoemde beoordelingsrichtlijnen en certificaten zijn internationaal en daarmee vanuit het perspectief van deze rapportage minder van belang dan de nationale richtlijnen.

Overeenkomst monitoring

In het beoordelingsplan is beschreven dat door middel van 3 verschillende interne warmteproducties een bandbreedte gecreëerd moet worden, waarin de gasmeterstanden van de woningen dienen te vallen. In de onderstaande tabellen staan de resultaten vanuit TAS voor de 3 interne warmtelasten.

IWP=2,1 W/m ²	Mult. Factor	Heating [MJ]
Woning D1	1	10646,12
Luchtbehandeling	1	7013,22
Totaal		15,7 GJ

IWP=4 W/m ²	Mult. Factor	Heating [MJ]
Woning D1	1	10031,00
Luchtbehandeling	1	7013,22
Totaal		15,0 GJ

IWP=6 W/m ²	Mult. Factor	Heating [MJ]
Woning D1	1	8956,95
Luchtbehandeling	1	7013,22
Totaal		14,0 GJ

Tabel 10: Resultaten ruimteverwarming (TAS)

De invloed van de interne warmteproductie is niet voldoende af te lezen uit de resultaten. Een differentie van een gemiddelde interne warmte productie van 2 W/m² geeft een totale warmtewinst van 200 [W] voor de woning. Op basis van de jaarbelastingduurkrommen van Bink kan er van uit gegaan worden dat er 2000 uur per jaar minimaal 200 [W] verwarmingsvermogen benodigd is in Woning D1. De warmteproductie van 200W kan dan als energiebesparing worden meegenomen in

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 44 of 86

de berekening:

$$E_{ruimteverwarming} = P \cdot t = 200 \cdot \left(\frac{365}{4} \cdot 24 \cdot 3600 \right) = 1.44 \text{ [GJ]}$$

De afwijking tussen de resultaten van TAS en de handberekening is daarmee onacceptabel.

De gasmeterstanden uit het beoordelingsplan zijn wat hoger dan de resultaten suggereren (zie onderstaande tabel). Dat de resultaten van de simulatie lager uitvallen dan de gasmeterstanden valt net als bij Bink te verklaren met het onvoorspelbare gebruikersgedrag.

Type woning	E	E	E	E	E	E	E	D	Gemiddeld
Ag [m ²]	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	83.8	84.2	83.85
E-rv gemeten [GJ]	14.7	11.9	20.9	5.8	26.4	21.6	14.8	14.3	16.3

Tabel 11: Energieverbruik woningen.

Onder het criterium 'complexiteit' van de beoordeling van TAS wordt beschreven op welke wijze de luchtbehandeling in TAS gemodelleerd dient te worden. Een van de nadelen van deze methode is dat er geen stooklijn gespecificeerd kan worden. Zo wordt in de simulatie van woning D1 bij een buitentemperatuur die lager is dan 20°C altijd met 20°C ingeblazen. In werkelijkheid zal de ventilatielucht over een by-pass van de WTW gehaald worden als de binnentemperatuur te hoog is. Zo zal de ventilatielucht bij een binnenluchttemperatuur van 25°C en een buitenluchttemperatuur van 15°C niet verwarmd worden. In de resultaten van TAS is terug te vinden dat het energieverbruik van de ventilatie er, onafhankelijk van het binnenklimaat, evenveel verbruikt wordt.

Overeenkomst resultaten Vabi

In de onderstaande tabel is af te lezen dat bij een interne warmteproductie van 4 W/m² TAS een totaal energieverbruik van 10,03 [GJ] berekend.

IWP=4	Mult. Factor	Heating [MJ]
Woning D1	1	10031,00

Tabel 11: Energieverbruik ruimteverwarming (TAS).

De uitkomst van de berekening in Vabi geeft een energieverbruik van 10,6 [GJ] ten behoeve van de ruimteverwarming. De resultaten van TAS hebben een procentuele afwijking van 5,7% van de resultaten van Vabi.

TO-uren

De temperatuuroverschrijdingsuren, berekend door Vabi, zijn in tabel 12 weergegeven. De temperatuuroverschrijdingen, berekend door TAS, zijn in tabel 13 weergegeven.

	Comforttemperatuur [uren]
Aantal uren boven 25°C	504
Aantal uren boven 28°C	0

Tabel 12: TO-uren Vabi

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 45 of 86

Cumulative Frequency (Hours) of Air Temperature for Year, Days 1 to 365			
Band (°C)	Total	25	28
Zone 1	8760	373	7

Tabel 13: TO-uren TAS

In totaal overschrijdt de operatieve temperatuur in Vabi 25°C veel vaker dan in TAS. De afwijking is onacceptabel. Het verschil tussen de overschrijdingsuren zal waarschijnlijk zijn ontstaan door verschillen in gebouw- en installatieparameters.

Jaarbelastingduurkromme, GTO- en ATG-methode

Het is vanuit EDSL-TAS niet mogelijk om een jaarbelastingduurkromme te verkrijgen. Ook de GTO-methode en de ATG-methode kunnen niet worden toegepast. Het programma maakt gebruik van internationale methodieken om een indicatie te kunnen geven van het te verwachten zomercomfort. Dit maakt een vergelijking met Vabi onmogelijk. De uurlijkse PMV-waarde kan wel door de Tas Building Simulator worden bepaald.

Warmteverliesberekening

De warmteverliesberekening van Vabi geeft een totaal verwarmingsvermogen van 2622 [W]. Bij een interne warmte productie van 0 W/m² geeft TAS als piekbelasting in de jaarbelastingduurkromme een totaalvermogen van 3202 [W]. De resultaten van TAS hebben een procentuele afwijking: $(3202 - 2622) / 2622 = 22,1\%$. Deze procentuele afwijking kan ontstaan door verschillen in het invoeren van de bouwparameters en is daarmee acceptabel.

Toepassing Nederlands klimaat en bouwfysische gegevens

Er zijn Nederlandse klimaatgegevens te downloaden van de website van EDSL. De klimaatgegevens zijn van het jaar 1965, locatie de Bilt. De norm NEN5060 die in 2008 is opgesteld voor referentieklimaatgegevens is dus niet in TAS opgenomen. Vabi en Bink beschikken wel over deze klimaatgegevens. Door middel van de macro 'weither utility' kunnen de klimaatgegevens uit de NEN5060 worden geïmporteerd in de TAS-building simulator.

EDSL-TAS heeft geen Nederlandse materialen- en constructiebibliotheek. Door middel van internationale materialenbibliotheek kan een Nederlandse constructiebibliotheek worden opgezet, maar dit zal bij in gebruikneming van het programma veel extra tijd kosten.

Diepgang en relevantie resultaten

De resultaten kunnen in TAS door middel van de Result Viewer worden ingezien. Er kan per dag een grafiek weergegeven met uurlijkse resultaten. In figuur 10.0 zijn de waarden te zien die in de grafieken kunnen worden weergegeven.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 46 of 86

Building Filter

Heating Profile	☐
Cooling Profile	☐
Latent Addition Profile	☐
Latent Removal Profile	☐
Global Radiation	☐
Diffuse Radiation	☐
Cloud Cover	☐
External Temperature	☐
External Humidity	☐
Wind Speed	☐
Wind Direction	☐

Zone Filter

Dry Bulb Temperature	☐
Mean Radiant Temperature	☐
Resultant Temperature	☐
Sensible Load	☐
Heating Load	☐
Cooling Load	☐
Solar Gain	☐
Lighting Gain	☐
Inf/Vent Gain	☐
Air Movement Gain	☐
Building Heat Transfer	☐
External Conduction Opaque	☐
External Conduction Glazing	☐
Occupant Sensible Gain	☐
Equipment Sensible Gain	☐
Humidity Ratio	☐
Relative Humidity	☐
Occupancy Latent Gain	☐
Equipment Latent Gain	☐
Latent Load	☐
Latent Removal Load	☐
Latent Addition Load	☐
Vapour Pressure	☐
Aperture Flow In	☐
Aperture Flow Out	☐
Infiltration	☐
Ventilation	☐
IZAM In	☐
IZAM Out	☐
Relative Pressure	☐
Pollutant	☐

Surface Filter

Internal Temperature	☐
External Temperature	☐
Internal Solar Gain	☐
External Solar Gain	☐
Aperture Flow In	☐
Aperture Flow Out	☐
Internal Condensation	☐
Interstitial Condensation	☐
External Condensation	☐
Internal Conduction	☐
External Conduction	☐
Aperture Opening	☐
Internal Long Wave	☐
External Long Wave	☐
Internal Convection	☐
External Convection	☐

Figuur 10.0: Outputfilters.

Naast de grafieken met de uurlijkse resultaten kunnen er verschillende Excel-macro's worden uitgevoerd, waarmee tabellen en grafieken worden gegenereerd. EDSL heeft de volgende macro's opgesteld:

- Annual loads: Numerieke weergave van de verwarming- en koelvermogens.
- Blind schedule: Alle info omtrent zonwering.
- Condensation: Uitleg en info met betrekking tot de condensatie analyse. De condensatie analyse wordt nader toegelicht aan het einde van de beoordeling van dit criterium.
- Frequency: Temperatuuroverschrijdingen.
- Lighting Control: Daglichtanalyse
- Peak loads: Maximale verwarming- en koelvermogens.
- Peak zone loads: Maximale verwarming- en koelvermogens per zone.
- Summaries and checks: Invoervariabelen en gebouwweigenschappen.
- Thermal comfort prediction (PMV): Grafische en numerieke weergave van de PMV-waarden. De uurlijkse waarden en de frequentie waarmee een PMV-waarde voorkomt zijn uit tabellen

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	47 of 86

uit te lezen.

- WeatherUtility: Tool om klimaatgegevens te exporteren naar een TAS-klimaatfile.
- Windrose: Radiale weergave van de frequentie van een windrichting en windsnelheid van een klimaatfile. Er is een optie voor een maandelijkse weergave en er is een optie voor een jaarlijkse weergave.

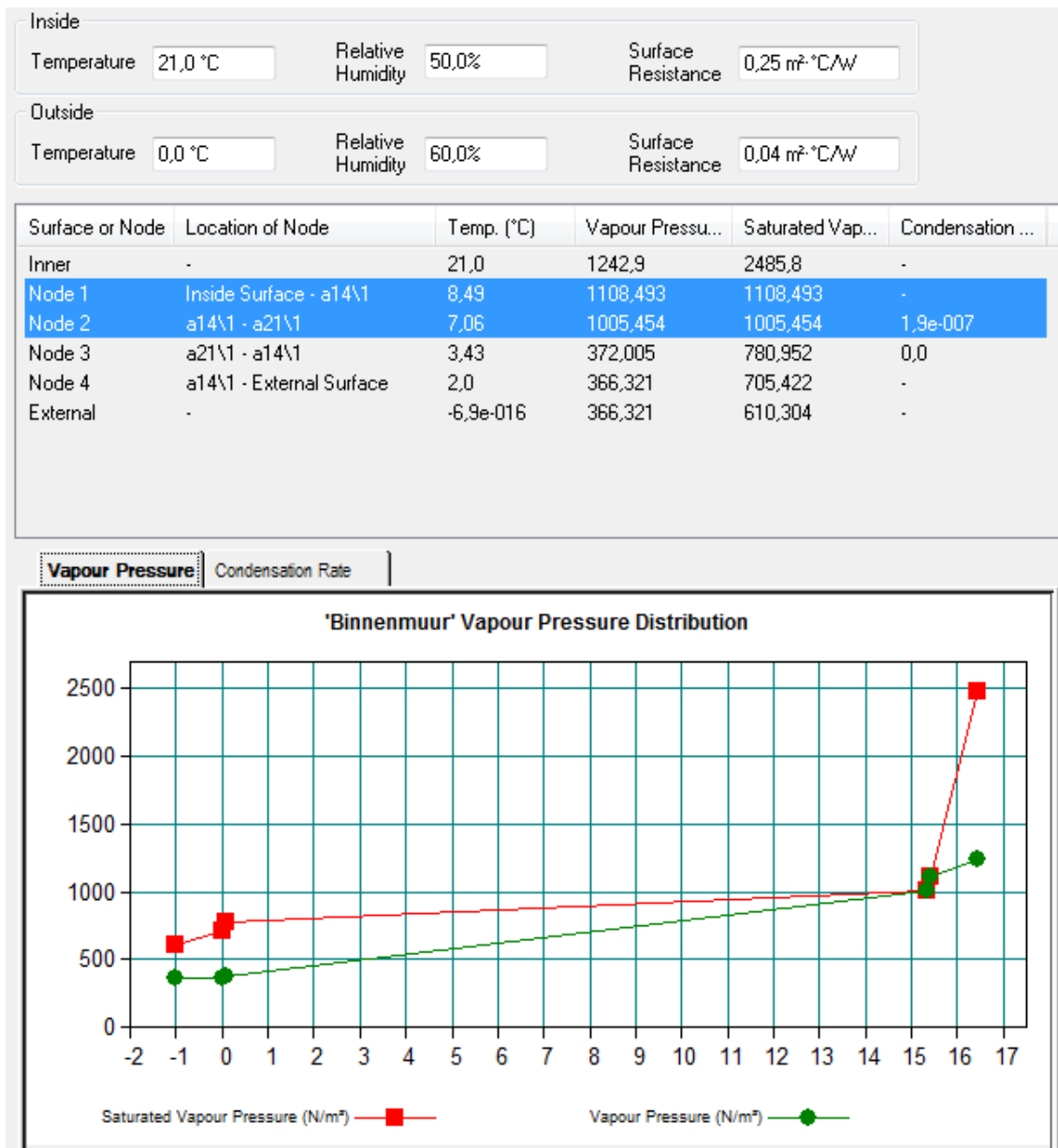
Zoals onder het criterium 'methoden comfortbepaling' is beschreven is het niet mogelijk om de ATG-methode, GTO-methode en een jaarbelastingduurkromme te genereren.

Condensatie-analyse

Door middel van de TAS-macro – condensation kan een analyse gemaakt worden of er bij bepaalde luchtcondities condensatie in de constructie of aan het wandoppervlak optreedt. (figuur 11.0) Van de binnen- en buitenlucht moeten de temperatuur en de relatieve vochtigheid worden ingevoerd. De materiaaleigenschappen van de constructie zijn vanuit de constructiedatabase bekend. In de grafiek uit figuur 11.0 wordt weergegeven op welke plekken in de wand de dampdruk de verzadigde dampdruk overstijgt. De x-as start buiten op het wandoppervlak en eindigt binnen op het wandoppervlak. Met behulp van deze tool kan een analyse gemaakt worden wat de grenzen van de ruimtecondities zijn. Vabi en Bink beschikken niet over deze tool. De macro van TAS ondersteunt de gebruiker bij het kiezen van relevante luchtcondities.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberkeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 48 of 86



Figuur 11.0: Condensatieanalyse.

Lay-out resultaten

De lay-out van de resultaten is in TAS flexibeler dan in Vabi. De resultaten worden als grafieken en tabbellen in Excel gepresenteerd.

Licentiekosten

De eenmalige aanschafkosten van de TAS Building Designer bedragen €7000. De jaarlijkse kosten voor onderhoud en ondersteuning bedragen voor de TAS Building Designer €1875 per jaar.

De eenmalige aanschafkosten van TAS Ambiens bedragen €1250. De jaarlijkse kosten voor onderhoud en ondersteuning bedragen voor TAS Ambiens €400 per jaar.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
 Titel: Eindrapport versie 1.0
 Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
 Opleiding: Werktuigbouwkunde
 Pagina: 49 of 86

Beoordeling

De softwarepakketten zijn aan de hand van de criteria, die beschreven zijn in het beoordelingsplan, beoordeeld in de hoofdstukken 'beoordeling Bink' en 'beoordeling EDSL-TAS'. De beoordeling van een criterium vormt de onderbouwing van de score die toegekend is aan het betreffende criterium. De score wordt toegekend in de vorm van een percentage. Bij een percentage van 100% wordt het aantal punten van de weegfactor, volledig aan de eindscore toegevoegd. Een maximaal haalbare score is 100. De weegfactor is bepaald op basis van het belang van het criterium.

Onderdeel	Criterium	Bink (0-100%)	EDSL-TAS (0-100%)	Vabi (0-100%)	Weegfactor (1-10)	Max. score ond.
Gebruiksgemak	Complexiteit	80	60	80	5	32
	Overzichtelijkheid	90	60	60	5	
	Efficiëntie	70	50	60	7	
	Beschikbare talen	100	70	100	4	
	Communicatie rekenmodulen	70	40	60	4	
	Ondersteuning helpfunctie	60	90	50	4	
	Bruikbaarheid foutmeldingen	90	70	50	3	
Validiteit	Diepgang berekeningen energieprestaties	70	60	90	9	38
	Diepgang comfortbepaling	70	40	80	8	
	CFD-tool	0	60	0	5	
	Certificering	100	70	100	4	
	Overeenkomst monitoring	60	60	70	4	
	Overeenkomst resultaten Vabi	60	50	100	5	
	Toepassing Nederlands klimaat en bouwfysische gegevens	100	70	100	3	
Bruikbaarheid resultaten	Diepgang & relevantie	70	80	90	10	15
	Lay-out	100	80	60	5	
Kosten	Licentiekosten	60	30	100	15	15
	Score totaal	70,6	57,5	77,4	100	

Tabel 14: Beoordelingstabel.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 50 of 86

De totale score is per categorie af te lezen uit tabel 15.

Score gebruiksgemak	25,3	19,6	21,1
Score validiteit	24,3	21,4	29,3
Score bruikbaarheid resultaten	12	12	12
Score kosten	9	4,5	15
Score totaal	70,6	57,5	77,4

Tabel 15: Totaalscores.

Zoals uit de beoordelingstabel (tabel 14) is af te lezen, is de hoogste weegfactor toegekend aan het criterium licentiekosten. Omdat Vabi niet meer aangeschaft hoeft te worden en de licentie in de komende jaren niet zal worden op gezegd bij Huygen Installatie Adviseurs, worden de licentiekosten van Vabi beoordeeld met 100%. Hiermee wordt de afweging tussen de toegevoegde waarde van de andere programma's en de kosten die de aanschaf en het onderhoud met zich meebrengen, tegen elkaar afgewogen. Naast de licentiekosten hecht Huygen Installatie Adviseurs veel waarde aan de efficiëntie, diepgang van de berekening en relevantie van de resultaten.

In de beoordelingstabel komt naar voren dat op basis van de beoordeelde criteria in de hoofdstukken 'beoordeling Bink' en 'beoordeling EDSL-TAS', voor beide programma's een negatieve beoordeling moet worden geconcludeerd. Het pakket EDSL-TAS scoort op gebied van gebruiksgemak en validiteit minder goed dan Vabi. Daarnaast moeten er voor de aanschaf en het onderhoud van het programma, kosten in rekening worden gebracht. Het softwarepakket van Bink is erg gebruiksvriendelijk. Maar de berekeningen van Vabi zijn meer valide en Vabi scoort, net als bij TAS, een betere score op het gebied van de kosten.

Het is in de programma's Vabi, Bink en TAS niet mogelijk om het programma het infiltratiedebiet de laten berekenen door de druk op de gevel. Afhankelijk van de windrichting, de luchtdichtheid en de windsnelheid, kan de winddruk berekend worden. Vanuit de winddruk en de lekfactor van de gevel kan worden berekend wat het infiltratiedebiet wordt. Het is opmerkelijk dat geen van alle softwareproducenten dit in de programmatuur heeft opgenomen.

EDSL-TAS en Bink hebben interessante verbeteringen ten opzichte van Vabi, maar kunnen beide niet de doorslag geven m.b.t. een mogelijke aanschaf. De basis van Bink is erg gebruiksvriendelijk en het is een handig programma, maar op het gebied van het validiteit laat Bink een aantal steekjes vallen. Het grootste nadeel van Bink is de eenvoudige benadering van een installatie. De lokale installatie kan niet worden gespecificeerd en er kan niet worden aangegeven waar de warmtebron zich in de ruimte bevindt. Daarnaast kunnen ook de stooklijnen van de verwarming- koel- en luchtbehandelinginstallatie niet worden ingevoerd. De beschaduwing en de belemmering worden niet met een diffuse component doorgerekend. De resultaten van Bink hebben een uitstekende layout, maar de diepgang en relevantie van de resultaten blijven achter op Vabi. Het programma zou de GTO-uren moeten kunnen berekenen. Een jaarbelastingduurkromme van het gehele gebouw is een vereiste, maar dit is niet verkrijgbaar uit het softwarepakket. Bij het verbeteren van een aantal cruciale punten kan Bink in de toekomst een zeer geschikt programma worden voor Huygen Installatie Adviseurs.

EDSL-TAS scoort op veel gebieden minder goed dan Vabi. Er zijn veel nadelen beschreven in het hoofdstuk 'beoordeling EDSL-TAS'. De goede helpfunctie en de toegevoegde waarde van de CFD-tool en de condensatieanalyse wegen niet op tegen de beschreven nadelen.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	51 of 86

Conclusie & aanbevelingen

De programma's Bink en TAS zijn beoordeeld op basis van gebruiksvriendelijkheid, validiteit en bruikbaarheid van de resultaten. Deze onderdelen vormen de basis van het beoordelingsplan. Per onderdeel zijn een aantal criteria beschreven waarop de programmatuur is beoordeeld.

Het programma TAS van de producent EDSL beschikt over een aantal tools die van toegevoegde waarde zijn. De condensatie-analyse en TAS Ambiens zijn een nuttige programmaonderdelen voor een installatie adviseur. De toegevoegde waarde van de programmaonderdelen weegt niet op tegen een groot aantal nadelen op het gebied van gebruiksgemak, validiteit en kosten. In de beoordelingstabel komt naar voren dat TAS bij een groot deel van de criteria slechter beoordeeld wordt dan Vabi. De kern van de software van EDSL is van lagere kwaliteit en het programma wordt in deze rapportage negatief beoordeeld. Het negatieve advies ontstaat met name door de volgende negatieve aspecten:

- Het schakelen van de zonwering kan in TAS worden gesimuleerd door een glaselement zonder zonwering, voor een bepaald tijdstip te substitueren door een glaselement met zonwering. De functie is niet gebruiksvriendelijk. Daarnaast kan de regeling niet afhankelijk worden gemaakt van de zonne-intensiteit. Dit aspect heeft ook negatieve invloed op de validiteit.
- Het softwarepakket is niet installatiespecifiek. Er kan geen luchtbehandelingskast worden geselecteerd en de lokale installatie kan niet worden gedefinieerd. Voor de luchtbehandeling kan een imaginaire ruimte worden aangemaakt waaruit de lucht wordt over gestort naar de te ventileren ruimten. Warmte- en vochtterugwinning kunnen hierbij niet worden ingevoerd. Er kunnen geen stooklijnen worden ingesteld van de verwarmings- koel- en luchtbehandelinginstallatie. De benadering is te eenvoudig en maakt de software minder gebruiksvriendelijk en valide.
- Het importeren van BIM-files blijkt slecht te werken.
- De modelleringstijd van een project is langer dan een simulatie in Vabi. Dat resulteert in een lagere efficiëntie.
- Er kan niet aangegeven worden in welke constructielaag de warmte- of koudebron zich bevindt.
- De GTO-methode en de ATG-methode kunnen niet worden toegepast.
- Het programma genereert geen jaarbelastingduurkromme.
- TAS beschikt niet over Nederlandse bouw fysische gegevens en klimaatgegevens.
- De aanschaf- en onderhoudskosten van de programmatuur zijn hoger dan Bink en Vabi.

Het is mogelijk om de tool TAS Ambiens separaat aan te schaffen. De toegevoegde waarde van TAS Ambiens moet afgewogen worden tegen de in de beoordeling beschreven kosten.

Bink is beoordeeld als gebruiksvriendelijk programma. Het programma is niet complex, overzichtelijk en vrij efficiënt. Daarnaast zijn de foutmeldingen bij foutieve bouwparameters of simulatie-eigenschappen specifiek en duidelijk. De lay-out van de resultaten is van hogere kwaliteit dan de resultaten van Vabi.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	52 of 86

Het voordeel wat Bink heeft op het gebied van gebruiksgemak wordt voor een deel teniet gedaan door een aantal nadelen op het gebied van validiteit. Daarnaast komt in de beoordelingstabel terug dat de negatieve beoordeling die Bink krijgt voor het grootste gedeelte ontstaat door de aanschaf- en onderhoudskosten.

Als Bink op het gebied van validiteit enkele punten verbeterd kan het negatieve advies worden omgezet naar een positief advies. De aspecten die verbeterd moeten worden om een aanschaf rendabel te maken zijn:

- De functie van het importeren van BIM-files moet worden geoptimaliseerd.
- Het importeren van een DXF-file moet mogelijk gemaakt worden.
- Het infiltratiedebiet mag in de berekening niet op één-tiende worden afgerond.
- Het programma moet specifieker zijn op het gebied van installaties. De lokale installatie moet kunnen worden gedefinieerd en stooklijnen van de koel- verwarming- en luchtbehandelinginstallatie moeten kunnen worden opgegeven.
- Er moet in het programma kunnen worden aangegeven waar het verwarming- of koelvermogen wordt afgegeven. Het is nu onduidelijk op welke plek de warmte of koude in de ruimte vrij komt.
- De GTO-methode moet kunnen worden toegepast.
- De PMV-waarde wordt in sommige gevallen foutief berekend. Bink bepaald in sommige gevallen een PMV-waarde van -5. Het bereik van de PMV-waarde ligt tussen -3 en 3.
- De jaarbelastingduurkromme moet van het gehele gebouw kunnen worden gegenereerd.

Huygen Installatie Adviseurs en Cauberg-Huygen wordt geadviseerd om af te zien van de overwogen aanschaf. Bink is een gebruiksvriendelijk en goed programma, maar er moeten een aantal punten verbeterd worden. Als Bink het bovenstaande aantal aspecten in hun softwarepakket aanpast kan de aanschaf in toekomst wel een verbetering voor Huygen zijn.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	53 of 86

Bronnen

- CUR – Bouw & Infra: ontwerprichtlijnen thermisch actieve gebouwen
- ISSO handboek zonnestraling – Bijlage A.6.2: zonnestraling ten gevolge van grondreflectie
- NEN5060 Hygrothermische eigenschappen van gebouwen – Referentieklimaatgegevens
- DIALOS (Peutz) – Nieuwe technieken in de klimatisatie
- NEN-EN-ISO7730:2005 – Klimaatomstandigheden en analytische bepaling en interpretatie van thermische behaaglijkheid door berekening van PMV en PPD waarden en lokale thermische behaaglijkheid.
- ISSO handboek installatietechniek deel 1 & 2
- ISSO publicatie 19 – Thermisch binnenklimaat, aanbevelingen
- ISSO publicatie 74 – Thermische behaaglijkheid
- Senternovem – Passiefhuis en EPN-onderzoek naar de waardering van passiefhuizen volgens EPN en PHPP
- Bouwbesluit NL – Hoofdstuk 3: voorschriften uit het oogpunt van gezondheid
- NEN-EN-ISO13791-2 – Thermal performance of buildings
- Keurmerktestprocedure RGD
- BRL9501 – Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO-atteest voor energieverbruikberekeningsmethoden.
- Tijdschrift Bouwfysica, gepubliceerd door BVBV.
- SBR – Luchtdicht bouwen

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 54 of 86

Bijlage: Model uitgangspunten

Om een goede vergelijking te kunnen maken van de resultaten met de monitoringgegevens en de resultaten van Vabi moeten de uitgangspunten vastgelegd zijn.

Uitgangspunten referentiewoning

Om een relevante vergelijking te kunnen maken tussen de rekenprogrammatuur, moeten de uitgangspunten van de referentiewoning gelijk zijn. Daarom is het van belang dat de geometrie en de bouwfysische gegevens zijn vastgelegd. In bijlage 'bouwkundige tekeningen' is de geometrie van de referentiewoning opgenomen. De bouwfysische eigenschappen, infiltratiedebiet en het WTW-rendement zijn uit te lezen uit het EPC-document (Zie bijlage 'EPC-document'). Het infiltratiedebiet en het warmteterugwin-rendement wijken af van de waarden die in het EPC-document worden gegeven:

- $q_v = 1,7 \text{ l/sm}^2$
- $WTW = 75\%$

Het rendement van de warmte terugwinning is bewust lager gekozen dan de specificaties van de fabrikant. Uit metingen en onderzoeken van Cauberg Huygen is gebleken dat het rendement voor warmteterugwinning altijd lager uitvalt dan het certificaat van de WTW-unit aan geeft.

Het infiltratiedebiet dat in het EPC-document wordt weergegeven is de $q_{v,10, \text{kar}}$ -waarde. Dit infiltratiedebiet is bepaald op basis van een drukverschil van de 10 Pascal per m^2 vloeroppervlak. In de praktijk is het drukverschil variabel ten gevolge van de windsnelheid. Daarom zal er in de rekenprogrammatuur gerekend worden met een lager infiltratiedebiet:

$$q_v = 0,13 \cdot q_{v,10} \cdot 85 = 1,7 \text{ l/sm}^2$$

(Bron: NEN5128)

Ingevulde parameters

Variabele	Waarde
Overschrijding bij	25°C en 28°C
Te openen ramen	Geen
Gebouwfunctie	Woning
Interne convectieve warmteovergangscoefficient van de wanden	2,5
Interne stralingswarmte overgangscoefficient van de wanden	5,5
Externe convectieve warmteovergangscoefficient van de wanden	15
Externe stralingswarmte overgangscoefficient van de wanden	5,5

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werkuigbouwkunde
Pagina: 55 of 86

Infiltratiedebiet	1,7 [dm ³ /sm ²] of 0,595 [ach] (air changes per hour)
Scheidingsconstructie woningen	Schil adiabatich
Zonwering	Geen
Beschaduwing	Geen
Verwarming	Oneindig
Koeling	Geen
WTW-luchtbehandeling	75%
Verdampingswarmte water	2256 kJ/kg
Starttemperatuur	15°C
Aantal iteratieslagen	1
Knooppunt verdeling	8 knooppunten per laag
Emissiecoefficient	0,9
Convectiefactor (vensters)	0,1
Verliesfactor zonnestraling	0
Grondreflectiefactor	0,20
Factor operationele temperatuur	0,50
Aantal inslinger dagen	2

In het EPC-document zijn onder andere de bouwfysische gegevens van het glas opgenomen. In de rekenprogrammatuur kunnen deze bouwfysische gegevens worden uitgebreid met de eigenschappen in de onderstaande tabel. De U-waarde en de ZTA-waarde zijn gedefinieerd in het EPC-document.

Glaseigenschap	Waarde
Absorptiecoëfficiënt	0.3
Directe transmissie	0.47
Convectiefactor	0.085
LTA-waarde	0.75

De bouwfysische gegevens van de wand-, raam en vloerconstructies zijn weergegeven in de onderstaande tabel.

Constructietype	Rc [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Massa [kg/m ²]
Gevel	7.2	0.14	415.0
Scheidingsconstructie tussenwoning	0.26		389.5
Binnenmuur	0.26		389.5
BG vloer	5	0.1	389.4
Tussenvloer	0.2		524.4
Dak	9	0.1	390.7

De warmte die in een ruimte wordt geproduceerd komt vrij als een gedeelte door convectie en een gedeelte door straling. De verhouding tussen convectie en straling staan per warmtebron in de onderstaande tabel. (bron: ISSO 32:1.8)

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 57 of 86

Interne warmteproductie

De spreiding van het energieverbruik van de referentiewoning die in de tabel in het beoordelingsplan onder het criterium 'overeenkomst resultaten referentiewoning' te zien is, wordt veroorzaakt door verschillend gebruikersgedrag. De interne warmtelasten die door de EPC, EPG en PHPP gehanteerd worden moeten een spreiding vormen die ongeveer overeenkomt met de spreiding uit de praktijkgegevens.

Omdat de EPC, EPG en PHPP momentane berekeningen zijn is de totaal aanwezige warmtelast uitgemiddeld over 24 uur. In de grafieken op de volgende pagina is te zien op welke wijze de interne last in de programma's wordt gesimuleerd. Hierbij wordt de interne warmteproductie van personen, verlichting en apparatuur separaat behandeld. Bij een maximale bezetting en volledige inschakeling van verlichting en apparatuur worden de volgende warmtelasten gehanteerd:

- Personen: 3W/m²
- Verlichting: 5W/m²
- Apparaten: 12W/m²

Naast de voelbare warmte van 3W/m² wordt er bij een volledige bezetting 300W latente warmte per persoon geproduceerd. De voelbare en latente warmte van personen zijn gebaseerd op een lichte activiteit: zitten, licht werken en typen.

In Bink moet de latente warmte worden ingevoerd als vochtproductie. In het onderstaande tekstgedeelte wordt de latente warmte van Watt omgerekend naar gram per uur.

$$Q_{latent} = 3[W/m^2]$$

$$3[W] = 3[J/s] = 10,8[kJ/kg]$$

$$Verdampingswarmte\ van\ water = 2256 [kJ/kg] = 2,256[kJ/g]$$

$$Q_{latent} = 4,79[g/h]$$

In de onderstaande legenda is aangegeven welke kleuren voor de verschillende typen warmtelast worden gehanteerd.

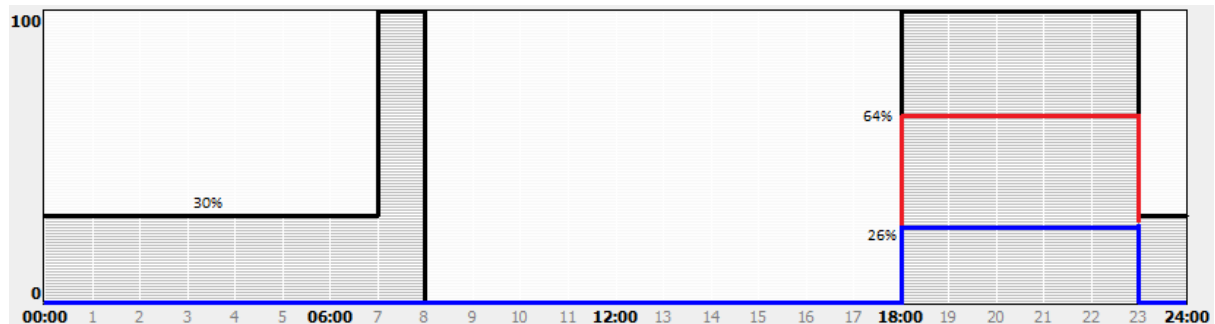
-  Percentage van 3W/m² IWP van personen
-  Percentage van 5 W/m² IWP van verlichting
-  Percentage van 12 W/m² IWP van apparaten

Eindrapport

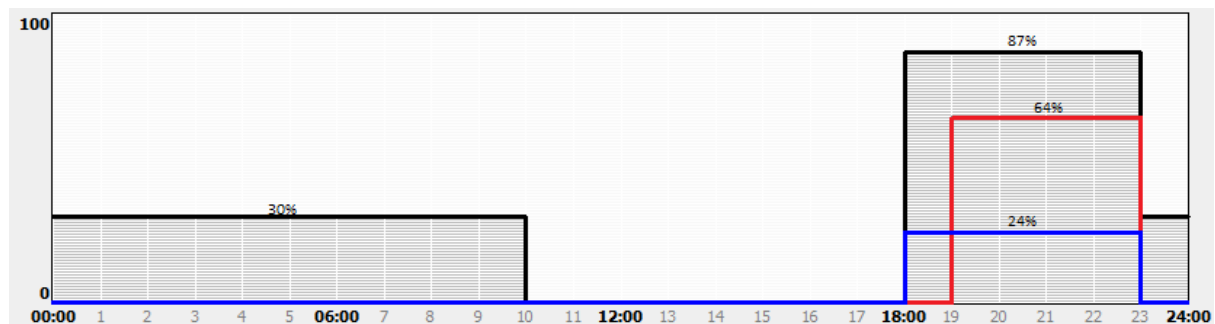
Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 58 of 86

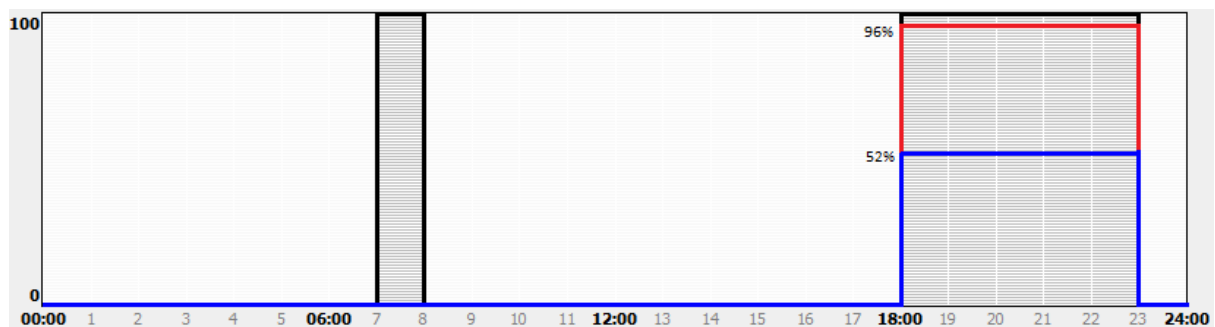
Werkdag – referentie PHPP (gemiddelde IWP, 2,1 W/m²)



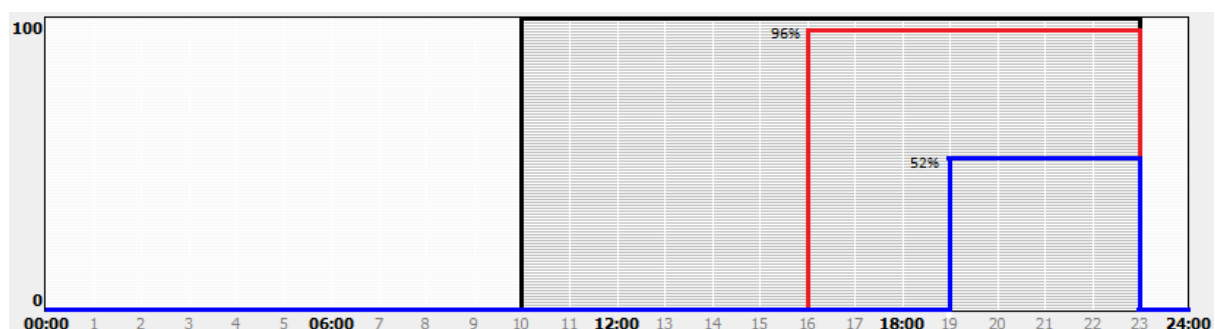
Vrije dag – referentie PHPP (gemiddelde IWP, 2,1 W/m²)



Werkdag – referentie EPG (gemiddelde IWP, 4 W/m²)



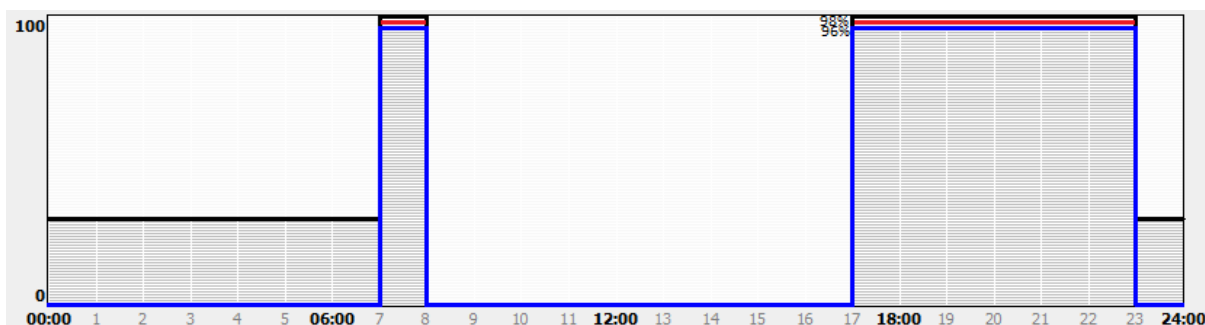
Vrije dag – referentie EPG (gemiddelde IWP, 4 W/m²)



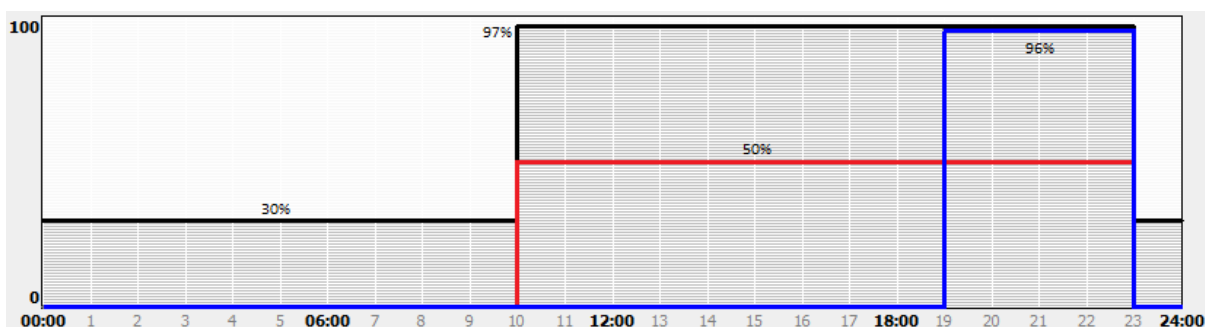
Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 59 of 86

Werkdag – referentie EPC (gemiddelde IWP, 6 W/m²)



Vrije dag – referentie EPC (gemiddelde IWP, 6 W/m²)



Ventilatie

Bouwlaag	Ruimte	Functie	Opp.	Ventilatie (CAV-balansvent.)	Klimaatype
BG	Woonk.	Verblijfsruimte	37,52	50 m ³ /h	Alpha
BG	Hal	Verkeersruimte	11,44		Alpha
BG	Toilet	Toiletruimte	1,3	25 m ³ /h	Bèta
1 ^e verd.	Hal	Verkeersruimte	7,98		Bèta
1 ^e verd.	Badk.	Badruimte	6,46	45 m ³ /h	Bèta
1 ^e verd.	Slaapk. 1	Verblijfsruimte	10,83	40 m ³ /h	Alpha
1 ^e verd.	Slaapk. 2	Verblijfsruimte	9,58	40 m ³ /h	Alpha
1 ^e verd.	Slaapk. 3	Verblijfsruimte	10,88	40 m ³ /h	Alpha
Totaal				240 m ³ /h	

In de nachtverlaging worden de luchtdebieten gehalveerd.

Referentie klimaatjaar

In 2008 is een norm opgesteld voor de referentieklimaatgegevens. Het is voor een realistische vergelijking tussen de uitkomsten van de programma's van belang dat de referentieklimaatgegevens volgens NEN5060 zijn ingevoerd. In de norm NEN5060 kan er keuze gemaakt worden uit 5 verschillende klimaatjaren. Er wordt gekozen voor het klimaatjaar NEN5060 energie. Dit klimaatjaar is opgesteld voor energieberekeningen (zonder temperatuurextremen).

Eindrapport

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 60 of 86

Bijlage: EPC-document

Eindrapport



Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 61 of 86

Bijlage: Bouwkundige tekeningen

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 62 of 86

Bijlage: Methoden comfortbepaling

Bron: ISSO publicatie 74 – Thermische behaaglijkheid

Het beoordelingsplan, dat eveneens in dit rapport is opgenomen, bevat de eis dat de simulatiepakketten een indicatie kunnen geven van het te verwachten comfort van een ruimte of gebouw. Er zijn verschillende methodieken mogelijk om het comfort te bepalen. In het onderstaande tekstgedeelte worden de methodieken en de benodigde kennis rondom de comfortbepalingen beschreven.

Comfortbepaling volgens het model van Fanger

Thermische comfort kan worden uitgedrukt als: 'Een thermische omgeving waarin de aanwezigen tevreden zijn met het klimaat, en geen voorkeur hebben voor een warmere of koudere omgeving.

Volgens het model van Fanger kan de thermische comfort van een mens in een ruimte worden uitgedrukt in de PMV-waarde (Predicted Mean Vote). De PMV-waarde geeft aan in welke mate het binnenklimaat afwijkt van een optimaal comfort. De PMV-waarde geeft aan hoe een grote deel van de aanwezigen zal reageren op het binnenklimaat. De index van PMV-waarde kan variëren tussen de -3 (koud) en 3 (heet):

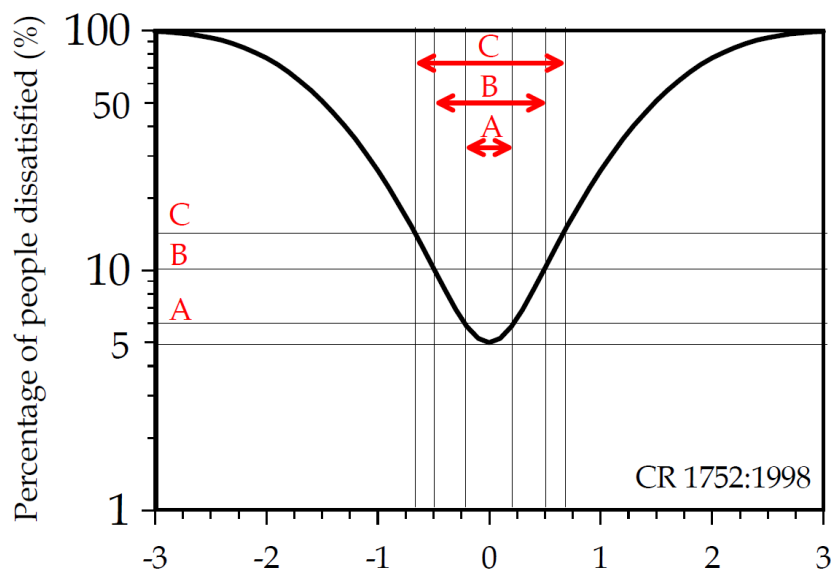
Getalwaarde voor PMV-waarde	Gewaarwording
+3	Heet
+2	Warm
+1	Enigzins warm
0	Neutraal
-1	Enigzins koel
-2	Koel
-3	Koud

Tabel 1: getalwaarde voor PMV

De PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) geeft het percentage aanwezigen aan dat zal ontevreden reageren op het binnenklimaat. Een klimaat wordt als behaaglijk beschouwd als er niet meer dan 10% ontevredenen zijn. Dit komt overeen met een PMV-waarde die tussen de -0,5 en 0,5 ligt. (figuur 12.0)

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 63 of 86



Figuur 12.0: PMV-waarde.

De PMV-waarde wordt bepaald door de omgevingsvariabelen en de persoonsgebonden kenmerken. Onder omgevingsvariabelen vallen de luchttemperatuur, gemiddelde stralingstemperatuur, lichtsnelheid en relatieve vochtigheid. Onder de persoonsgebonden kenmerken vallen de kledingweerstand en het metabolisme (activiteitsniveau). De PMV-waarde is in de onderstaande tabel uitgezet tegen de PPD-waarde.

Situatieberekend	Percentage van de mensen dat stemt met				
	0 [%]	-1 of +1 [%]	-2 of +2 [%]	-3 of +3 [%]	PPD [%]
$PMV = +2$	5	20	45	30	75
$PMV = +1$	27	48	20	5	25
$PMV = 0$	55	40	5	0	5
$PMV = -1$	27	48	20	5	25
$PMV = -2$	5	20	45	30	75

Comfortbepaling - GTO

Een toegepaste methode om de thermische behaaglijkheid uit te drukken is in GTO-uren (gewogen temperatuur overschrijdingsuren). Deze methode maakt gebruik van de richtlijn dat 5% van het jaar de PMV-grenzen overschreden mogen worden. Hierbij is de mate van overschrijving afhankelijk van de PPD. Zo wordt 6°C overschrijding zwaarder meegewogen in de GTO-uren dan 4°C overschrijding. Er worden overschrijdingen geregistreerd bij temperaturen boven de 25°C en de 28°C..

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 64 of 86

ATG-methode

De andere methode om de thermische behaaglijkheid te voorspellen is de ATG methode (adaptieve temperatuur grenswaarde). In de ATG-methode vallen drie comfortklassen te onderscheiden: klasse A, B en C. De klassen geven aan hoeveel aanwezigen het klimaat als behaaglijk ervaren. Bij elke klasse hoort zijn eigen percentage tevreden:

- Klasse A: minimaal 90% van de aanwezigen vindt het comfort behaaglijk. (Gebouw met een relatief gevoelige groep gebruikers of gebouwen waarin extra hoge eisen aan comfort worden gesteld.)
- Klasse B: minimaal 80% van de aanwezigen vindt het comfort behaaglijk. (Goed binnenklimaat voor algemene toepassing.)
- Klasse C: minimaal 65% van de aanwezigen vindt het comfort behaaglijk. (Deze situatie wordt niet toegepast als ontwerpsituatie. In alle gevallen moet worden omschreven waarom klasse B niet haalbaar is.)

De gewenste operatieve temperatuur wordt ten gevolge van psychologische adaptatie gerelateerd aan de buitentemperatuur. In de ATG-methode wordt deze psychologische adaptatie meegenomen. Om de buitentemperatuur mee te kunnen nemen in de grenswaarden van de operatieve temperatuur voor een bepaalde klimaat klasse, moet eerst de referentie buitentemperatuur worden bepaald. De referentie buitentemperatuur ($\theta_{e,ref}$) wordt bepaald door de etmaaltemperatuur van de 3 voorgaande dagen.

$$\theta_{e,ref} = \frac{1 \cdot \theta_{vandaag} + 0.8 \cdot \theta_{gisteren} + 0.4 \cdot \theta_{eergisteren} + 0.2 \cdot \theta_{eer-eergisteren}}{2.4}$$

2 typen binnenklimaat

Volgens de ATG-methode vallen er 2 typen binnenklimaat te onderscheiden. Het blijkt uit onderzoek dat gebruikers van gebouwen met de mogelijkheid van te openen ramen hogere temperaturen acceptabel vinden dan gebruikers van gesloten gebouwen met een centraal geregelde klimaatinstallatie. Daarom wordt er voor deze 2 klimaattypen onderscheid gemaakt tussen klimaattype Bèta en klimaattype Alpha. Het klimaattype kan worden bepaald met behulp van de onderstaande tabel.

Vraag 1	Geheel gesloten gevel?	Ja Nee	Bèta zie vraag 2
Vraag 2	Kleding af te stemmen op omgeving?	Ja Nee	zie vraag 3 Bèta
Vraag 3	Per 2 personen min. één te openen raam?	Ja Nee	Alpha zie vraag 4
Vraag 4	Actieve koeling aanwezig?	Ja Nee	zie vraag 5 Bèta
Vraag 5	Kan per max. 2 personen de temperatuur het hele jaar door worden beïnvloed?	Ja Nee	Alpha Bèta

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
 Titel: Eindrapport versie 1.0
 Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
 Opleiding: Werktuigbouwkunde
 Pagina: 65 of 86

De grenswaarden van de operationele temperatuur zijn per klimaatklasse te koppelen aan het klimaattype en de referentie buitentemperatuur ($\theta_{e,ref}$). Deze koppeling is weergegeven in de onderstaande tabel. Als geldt dat $\theta_{e,ref} < 10-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, dan is de bovengrens voor klimaattype Alpha en Bèta gelijk.

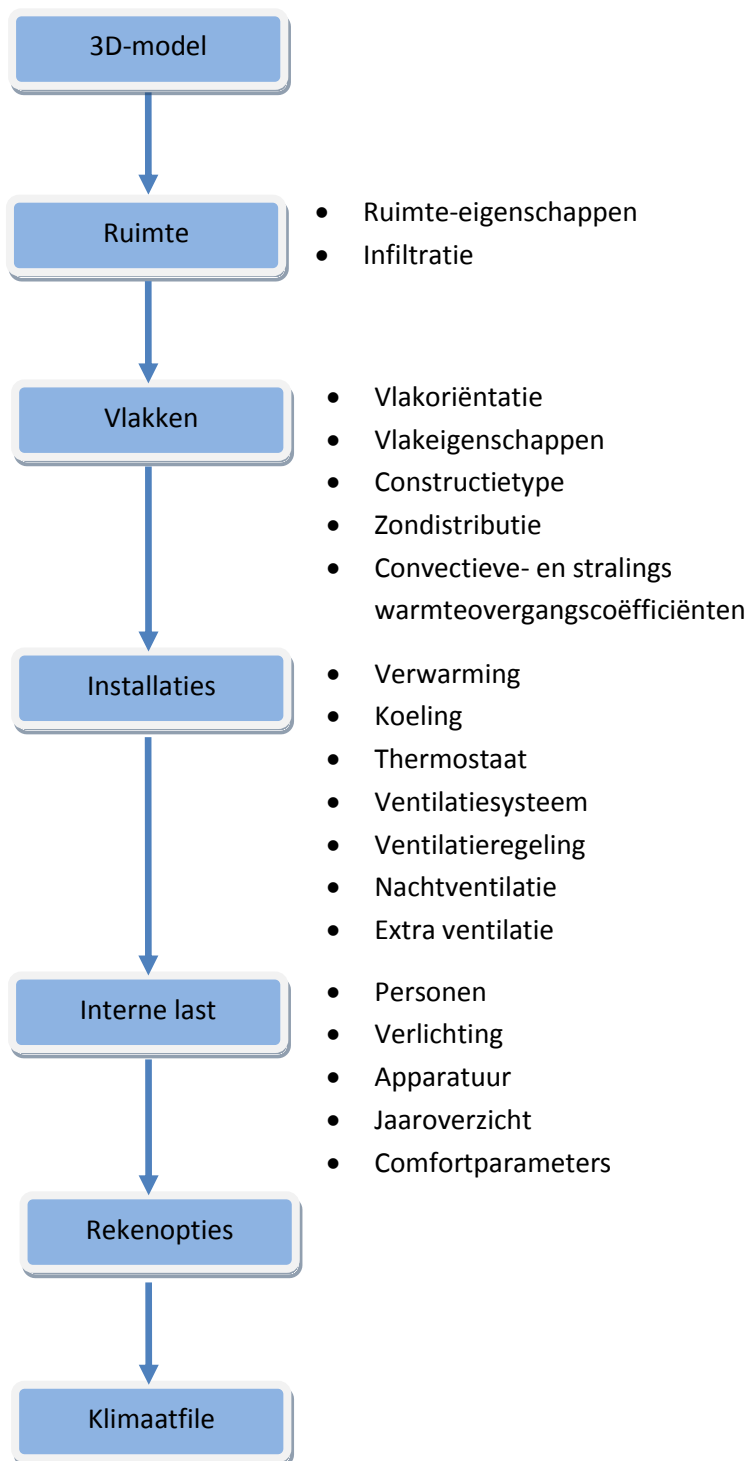
klasse	acceptatie	Gebouw/klimaattype	Gebouw/klimaattype
		Alpha (bovengrens alleen bij $\theta_{e,ref} > 10-12\text{ }^{\circ}\text{C}$)	Bèta (bovengrens Alpha toepassen bij $\theta_{e,ref} < 10-12\text{ }^{\circ}\text{C}$)
	maximaal	$\theta_{oper} = 17,8 + 0,31 \cdot \theta_{e,ref}$	$\theta_{oper} = 21,45 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$
A	90 %	bovengr.: $\theta_{oper} < 20,3 + 0,31 \cdot \theta_{e,ref}$ ondergr.: $\theta_{oper} > 20,2 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$	bovengr.: $\theta_{oper} < 22,70 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$ ondergr.: $\theta_{oper} > 20,20 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$
B	80 %	bovengr.: $\theta_{oper} < 21,3 + 0,31 \cdot \theta_{e,ref}$ ondergr.: $\theta_{oper} > 19,45 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$	bovengr.: $\theta_{oper} < 23,45 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$ ondergr.: $\theta_{oper} > 19,45 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$
C	65 %	bovengr.: $\theta_{oper} < 22,0 + 0,31 \cdot \theta_{e,ref}$ ondergr.: $\theta_{oper} > 18,95 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$	bovengr.: $\theta_{oper} < 23,95 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$ ondergr.: $\theta_{oper} > 18,95 + 0,11 \cdot \theta_{e,ref}$

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberkeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 66 of 86

Bijlage: Beschrijving Bink

Programmastructuur Bink



Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 67 of 86

Gebouwinvoer (specificaties)

Vanuit de standaardbibliotheek van Bink kunnen bepaalde wandconstructies worden geselecteerd. De wandconstructies bevatten materiaalagen waarbij aan elke materiaallaag de volgende eigenschappen gekoppeld zijn:

- Soortelijke massa (ρ)
- Soortelijke warmte (c)
- Warmtegeleidingscoëfficiënt (λ)
- Emissiefactor (ϵ)
- Elasticiteitsmodulus (E)
- Zonabsorptiecoëfficiënt (α)
- Zonreflectiecoëfficiënt (ρ)
- Dampdiffusieweerstandsfactor (Z)

Hierin zijn de soortelijke massa, de soortelijke warmte en het cumulatief van de warmtestromen van invloed op de thermische opslag van een bepaald materiaal. De zonabsorptiecoëfficiënt en de zonreflectiecoëfficiënt bepalen hoeveel globale zoninstraling wordt geabsorbeerd door het materiaal. Bij een hogere zonabsorptie zal de externe warmtelast door zoninstraling via de gevel toenemen.

De emissiefactor bepaald de hoeveelheid thermische energie die door een materiaal wordt geëmitteerd. Bij een hogere emissiefactor zal de stralingswarmte toenemen. De warmtegeleiding door de wandconstructie is afhankelijk van warmtegeleidingscoëfficiënt. Bij een hogere warmtegeleidingscoëfficiënt zal er meer warmtegeleiding (transmissie) door de wandconstructie plaats vinden.

Het is opmerkelijk dat de elasticiteitsmodulus wordt gevraagd bij de materiaaleigenschappen, omdat de elasticiteitsmodulus geen invloed heeft op het thermische gedrag. De elasticiteitsmodulus is een maat voor de stijfheid van een materiaal of constructie en is onder meer van belang bij een geluidsweerstand berekening.

De dampdiffusieweerstand geeft aan in welke mate damp door een materiaal kan diffunderen. Bij een hoge dampdiffusieweerstand kan er weinig damp door het materiaal diffunderen. Als de dampdiffusieweerstand is berekend kan de massaflux (q_m) worden berekend. Dit is de hoeveelheid damp die door 1 m² van de laag gaat in één seconde.

$$q_m = \frac{\Delta P}{Z}$$

Waarin;

$$q_m = \text{massaflux} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}} \right)$$

ΔP = Dampdrukverschil over de laag (Pa)

Z = Dampdiffusieweerstand (m)

Bij het selecteren van het constructietype kan de Rc-waarde en de U-waarde worden ingevuld. Beide waarden hebben invloed op het bepalen van de transmissie door een wandconstructie.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 68 of 86

Verder kan bij het constructietype aangegeven worden of het betreffende type glaseigenschappen bevat. Indien het betreffende type glas is, kunnen de volgende eigenschappen worden ingevuld:

- Kozijnfactor
- LTA
- ZTA
- AOI factoren

De kozijnfactor blijkt na waarden uit de standaardbibliotheek en overleg met de Bink-helpdesk een foutieve benaming te zijn. Hiermee wordt het percentage glasoppervlak van het raam bedoeld. Het overige percentage vormt het kozijnoppervlak.

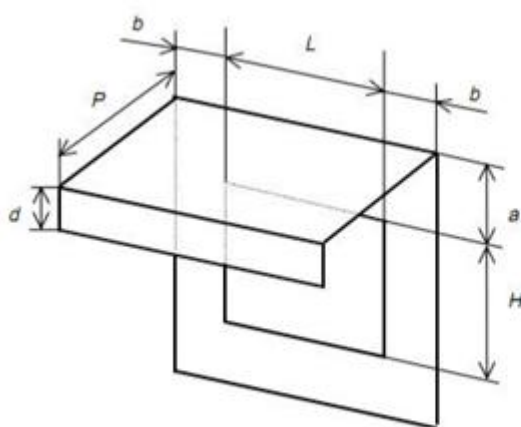
De LTA en de ZTA waarden zijn specificaties van de fabrikant die de lichttoetreding, respectievelijk de zontoetreding bepalen. Het percentage licht dat via het glas toetreedt in de ruimte heeft geen invloed op het thermisch gedrag van de bestraalde oppervlakten. De zontoetredingsfactor (ZTA) is de hoeveelheid zonnewarmte die door het glas wordt doorgelaten. Daarmee heeft de ZTA waarde wel invloed op het thermische gedrag van een ruimte.

De reflectie en de zontoetreding is in enige mate afhankelijk van de stand van de zon ten opzichte van het raam. Dit kan in Bink in kaart worden gebracht met de AOI factoren (Angle of Incidence). Het verschil ten opzicht van de constante waarde kan met de AOI factoren oplopen tot ongeveer 3%.

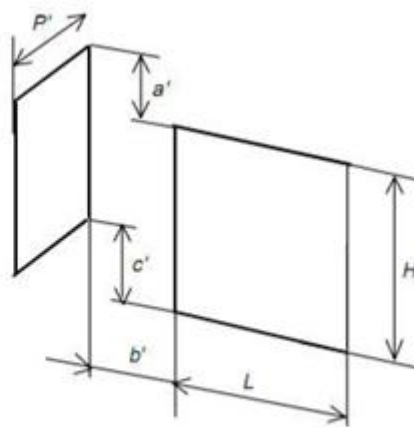
Beschaduwingselementen

Er zijn 3 typen beschaduwingselementen: beschaduwing door overhang, zijvin en een horizontale belemmering. De beschaduwing door overhang kan veroorzaakt worden door bijvoorbeeld een balkon aan de bovenzijde van het raam. Beschaduwing door een zijvin kan bijvoorbeeld veroorzaakt worden door een uitbouw of balkon naast het raam. In figuur 13.0 is aangegeven op welke wijze deze beschaduwingen dienen te gemodelleerd.

prEN ISO 13791:2004 (E)



Overhang, main dimensions



Side fin, main dimensions

Figuur 13.0: Beschaduwingselementen
(L) : Breedte element

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 69 of 86

(P) : Diepte overhang
(H) : Hoogte element
(a) : Afstand overhang tot element
(b) : Uitsteek overhang t.o.v. element
(d) : Hoogte verticaal randje
(a') : Hoogte boven element zijvin
(b') : Afstand tot element zijvin
(c') : Hoogte onder element zijvin
(P') : Diepte zijvin

Naast de overhang en de zijvinnen kan er ook beschaduwing plaats vinden door een object losstaand van het betreffende gebouw dat in de baan van de zoninstraling staat. Het kan hier bijvoorbeeld gaan om overstaand gebouw of woning.

Zonwering

Voor zonwering kan er in Bink aangegeven worden of het om binnenzonwering gaat of om buitenzonwering. De verschil tussen binnen- en buitenzonwering is dat de geabsorbeerde warmte van de zonwering bij binnenzonwering in de ruimte wordt geëmitteerd en bij buitenzonwering buiten wordt geëmitteerd. Het verschil kan worden bepaald door middel van de doorlaatfactor. Met deze factor kan de thermische doorlaat van de zonwering worden aangegeven. Deze waarde is op te vragen bij de fabrikant. Van de zonwering is de in te vullen convectiefactor bepalend voor de via de zonwering binnenkommende zonne-energie. De zonwering kan gestuurd worden op aanwezigheidsdetectie en een automatische regeling waarbij een bepaald bereik kan opgegeven worden voor de zonnepwarmte.

Vlakken

Bij de vlakken van het gebouw (wanden, vloeren, plafonds) kan aangegeven worden hoeveel zon er op een betreffend vlak schijnt. Deze hoeveelheid wordt aangegeven met het zondistributiepercentage. De hoeveelheid zoninstraling die op vlak 1 wordt ingestraald kan worden bepaald met de formule:

$$\phi_{w,instr,vlak1} = \phi_{w,zon} \cdot \frac{ZDP_1 \cdot A_1}{ZDP_1 \cdot A_1 + ZDP_2 \cdot A_2}$$

Waarin;

$\phi_{w,zon}$ = warmte zonnestraling [W]

ZDP = zondistributiepercentage [%]

De hoeveelheid zoninstraling die op vlak 2 wordt ingestraald kan worden bepaald met de formule:

$$\phi_{w,instr,vlak2} = \phi_{w,zon} \cdot \frac{ZDP_2 \cdot A_2}{ZDP_1 \cdot A_1 + ZDP_2 \cdot A_2}$$

De overige factoren die bij de specificaties van de vlakken kunnen worden ingevuld zijn:

- Interne convectieve warmteovergangscoefficiënt: bepalend voor de hoeveelheid warmteoverdracht door convectie aan het binnenoppervlak van de constructie.
- Externe convectieve warmteovergangscoefficiënt: bepalend voor de hoeveelheid warmteoverdracht door convectie aan het buitenoppervlak van de constructie.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	70 of 86

- Interne stralingswarmte overgangscoefficiënt: bepalend voor de hoeveelheid warmteoverdracht door straling via het binnenoppervlak van de constructie.
- Externe stralingswarmte overgangscoefficiënt: bepalend voor de hoeveelheid warmteoverdracht door straling via het buitenoppervlak van de constructie.

Ruimten

Naast de eigenschappen van de wandconstructies kan op ruimteniveau aangegeven worden of er door ventilatie onderlinge luchtstromen worden veroorzaakt. In het geval van een overstort kan er een debiet worden aangegeven dat van ruimte A naar ruimte B stroomt.

Bepaling interne warmtelast

De interne warmtelast kan voor personen, apparaten en verlichting ingevoerd worden. De voelbare warmte kan ingevoerd worden per m² of per persoon, apparaat of lichtgroep. Naast de voelbare warmte kan voor personen en eventueel ook voor apparaten de latente warmte worden ingevoerd.

Voor elke groep kan de fractie van de straling worden ingevoerd. In de bijlage 'referentiewoning' is beschreven wat de fractie van de straling per interne warmteproductie is.

Met behulp van dagpatronen gekoppeld aan een jaarkalender kan aangegeven worden op welk tijdstip hoeveel procent van de interne warmtelast aanwezig. De dagpatronen kunnen worden opgesteld voor alle groepen. (personen, verlichting en apparatuur)

Bepaling externe warmtelast

De externe warmtelast bestaat uit zoninstraling via gevel- en raamoppervlak. De totale straling ($G_{s;tot}$ in W/m²) op een niet-horizontaal vlak volgt uit:

$$G_{s;tot} = G_{s;b} + G_{s;d} + G_{s;r}$$

Waarin:

$$G_{s;b} = \text{directe zonnestraling (zie A.6.1)} \quad [W/m^2]$$

$$G_{s;d} = \text{diffuse straling (zie A.6.3)} \quad [W/m^2]$$

$$G_{s;r} = \text{stralings ten gevolge van grondreflectie (zie A.6.2)} \quad [W/m^2]$$

De directe en diffuse zonnestraling wordt gegenereerd vanuit een klimaatfile. De straling ten gevolge van grondreflectie wordt bepaald door middel van de formule:

$$G_{s;r} = \rho \cdot 0,5 \cdot (1 - \cos(\beta)) \cdot G_{s;g}$$

Waarin;

ρ =grondreflectiefactor

β =hellinghoek van het grondvlak (0° is horizontaal, 90° is verticaal)

$G_{s;g}$ =globale zoninstraling

De grondreflectiefactor is een parameter in Bink. De zoninstraling wordt bepaald aan de hand van NEN5060 – referentieklimaatgegevens.

Bepaling infiltratie

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	71 of 86

De infiltratie wordt bepaald aan de hand van een ingevoerd infiltratiedebiet. Dit infiltratiedebiet is dus constant. In de praktijk is de infiltratie afhankelijk van de luchtdoorlatendheid van de gevel, ruimtedruk, windrichting en windkracht. Het infiltratiedebiet wordt in de berekening van Bink automatisch afgerond op één-tiende.

Bepaling transmissie

Het energieverlies door middel van transmissie wordt bepaald aan de hand van de formule:

$$\dot{Q}_{w,tr} = \sum U \cdot A \cdot (T_e - T_i)$$

Waarin;

- U = warmtedoorgangscoefficiënt voor de betreffende wandconstructie
- A = oppervlakte voor de betreffende wandconstructie
- T_e = buitentemperatuur of binnentemperatuur aangrenzende ruimte
- T_i = gewenste binnentemperatuur

Bepaling ventilatieverliezen

De ventilatie verliezen worden bepaald aan de hand van de formule:

$$Q = \dot{Q}_v \cdot \rho_{lucht} \cdot c_{lucht} \cdot (T_e - T_i) \cdot (1 - WTW)$$

Waarin;

- $\dot{Q}_v$ = ventilatiedebiet
- ρ_{lucht} = luchtdichtheid
- c_{lucht} = soortelijke warmte van lucht
- T_e = buitentemperatuur
- T_i = temperatuur inblaaslucht
- WTW = rendement warmteterugwinning in het geval van balansventilatie

De benodigde energie voor de ventilator en een eventuele bevochtigingsectie worden niet meegenomen in Bink.

Installatiespecificaties

Voor de installatie kan aangegeven worden hoeveel vermogen er aan verwarming of koeling is geïnstalleerd. Er kan dus niet worden gespecificeerd of er vloerverwarming of radiatoren wordt toegepast en met welke temperatuurtrajecten er wordt gewerkt. De minimale en maximale gewenste ruimtetemperatuur kan net als bij interne warmte last worden ingesteld door middel van dagpatronen gekoppeld aan een jaarkalender. In hetzelfde dagpatroon kan een minimale en maximale relatieve vochtigheid worden aangegeven. Als er geen bevochtiging of ontvochtiging gewenst is kunnen deze minimale en maximale relatieve vochtigheid in gesteld worden op 0 t/m 100%. Per ruimte kan er een dagpatroon gekoppeld aan een jaarkalender worden gedefinieerd.

Voor de ventilatiesystemen kan gekozen worden uit balansventilatie, mechanische toe- en afvoer en

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	72 of 86

natuurlijke toe- en afvoer. In het geval dat er mechanische ventilatie is geïnstalleerd (toe- en afvoer of beide) kan er gekozen worden uit een variabel debiet of een constant debiet. De capaciteit van de verwarmingsbatterij [kW], koelbatterij [kW] en de bevochtigingsectie [kg/kg] kunnen worden ingevoerd. Daarnaast kunnen de rendementen voor koude- en warmteterugwinning worden ingevuld. Recirculatie kan toegestaan worden, maar niet gespecificeerd in een percentage of een debiet.

Voor de ventilatieregeling kan door middel van dagpatronen gekoppeld aan een jaarkalender worden bepaald wat het bereik van de condities van de inblaaslucht is. De condities kunnen worden ingesteld op basis van een minimaal en maximaal luchtbediet, een inblaastemperatuur en een minimale en maximale relatieve luchtvochtigheid. In de dagpatroon kan ook ingesteld worden hoeveel verwarming- koel- en bevochtigingscapaciteit er per ruimte wordt toegepast. Bij het selecteren van het ventilatiesysteem zijn deze capaciteiten al ingesteld, maar door ze aan het dagpatroon toe te voegen kan er gecontroleerd worden of dit voldoende capaciteit is om gewenste ruimtecondities te behalen. Om de werkelijke benodigde capaciteit te bepalen, dient het vermogen bij het ventilatiesysteem op oneindig groot te worden ingesteld. Bink bepaald dan wat er benodigd is.

Naast het reguliere ventilatieregeling kan de luchtbehandeling ingeschakeld worden. Deze optie wordt in Bink benoemd als nachtventilatie. Deze vorm van ventilatie zal alleen plaats vinden als het dagpatroon van de ventilatieregeling aangeeft dat er niet geventileerd moet worden. Met de temperatuurgrenzen kan aangegeven worden wanneer de nachtventilatie aan- of uitgeschakeld moet worden. Zo kan bij een te lage buitentemperatuur de nachtventilatie worden uitgeschakeld in verband met condens.

Naast de ventilatie volgens de ventilatieregeling kan er extra ventilatie worden toegepast door te openen ramen. Er kan door middel van temperatuurtrajecten en windsnelheden aangegeven worden wanneer de ramen geopend en gesloten moeten worden. Voor extra ventilatie wordt een temperatuur- en windgevoeligheidsfactor gevraagd. Door de windgevoeligheidsfactor gelijk te stellen aan 0 wordt de luchtsnelheid voor binnen en buiten ook onafhankelijk gemaakt voor te openen ramen. Op dezelfde wijze kan de temperatuurgevoeligheidsfactor onafhankelijk worden gemaakt.

Bij de specificaties van de installatie op ruimteniveau moet een verwarmingsvermogen, koelvermogen en een ventilatiedebiet worden geselecteerd. Als hier niks wordt ingevuld zal het vermogen en de beschikbare hoeveelheid lucht over de ruimten worden verdeeld. Het verwarmingsvermogen, koelvermogen en ventilatiedebiet zal de optelsom moeten zijn van de totaal geïnstalleerde capaciteit.

Rekenopties

Bij het berekenen van de ruimtetemperaturen heeft de temperatuur van ruimte A invloed op de temperatuur van ruimte B. Als de temperatuur van ruimte A eerst bepaald wordt, kan de invloed van de ruimtetemperatuur van ruimte B nog niet meegenomen worden omdat deze temperatuur nog onbekend is. Nadat de temperatuur van ruimte A bepaald is, kan de invloed van temperatuur A op ruimte B worden meegenomen in de berekening van ruimte B. Nu ruimtetemperatuur B bekend is kan de invloed van temperatuur B op ruimte A worden meegenomen in de berekening van ruimte A. Dat resulteert dan in een andere ruimtetemperatuur voor A alsmede voor B. Met het aantal

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 73 of 86

iteratieslagen (herhalingsslagen) kan het aantal berekeningen van de ruimtetemperaturen worden bepaald. Een hoger aantal iteratieslagen geeft daarmee een nauwkeurigere berekening, maar de simulatietijd wordt langer.

Onder de instelling van de rekenopties van thermische simulatie moet het aantal knooppunten per laag ingevoerd worden. Dit refereert naar de knooppunten uit de eindige differentiemethode. Een hoger aantal knooppunten per laag geeft een nauwkeurigere berekening. Door het aantal knooppunten per laag te verhogen wordt de simulatietijd langer.

De emissiecoëfficiënt geeft aan hoeveel overtollige energie door de wanden wordt geëmitteerd. Deze coëfficiënt is materiaalafhankelijk. Bij materiaaleigenschappen kan de emissiecoëfficiënt per materiaaltype worden gespecificeerd. De emissiecoëfficiënt die bij rekenopties kan worden ingevuld is bedoeld om snel iets in te kunnen vullen zonder dat het per materiaaltype hoeft te worden gespecificeerd.

De operatieve temperatuur komt voort uit stralingstemperatuur en luchttemperatuur. De factor operatieve temperatuur is de verhouding tussen de stralingstemperatuur en de luchttemperatuur. Normaliter moet deze factor gelijk zijn aan een 0,5. In de onderstaande tabel staat de formule voor het bepalen van de operatieve temperatuur met behulp van de factor.

$$\theta_o = a \cdot \theta_l + (1 - a) \cdot \theta_r$$

Waarin;

θ_l =luchttemperatuur [°C]

θ_r =stralingstemperatuur [°C]

a=factor operatieve temperatuur

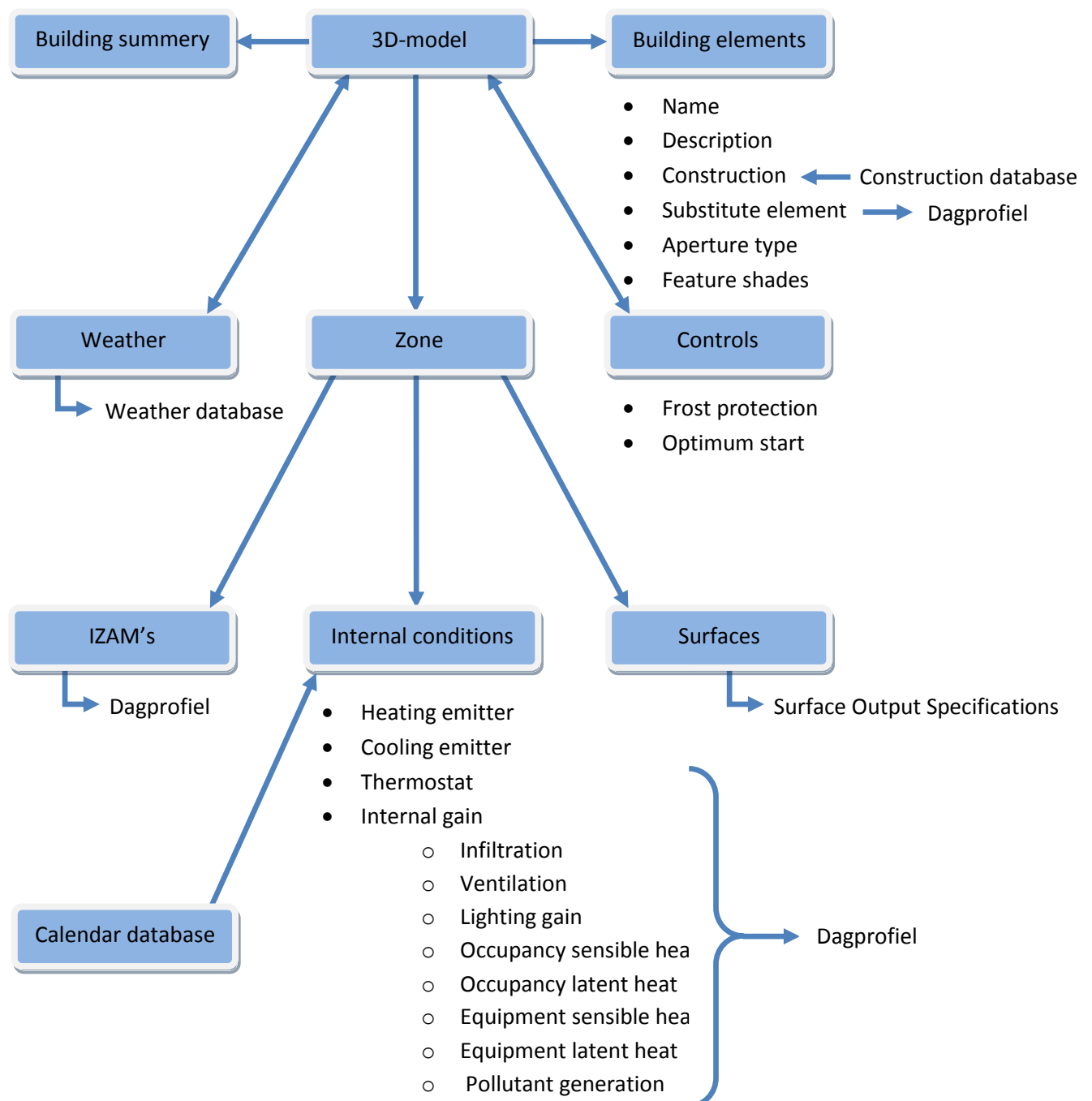
Relatieve luchtsnelheid v_{ar} [m/s]	a [-]
<0.2	0.5
0.2-0.6	0.6
0.6-1.0	0.7

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 74 of 86

Bijlage: Beschrijving TAS

De Duitse softwareproducent EDSL heeft het simulatiepakket TAS ontwikkeld. Ter verduidelijking van de indeling en structuur van het simulatiepakket is er een schematische weergave van het programma opgesteld. De onderdelen en benodigde parameters worden daarna toegelicht. In het schema wordt meerdere keren verwezen naar een 'dagprofiel'. In het TAS simulatiepakket kunnen er onder het tabblad 'schedules' dagprofielen aangemaakt worden. Met behulp van deze dagprofielen kan aangegeven worden voor welke uren op een dag een bepaald gegeven meegenomen moet worden in de simulatie.



Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	75 of 86

Building summery

De eigenschappen van het 3D-model dat in de simulatieomgeving wordt geïmporteerd worden in het onderdeel 'building summery' weergegeven. De getoonde gebouweigenschappen zijn:

- Number of zones: het aantal zones.
- Number of building elements: het aantal gebouwelementen (vlakken).
- Number of apertures: het aantal openingen (ramen).
- Building height: gebouwhoogte.

Naast de getoonde gebouweigenschappen kunnen de volgende eigenschappen worden ingevoerd:

- Building description: gebouwbeschrijving.
- Number of preconditioning days: het aantal dagen voorconditionering voorafgaand aan de start van de berekening.
- Ground solar reflectance: grondreflectiefactor.
- External pollutant: Externe verontreinigde stofconcentratie
- Building height adjustment factor: Met behulp van deze parameter kan er met een andere gebouwhoogte gerekend worden in de winddrukberekening. De gebouwhoogte wordt in de berekening vermenigvuldigd met deze factor.
- Mean height of surroundings: Gemiddelde hoogte van de gebouwde omgeving.
- Terrain type: omgevingstype.

Building elements

Voor elk gebouwelement kan de naam, beschrijving, constructie, vervangingselement, raamtype en beschaduwning worden toegevoegd. De constructietypen kunnen in het programma worden ingeladen van uit een constructiedatabase. Het raamtype wordt, evenals de beschaduwning, uit het 3D-model uitgelezen.

Ramen kunnen in de simulatie geopend worden door middel van 'aperture types'. Hierbij kunnen er een aantal limieten worden aangegeven, waarbij de ramen worden geopend. De limieten die invloed hebben op het openen van de ramen zijn:

- Bovenlimiet zone temperatuur: bij de geïngesteld temperatuur of een hogere temperatuur zal het raam volledig geopend zijn.
- Benedenlimiet zone temperatuur: het raam begint te openen.
- Maximale windsnelheid (optioneel)
- Bovenlimiet buitentemperatuur (optioneel): bij deze buitentemperatuur mogen de ramen volledig zijn geopend.
- Benedenlimiet buitentemperatuur (optioneel): minimale buitentemperatuur waarbij de ramen geopend mogen worden.
- Maximale zonetemperatuur (optioneel), bij een hogere zonetemperatuur zal het raam sluiten ten behoeve van de mechanische ventilatie.
- Benedenlimiet stofconcentratie (optioneel): het raam begint te openen bij een overschrijding van de ingestelde waarde.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	76 of 86

- Bovenlimiet stofconcentratie (optioneel): het raam is volledig geopend bij een overschrijding van de ingestelde waarde.

Er kan ook aangegeven worden hoever het raam geopend moet worden als aan de bovenstaande voorwaarden/limieten wordt voldaan.

Met de optie 'sheltered' (beschut) kan worden aangegeven of het raam beschut is of onbeschut. Daarmee zou de ingestelde windlimiet worden genegeerd.

Door middel van de optie 'substitute elements' kan op bepaalde tijdstippen een gebouwelement vervangen worden door een andere element. De meest toegepaste vorm is hierbij een raam zonder zonwering op een bepaald moment vervangen door een raam met zonwering. De substitutie vindt plaats volgens de 'schedules'.

De constructies die aan de gebouwelementen moeten worden toegekend kunnen uit een database worden ingelezen. In het simulatiepakket zijn geen Nederlandse constructietypen opgenomen. Deze zullen handmatig moeten worden toegevoegd. In de bibliotheek moeten de volgende materiaaleigenschappen worden gespecificeerd:

- Solar absorptance (external/internal): zonabsorptiefactor
- Emissivity (external/internal): emissiefactor
- Conductance: geleidbaarheid
- Time constant: tijdconstante
- Width: dikte materiaal laag
- Convection coefficient: convectie coëfficiënt
- Vapour diffusion factor: dampdiffusie weerstand
- Density: dichtheid
- Specific heat: soortelijke warmte
- U- or R-value (internal/external)
- Surface resistance: oppervlakteweerstand (internal/external)
- Additional heat transfer
- F-factor

Er kan per constructietype een interstitiële condensatie analyse worden uitgevoerd.

Voor transparante constructietypen moeten naast een deel van de bovengenoemde eigenschappen ook de volgende glaseigenschappen worden gespecificeerd:

- Solar transmittance: ZTA-waarde
- Light transmittance: LTA-waarde
- External blind: Buitenzonwering
- Internal blind: Binnenzonwering
- Reflectance: zon reflectiefactor
- Direct transmittance
- Direct reflectance
- Direct absorptance
- Total transmittance (G Value)

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 77 of 86

- Short wavelength
- Long wavelength

Weather

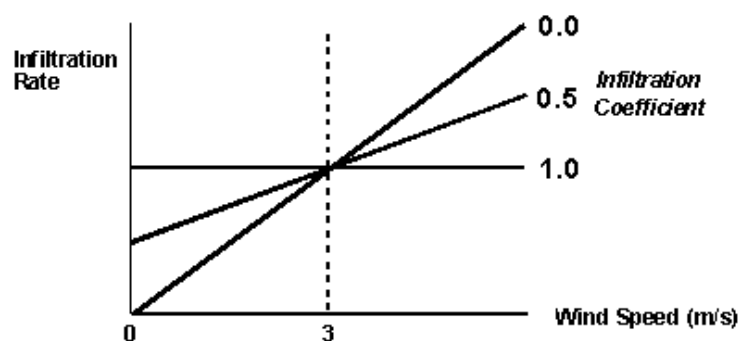
Tijdens de simulatie van het gebouw wordt er gerekend met dynamische klimaatgegevens. Voor het Nederlandse klimaat kunnen er klimaatgegevens worden ingeladen vanuit de weatherdatabase.

Controls

Door het onderdeel 'controls' kan de regeling van de installatie tijdens de simulatie worden gestuurd. Tevens kan worden aangegeven in welke mate het infiltratiedebiet afhankelijk is van de windsnelheid.

Infiltration coëfficiënt

Met behulp van deze parameter kan het infiltratiedebiet afhankelijk worden gemaakt van de windsnelheid. In de onderstaande figuur is te zien op welke wijze de infiltratie afhankelijk kan worden gemaakt van de windsnelheid.



Door de infiltratie coëfficiënt in de stellen op 1.0 wordt het infiltratiedebiet gefixeerd en is de infiltratie onafhankelijk van de windsnelheid. Bij een infiltratie coëfficiënt die gelijk is aan 0, zal de infiltratie 0 zijn als de windsnelheid 0 m/s is. Hoe lager de coëfficiënt wordt ingesteld, hoe afhankelijker de infiltratie van de windsnelheid wordt. De hoeveelheid infiltratie die optreedt bij een windsnelheid van 0 m/s kan worden toegeschreven aan de verschillen in luchtdichtheid en relatieve vochtigheid tussen de binnen- en de buitenlucht.

Master control zone

Het behulp van deze parameter kunnen de slavezones afhankelijk worden gemaakt van de instellingen op het gebied van 'internal conditions' van een masterzone. Een zone kan master gemaakt worden door het zonenummer in het veld in te vullen. De slavezones zullen gedwongen worden om hetzelfde percentage van de geïnstalleerde capaciteit te benutten als de masterzone. De functie kan worden gebruikt om de invloed van de locaties van de thermostaten in verschillende zones op het binnenklimaat en het energieverbruik te bestuderen. Als de zones onafhankelijk gebruik kunnen maken van de geïnstalleerde capaciteit moet er in het veld een 0 worden ingevuld.

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	78 of 86

FP/OS (internal frost protection/ optimum start) control zone

Door middel van deze parameter kan er een zone aangewezen worden die de werking van de interne vorst bescherming en optimale start beheerst. Als er een 0 in het veld wordt ingevuld zal er geen interne vorst bescherming en optimale start worden toegepast. Als de master control zone en de FP/OS control zone beide worden toegewezen, moet er worden gezorgd dat ze beide worden ingesteld op dezelfde zone. De vorstbescherming en optimale start zullen in het onderstaande tekstgedeelte worden toegelicht.

Internal frost protection

De installatie kan bij afwezigheid en de nachtverlaging op 2 verschillende manieren worden geregeld. De eerste optie is de interne vorst bescherming. Door middel van deze regeling kan worden gegarandeerd dat de temperatuur van het systeemwater van de installatie niet onder een bepaalde temperatuur daalt. De antivorst-regeling kan door middel van de volgende parameters worden ingesteld:

Internal frost protection temperature

Door middel van deze parameter kan de temperatuur van het medium in de installatie boven een bepaalde temperatuur gehouden worden.

Internal frost protection load factor

Bij afwezigheid en in de nachtverlaging zal de interne antivorst-regeling (indien gekozen) worden ingeschakeld. De load factor geeft het percentage van de geïnstalleerde capaciteit aan, dat hierbij mag worden ingezet. Als bijvoorbeeld 25% van de geïnstalleerde capaciteit mag worden toegepast, dan moet de load factor worden ingesteld op 0,25.

External frost protection temperature

De installatie zal ingeschakeld worden op het moment dat de buitentemperatuur onder de waarde van deze parameter daalt.

External frost protection load factor

Als de buitentemperatuur onder de 'external frost protection temperature' daalt, dan kan door middel van deze parameter worden aangegeven hoeveel geïnstalleerde capaciteit van de installatie er moet worden ingezet. Indien de 'external frost protection temperature' gelijk wordt gesteld aan 0, dan zal er alleen 'internal frost protection' worden toegepast.

Opmerking – In het geval dat de installatie in bedrijf is worden de instelling voor de antivorst-regeling genegeerd.

Waarschuwing - Externe bescherming tegen vorst kan niet worden opgegeven als de verwarmingscapaciteit door TAS wordt gedimensioneerd.

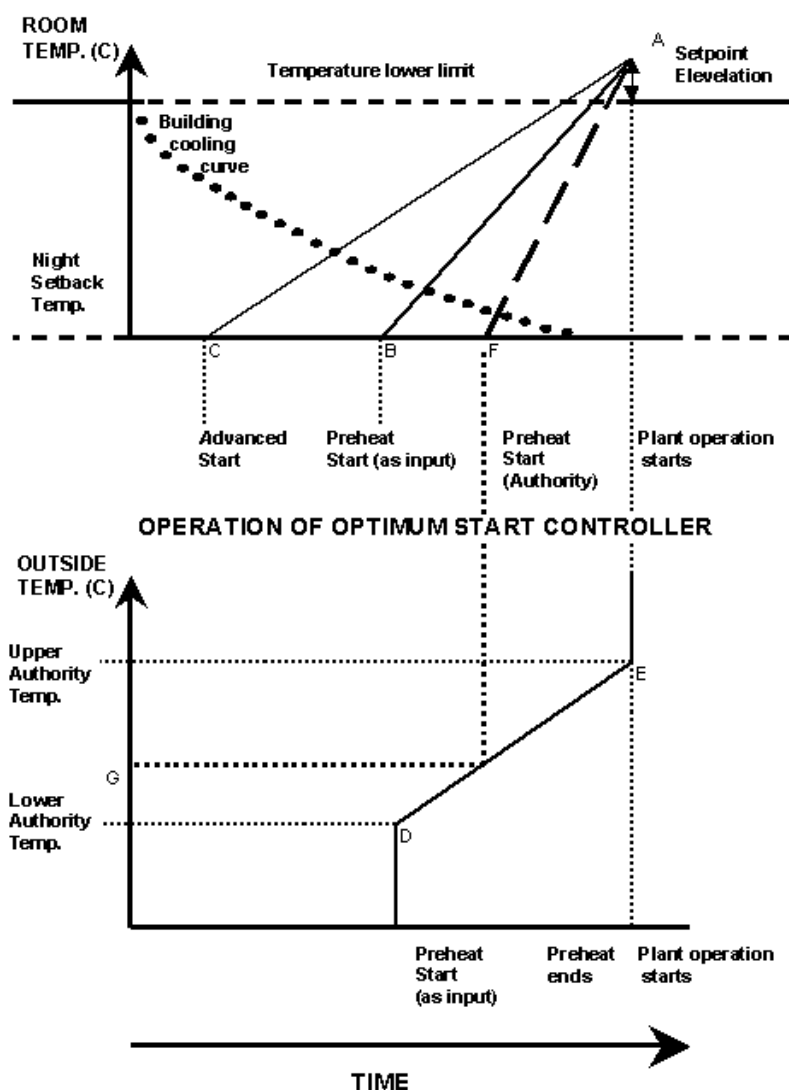
Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werkuigbouwkunde
Pagina: 79 of 86

Optimum start

De optimale start is net als de antivorst-regeling (internal frost protection) een installatieregeling voor het geval dat de installatie buiten bedrijf is. Door middel van de optimale startregeling wordt het gebouw verwarmd voor de installatie in bedrijf wordt gesteld. In het programma kan de regeling door middel van een aantal setpoints worden ingesteld.

De optimale startregeling wordt genegeerd als de load factor gelijk is aan 0. Als de waarde van de 'optimum start load factor' groter is dan 0, dan veranderen de internal- en external frost protection velden in 'night setback' en 'external authority' velden. De optimale startregeling is grafisch weergegeven in figuur 14.0 In de bovenste grafiek is de ruimtetemperatuur uitgezet tegen de tijd. In de onderstaande grafiek is de buitentemperatuur uitgezet tegen de tijd.



Figuur 14.0: Optimum start

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	80 of 86

De punten B en C representeren de start van de voorverwarming. Voorafgaand aan de voorverwarming wordt de ruimtetemperatuur van de control zone boven de 'night setback temperature' gehouden. Het punt A wordt bepaald door de minimale gewenste ruimtetemperatuur en het tijdstip waarop de ruimte op temperatuur moet zijn.

Als de lijn AB of AC wordt gesneden door de koelcurve wordt de installatie geactiveerd. Hoe milder het weer, hoe langzamer het gebouw zal afkoelen en hoe later de onderbreking zal plaats vinden. Als de installatie een tijd buiten bedrijf is zal de ruimtetemperatuur gelijk aan de 'night setback temperature' gehouden worden. Deze temperatuur zal aangehouden worden voor de voorverwarming zal plaats vinden.

De volgende parameters moeten ten behoeve van de optimale startregeling worden ingesteld:

Preheat start

In punt B begint voorverwarmingsperiode op alle betreffende dagen, behalve voor de dagen na 'end break'. (zie 'advanced start')

Advanced start

Na een 'end break' start de voorverwarming eerder. Door middel van het 'advanced start' veld kan aangegeven worden op welk tijdstip de voorverwarming moet beginnen na een 'end break day'.

Setpoint elevation

De installatie zal in de voorverwarmingsperiode de ruimte opwarmen tot de minimale ruimte temperatuur (temperature lower limit), verhoogd met de 'setpoint elevation'. Indien het veld van de setpoint niet wordt ingevuld, dan zal de minimale ruimte temperatuur (temperature lower limit) worden aangehouden. Het verhogen van de minimale ruimtetemperatuur is een middel om te zorgen dat de stralingstemperatuur voldoende hoog is bij het begin van de bezetting. Dit wordt veelvuldig toegepast omdat de stralingstemperatuur achterloopt op de luchttemperatuur.

Optimum start load factor

Door middel van de capaciteitsfractie (load factor) kan worden bepaald hoeveel verwarmingscapaciteit kan worden ingezet om de ruimte voor te verwarmen. Tijdens het voorverwarmen kan een hogere warmteafgifte beschikbaar zijn dan bij normale verwarming. Als bijvoorbeeld de optimum start load factor gelijk is aan 1, dan zal de normale verwarmingscapaciteit beschikbaar zijn. Als een extra capaciteit van 25% gewenst is, dan moet de load factor worden ingesteld op 1,25.

External Authority

Door middel van deze parameter kan het programma de buitentemperatuur invloed laten hebben op de optimale startregeling. Als de parameter gelijk is aan 0, dan zullen de punten B en C constant blijven, onafhankelijk van de buitentemperatuur. Als in het veld van de 'external authority' een 1 ingevuld wordt, dan zullen punt B en C verplaatsen naar de lijn 'preheat ends' zolang de

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	81 of 86

buitentemperatuur stijgt. Als de buitentemperatuur de maximale temperatuur overschrijdt dan bevinden punt B en C zich beide op de lijn 'preheat ends'. In de meeste gevallen zal de 'external authority' een hogere waarde moeten hebben dan een 0 en lagere waarde dan een 1. Over het algemeen heeft de buitenklimaat meer invloed op lichtgewicht-gebouwen. Daardoor zullen lichtgewicht-gebouwen een hogere 'external authority' moeten hebben, en gebouwen met zware constructies en een hoge thermische massa een lagere 'external authority'. In figuur 14.0 is de 'external authority' gelijk gesteld aan 1.

Night setback Temperature

De nachtverlaging wordt geregeld door middel van een sensor in de protection/optimum start control zone. De regeling van de nachtverlaging zal de luchttemperatuur van de ruimte boven de nachtverlagingstemperatuur houden in de perioden dat er geen bezetting is geregistreerd.

Night Setback Load Factor

Door middel van de load factor kan aangegeven worden hoeveel verwarmingsvermogen er van de geïnstalleerde capaciteit benut mag worden ten behoeve van de nachtverlaging.

Lower authority temperature and upper authority temperature

De invloed van de buitentemperatuur op de voorverwarming kan door de authority temperature limits worden bepaald. Als de 'external authority' gelijk is gesteld aan 0 zullen deze limieten geen effect hebben op de voorverwarming. Als de buitentemperatuur kleiner of gelijk is aan de 'lower authority temperature' dan blijft de voorverwarming ongewijzigd. Als de buitentemperatuur groter of gelijk is aan de 'upper authority temperature' dan zal de voorverwarming een uur voor de bezetting starten. De lijn DE in figuur 14.0 is een grafische weergave van de invloed van de buitentemperatuur op de start van de voorverwarming. Zo zal bij een buitentemperatuur in punt G de voorverwarming starten in punt F.

Waarschuwing – De dynamische simulatie kan niet worden uitgevoerd als de optimale startregeling is ingesteld en de het maximale verwarmingsvermogen in de simulatie moet worden gedimensioneerd.

Opmerking – Een ontwerpdagsimulatie kan uitgevoerd worden als de optimale startregeling is ingesteld en het maximale verwarmingsvermogen moet worden gedimensioneerd.

Zone

In het 3D-model zijn verschillende zones aan het gebouw toegekend. Voor elke zone kunnen de convectiecoëfficiënt, daglichtfactor, verwarming- en koelcapaciteit aangegeven worden.

Daylight factor

De daglichtfactor moet op 0 worden ingesteld, tenzij er een daglichtanalyse uit een ander programma wordt geïmporteerd.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: *Erwin Vuik*
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 82 of 86

Zone maximum load

Het geïnstalleerde verwarming- en koelvermogen kan worden gespecificeerd of gedimensioneerd. In het geval dat de capaciteiten worden gedimensioneerd, dan worden de ingevulde waarden bij 'zone maximum load' genegeerd.

Naast de beschreven parameters zijn er drie onderdelen die aan een zone gekoppeld worden: IZAM's (internal air movement zone), surfaces en internal conditions.

Internal air movement zone

In het gebouw kunnen luchtverplaatsingen door middel van IZAM's worden gesimuleerd. De luchtverplaatsing vindt plaats door een constant debiet. De luchtuitwisseling kan plaats vinden tussen verschillende zones en met de buitenlucht (overstort).

Surfaces

De specificaties van de vlakken van de betreffende zone worden in dit onderdeel in een lijst weergegeven.

Internal conditions

Per zone kan een profiel met 'internal conditions' worden toegekend. Daarnaast kan per profiel een koppeling gemaakt worden met een bepaald dagtype (schedules).

Include solar in MRT (mean radiant temperature)

Er kan ook aangegeven worden of de diffuse zonnestraling invloed moet hebben op hoe de gemiddelde stralingstemperatuur wordt ervaren. Door de bijdrage van de diffuse zonnestraling mee te nemen in de bepaling van de gemiddelde stralingstemperatuur wordt de meest betrouwbare uitkomst verwacht, maar je hebt de mogelijkheid dit uit te sluiten uit de berekening.

De interne condities van een ruimte kunnen verder worden gespecificeerd op basis van de parameters onder de vier tabbladen:

- Internal gain
- Heating emitter
- Cooling emitter
- Thermostat

Internal gain

De interne warmtelast wordt door middel van de volgende parameters bepaald:

- Infiltration: Infiltratie [ach (air changes per hour)]
- Ventilation: Ventilatie [ach]
- Lighting gain: Warmteproductie t.g.v. licht [W/m^2]

Project:	Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'	Afstudeerder:	Erwin Vuik
Titel:	Eindrapport versie 1.0	Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Datum:	01-06-2012	Pagina:	83 of 86

- Occupancy sensible gain: Persoon voelbare warmte [W/m^2]
- Occupancy latent gain: Persoon latente warmte [W/m^2]
- Equipment sensible gain: Apparatuur voelbare warmte [W/m^2]
- Equipment latent gain: Apparatuur latente warmte [W/m^2]
- Metabolic rate: Metabolisme [W/p]
- DHW: domestic hot water consumption [l/d/m^2]
- Outside air [l/s/p]
- Target room illuminance: kamer verlichtingssterkte [lx]
- Pollutant generation: Verontreinigde stofontwikkeling [g/hr/m^2]

De operationele temperatuur wordt in TAS bepaald door middel van de 'radiant proportion' en de 'view coefficient'. De 'radiant proportion' is een verhoudingsgetal dat aangeeft hoeveel warmte er geëmitteerd wordt door straling. De stralingsfractie die als parameter in TAS moet worden ingevoerd kan uit de onderstaande tabel worden uitgelezen voor licht, personen en apparatuur.

RADIANT PROPORTIONS		
Emitter Category	Emitter Type	Radiant Proportion
Heating	Warm Air Heaters, Air Conditioning	0.00
	Convector	
	Natural	0.10
	Radiator Type	0.10
	Radiators	
	Multi-Column	0.20
	Double and Treble	0.30
	Double Column	0.30
	Single Column	0.50
	Floor Warming Systems	0.50
	Block Storage Heaters	0.15
	Panel Heaters	
Cooling	Wall	0.67
	Ceiling	0.67
	High Temperature Radiant Systems	0.90
Cooling	Air Conditioning	0.00
	Panel Coolers	
	Wall	0.58
	Ceiling	0.58
Chilled beams		0.15
Lights	Tungsten	0.80
	Fluorescent	0.48
Occupants		0.20
Equipment		0.10

Naast de 'radiant proportion' bepaald de 'view coefficient' de stralingsverhouding. Deze parameter wordt gebruikt om de gemiddelde stralingstemperatuur te berekenen. Het geeft de mate waarin de straling van een warmtebron bijdraagt aan de comfortperceptie van de aanwezigen. De onderstaande tabel geeft voor elk type warmtebron een geschikte correctiefactor op het gebied van verlichting, personen en apparatuur.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberekeningen'
 Titel: Eindrapport versie 1.0
 Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
 Opleiding: Werktuigbouwkunde
 Pagina: 84 of 86

VIEW COEFFICIENTS							
Emitter Category	Emitter Type	Formula	Typical values (a= b= 5m,				
			F_s	F_g	F_{np}	F_{ns}	View Coefft.
Heating	Warm Air Heaters, Air Radiators, Storage Heaters	6.4-3	1.000	0.500	1.000	-	N/A
	Wall Panel Heaters	6.4-3	1.000	1.000	1.000	-	0.248*
	Ceiling Panel Heaters	6.4-1	1.000	1.000	1.000	-	0.496
	High Temperature Radiant Systems	6.4-2	1.000	1.000	1.000	-	0.519
	Radiant Systems	6.4-2	0.816	1.000	-	-	0.816
	Floor Warming Systems	6.4-1	0.816	1.000	-	-	0.816
Cooling	Air Conditioning	-	-	-	-	-	0.260
	Wall Panel Coolers	6.4-3	1.000	1.000	1.000	-	N/A
	Ceiling Panel Coolers, Chilled Beams	6.4-1	1.000	1.000	1.000	-	0.496
Lights	Tungsten Ceiling lighting	6.4-1	1.000	1.000	1.000	-	0.519*
	Task lighting	6.4-4	0.980	0.500	-	1.000	0.496
	Fluorescent Ceiling lighting	6.4-1	0.980	0.500	-	1.000	0.519*
	Task lighting	6.4-4	0.943	1.000	1.000	-	0.496
		6.4-4	0.943	0.500	-	1.000	0.490*
		6.4-4	0.943	0.500	-	1.000	0.175
Occupants		6.4-4	1.000	0.500	-	1.218 ⁽¹⁾	0.227*
Equipment	Equipment distributed over	6.4-4	1.000	1.000	-	1.000	0.372*
	Equipment distributed perimeter of room	6.4-3	1.000	1.000	0.250 ⁽²⁾	-	0.124

Heating emitter

Voor elk profiel bij 'internal conditions' kan onder het tabblad 'heating emitter' het warmteafgiftesysteem worden beschreven. Het geïnstalleerde vermogen is al bij zones gedefinieerd of berekend. Van het warmteafgiftesysteem kan net als bij de interne warmtelast de 'radiant proportion' en de 'view coefficient' worden ingevuld. Onder de buitentemperatuur staan twee velden waarmee aangegeven worden bij welke buitentemperatuur het maximale verwarmingsvermogen mag worden benut of de verwarming moet worden uitgeschakeld.

Verder is er ook nog een checkbox 'capacity compensation'. Door middel van de 'heating factor' kan aangegeven worden hoeveel verwarming kan worden benut van de maximale capaciteit die bij de zones is gedefinieerd.

Cooling emitter

Onder het tabblad cooling emitter moet het koelsysteem worden beschreven. Dit kan op dezelfde wijze worden gedaan als bij het tabblad 'heating emitter'.

Project: Softwarevalidatie 'dynamische gebouwberoeeningen'
Titel: Eindrapport versie 1.0
Datum: 01-06-2012

Afstudeerder: Erwin Vuik
Opleiding: Werktuigbouwkunde
Pagina: 85 of 86

Thermostat

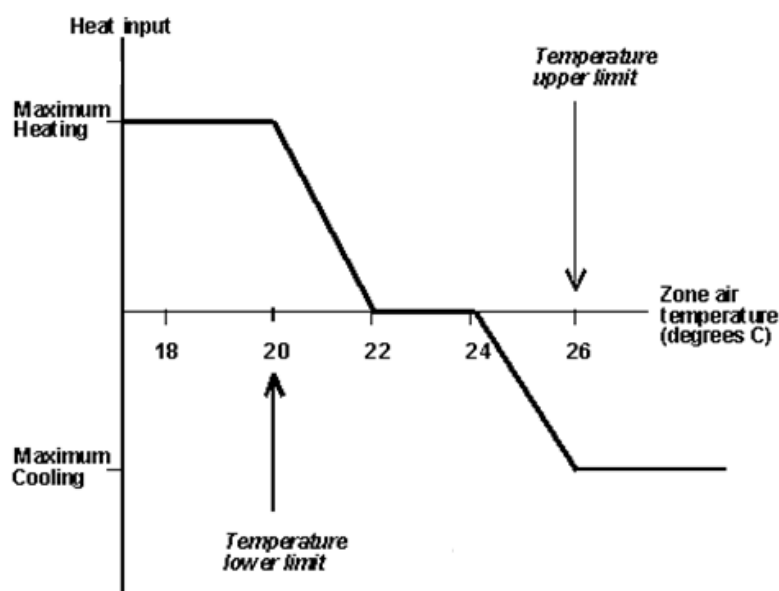
Voor de thermostaatinstellingen kunnen met behulp van limieten worden aangegeven welke temperaturen acceptabel zijn. De limieten die moeten worden ingevuld zijn:

- Upper limit: Maximale temperatuur (koeling) [°C]
- Lower limit: Minimale temperatuur (verwarming) [°C]
- Humidity upper limit: Maximale relatieve vochtigheid [%]
- Humidity lower limit: Minimale relatieve vochtigheid [%]

Door middel van de 'proportional control' kan aangegeven worden tussen welke temperaturen het koel- of verwarmingssysteem al moet beginnen te koelen of verwarmen. De marge die mag worden gehanteerd kan in het veld 'control range' worden aangegeven. Het onderstaande voorbeeld is grafisch uitgewerkt in figuur 15.0.

Voorbeeldinstellingen:

- Minimale temperatuur: 20°C
- Maximale temperatuur: 26°C
- Control range: 2°C



Figuur 15.0: proportional control limit

Waarschuwing: Als 'maximum heating & cooling' is ingesteld op 'size', dan werkt de 'control range' niet, omdat dan het verwarming- en koelvermogen gedimensioneerd wordt.