

Koppelen aan gebouwsimulatie

Productiviteit en ziekteverzuim

De ISSO/REHVA handleiding 901 "Binnenmilieu en productiviteit in kantoren" laat zien, dat binnenluchttemperatuur, ventilatiehoeveelheid en binnenluchtkwaliteit een duidelijke invloed hebben op de productiviteit en het ziekteverzuim van de medewerkers. De verhoogde opbrengst is in veel gevallen groot ten opzichte van de extra investeringen in de installatie, de verhoging van de energiekosten. Met deze handleiding wil men gebouw eigenaren en beheerders hier meer op attent maken.

- door ir. A.J.Th.M. Wijsman, V. Kok* en ir. W. Plokker**

De ISSO/REHVA-handleiding 901 geeft aan, dat er behoefte is aan modellen en gereedschap waarmee economische effecten van gezondheid en productiviteit kunnen worden geïntegreerd in de bouw-, energie- en onderhoudskosten bij een kosten-baten berekening

De handleiding biedt modellen en methoden, die eind 2005 beschikbaar waren. Wetenschappelijke data betreffende objectief gemeten prestaties kan als basis gebruikt worden.

De samenstellers van de handleiding hebben de verwachting dat de voorgestelde berekeningen een standaardprocedure gaan worden bij een gebouwontwerp.

Publicaties van Stoelinga [2] en 't Hooft/Roelofsens [3] laten al het één en ander zien.

Vabi Software BV is hiermee ook aan de slag gegaan. Uit het gebouwsimulatieprogramma VA114 wordt data weggeschreven naar file. In een nabewerkingsprogramma worden deze gegevens gebruikt om aan de hand van de gemeten verbanden uit de ISSO/REHVA-handleiding 901 meer

te zeggen over hun effect op de productiviteit en op het ziekteverzuim.

De resultaten worden overzichtelijk gepresenteerd in tabellen, maar ook via de visualisatiemodule van VA114.

Als voorbeeld is een korte rekenstudie uitgevoerd. Dit ter demonstratie van de mogelijkheden van deze uitbreiding.

Tijdens de implementatie van deze uitbreiding kwamen nog wat vraagjes naar boven. Deze worden besproken.

Tijdens het IBPSA-NVL 2008 Event, dat gehouden is op 9 oktober 2008, is een en ander gedemonstreerd

GEBOUWSIMULATIE EN PRODUCTIVITEIT

Uit het gebouwsimulatieprogramma VA114 wordt ieder uur data weggeschreven naar aparte datafiles. In een nabewerkingsprogramma worden deze gegevens gebruikt om aan de hand van de gemeten verbanden uit de ISSO/REHVA-handleiding 901 hun effect op de productiviteit en op het ziekteverzuim te bepalen.

Ir. A.J.Th.M. Wijsman



V. Kok

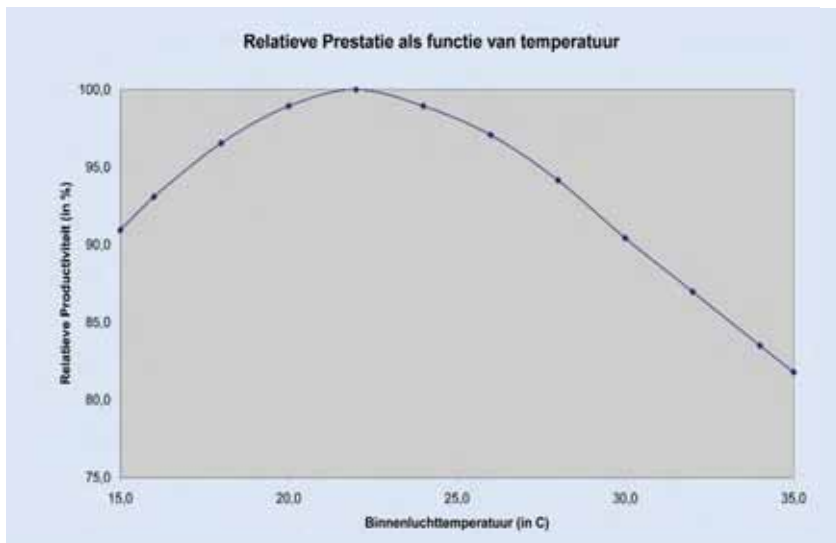


Ir. W. Plokker



De uurlijkse data, die uit VA114 wordt weggeschreven, zijn o.a. de binnenluchttemperatuur, de ventilatiehoeveelheid, de benodigde verwar-

* Vabi Software BV, Delft, Nederland



Prestatie versus binnenluchttemperatuur.

- FIGUUR 1 -

ming en koeling, de benodigde ventilatorenergie, de benodigde pomp-energie, e.a.

Het nabewerkingsprogramma maakt gebruik van de gemeten verbanden uit de ISSO/REHVA-handleiding 901:

- kort ziekteverzuim versus ventilatiehoeveelheid;
- prestatie versus ventilatiehoeveelheid;
- prestatie versus luchtkwaliteit;
- prestatie versus binnenluchttemperatuur (zie figuur 1).

De ieder uur berekende productiviteit is hierbij gedefinieerd als het verlies in productiviteit ten opzichte van de 'ideale' situatie:

- binnenluchttemperatuur 22 °C;
- ventilatiehoeveelheid 'oneindig';
- binnenluchtkwaliteit 0 % ontevreden.

Dit is dus het referentiepunt.

Door iedere situatie te beoordelen ten opzichte van deze 'ideale' situatie (dit referentiepunt) is direct zichtbaar wat maximaal nog haalbaar is. Ook is hiermee vergelijking tussen meerdere situaties mogelijk: situatie A geeft 3,1 % productieverlies en situatie B 1,5 %, waardoor in situatie B een winst te behalen is van 1,6% ten opzichte van situatie A.

De productiviteit wordt uurlijks en per ruimte berekend omdat binnenluchttemperatuur en ventilatiehoeveelheid (bv. bij VAV-systeem) uurlijks en per ruimte kunnen verschillen. Ook het

aantal personen per ruimte kan verschillen. Berekening gebeurt alleen tijdens de gebruiksuren (de opgegeven teluren).

Deze informatie per ruimte geeft tevens aan welke ruimte(n) het hoogste verlies in productiviteit geven.

De gebouwgemiddelde productiviteit wordt berekend aan de hand van de productiviteit per ruimte en het aantal personen per ruimte.

Het verlies in productiviteit per 'oorzaak' (binnenluchttemperatuur, ventilatiehoeveelheid, luchtkwaliteit) wordt apart gehouden. Reden hiervan is dat deze oorzaken elkaar in enigermate beïnvloeden. De ISSO/REHVA-handleiding geeft hier spelregels voor, die zo op het laatste moment kunnen worden toegepast. Ook wordt door het apart houden van de effecten van deze oorzaken inzicht verkregen welke oorzaken het belangrijkste zijn/de grootste invloed hebben.

SPELREGELS ISSO/REHVA-HANDLEIDING

Het verlies in productiviteit per factor (binnenluchttemperatuur, ventilatiehoeveelheid, luchtkwaliteit) kan niet los worden gezien van de andere oorzaken. Bv., een hogere ventilatiehoeveelheid, geeft een betere luchtkwaliteit en heeft invloed op de binnenluchttemperatuur.

In de gebruikte relaties, die uit praktijkgegevens zijn afgeleid, zijn deze

oorzaken niet gescheiden/waren niet te scheiden.

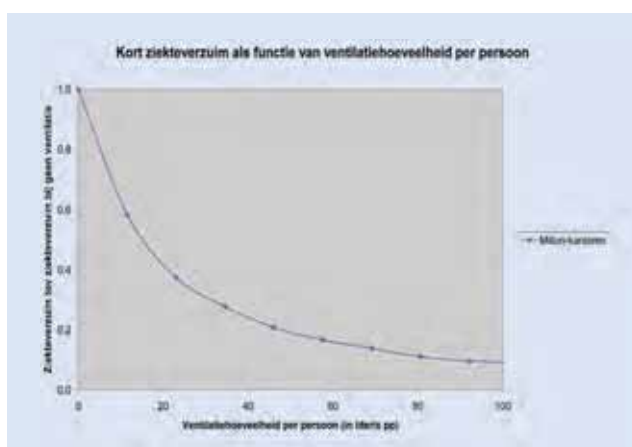
Hoe dan te handelen?

De ISSO/REHVA-handleiding geeft hier spelregels voor. De belangrijkste spelregels zijn:

- Kort ZiekteVerzuim is alleen van toepassing in situaties waar overdracht van infecties mogelijk is; i.e. in de situatie van een kantoorruimte of in de situatie met aanzienlijke recirculatie van lucht.
- Alleen als er luchtkwaliteit (% Ontevreden) is waargenomen kan er iets over het effect van extra ventilatie worden gezegd. Zo niet dan is het effect 0,0 %
- Verhoging van de ventilatiehoeveelheid geeft productieverhoging volgens de relatie tussen productiviteit en ventilatiehoeveelheid, maar ook volgens de relatie tussen productiviteit en luchtkwaliteit. In deze situatie wordt de maximale waarde van deze twee genomen en wordt de ander vervolgens 0,0 % gesteld.
- Verhoging van de ventilatiehoeveelheid geeft productieverhoging volgens de relatie tussen productiviteit en ventilatiehoeveelheid, maar eventueel ook volgens de relatie tussen productiviteit en binnenluchttemperatuur. De waarheid ligt ergens tussen de maximale waarde van deze twee en de som van deze twee effecten.

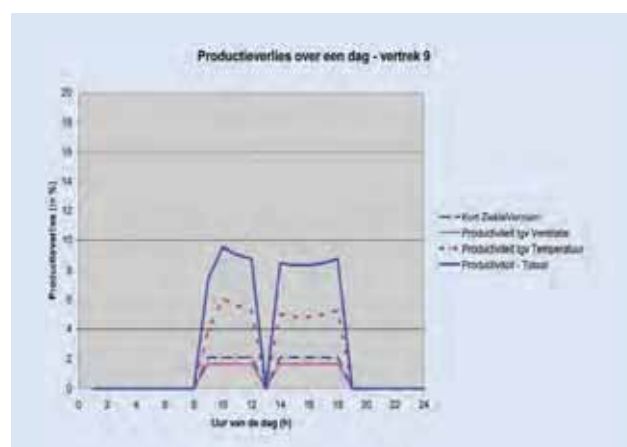
Over hoe de luchtkwaliteit (afname van het percentage Ontevreden) verbetert door verhoging van de ventilatiehoeveelheid wordt niets gezegd. Bij verdubbeling van de ventilatiehoeveelheid neemt globaal de concentratie aan 'schadelijke' stoffen met de helft af (bron in de ruimte); vooralsnog is aangenomen, dat in deze situatie ook het percentage Ontevreden met de helft afneemt. Kortom: omgekeerd evenredig met de ventilatiehoeveelheid.

De afname van Kort ZiekteVerzuim als functie van de ventilatiehoeveelheid is een van de gegeven relaties; het is gegeven ten opzichte van het Kort ZiekteVerzuim bij een ventilatiehoeveelheid van 0 l/s per persoon (zie figuur 2). Dit Kort Ziekteverzuim bij ventilatiehoeveelheid 0 l/s p.p. is echter niet bekend en wordt daarom als invoergegeven gevraagd (2 %, 4 %, 5 %?).



Kort ZiekteVerzuim als functie van de ventilatiehoeveelheid.

- FIGUUR 2 -



Verloop van het verlies aan Productiviteit op een mooie dag.

- FIGUUR 3 -

Opmerking:

De term Kort ZiekteVerzuim is nu een aantal keren gevallen. Wij verstaan hieronder het ZiekteVerzuim (kort - veelal enkele dagen tot een week) door via de lucht overgedragen infecties. Dus niet het totaal ZiekteVerzuim, maar een deel daarvan. Welk deel is ons niet bekend, maar daar zullen wellicht kentallen voor beschikbaar zijn.

- vreden;
- het soort kantoorwerk;
- e.a.

De bezettingsgraad is van belang, omdat er bij lagere bezetting de beschikbare luchthoeveelheid per persoon toeneemt en 'niet aanwezig' (werk buiten de deur) betekent ook dat het geen invloed kan hebben op de productiviteit.

Het effect van ventilatie op het Kort ZiekteVerzuim kan alleen worden gebruikt wanneer personen in dezelfde ruimte werken en in dezelfde lucht, of in een gebouw met aanzienlijke recirculatie van lucht. Is dit niet het geval dan wordt als percentage 0,0 % ingevoerd.

Is over de luchtkwaliteit niets bekend dan wordt daar als percentage Ontevreden 0,0 ingevuld; effect wordt niet beschouwd.

Bij het kantoorwerk worden twee typen onderscheiden: algemeen kantoorwerk (typewerk, optellen, proeflezen) of alleen typewerk.

Uitvoergegevens

Uurlijks komen per factor/oorzaak het verlies aan productiviteit beschikbaar; deze data kan worden gebruikt om de productiviteit grafisch weer te geven.

Figuur 3 laat het verloop op een mooie dag (26 augustus 1964) zien. Zoals is te zien wordt het effect alleen tijdens de gebruiksuren/teluren beschouwd.

Voor iedere ruimte komt op jaarbasis het verlies aan Productiviteit ten opzichte van de ideale situatie beschikbaar (zie tabel 1). Het Kort ZiekteVerzuim en het verlies aan Productiviteit is per vertrek verschillend, omdat de ventilatiehoeveelheid per persoon verschilt. In Ruimte 5, de gang, is er vanzelfsprekend geen verlies.

INPUT EN OUTPUT VAN HET NABEWERKINGSPROGRAMMA

Invoergegevens

De volgende invoergegevens zijn benodigd:

- het aantal ruimten;
- het aantal personen per ruimte bij 100 % bezetting;
- de bezettingsgraad;
- het Kort ZiekteVerzuim bij een ventilatiehoeveelheid van 0 l/s per persoon;
- de luchtkwaliteit in percentage Onte-

| Ruimte | Aantal personen | Kort ziekte verzuim in % | T.g.v. ventilatie in % | T.g.v. Luchtkwaliteit in % | T.g.v. binnenluchttemperatuur in % |
|--------|-----------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1 | 2 | 2,08 | 1,64 | 0,00 | 1,29 |
| 2 | 1 | 1,68 | 1,16 | 0,00 | 1,30 |
| 3 | 1 | 1,68 | 1,16 | 0,00 | 1,30 |
| 4 | 2 | 2,08 | 1,64 | 0,00 | 1,33 |
| 5 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 2 | 2,08 | 1,64 | 0,00 | 1,39 |
| 7 | 1 | 1,68 | 1,16 | 0,00 | 1,49 |
| 8 | 1 | 1,68 | 1,16 | 0,00 | 1,49 |
| 9 | 2 | 2,08 | 1,64 | 0,00 | 1,43 |
| Totaal | 12 | 1,94 | 1,48 | 0,00 | 1,37 |

Verlies aan Productiviteit op jaarbasis per factor en per ruimte.

- TABEL 1 -

VERBETERING BINNENMILIEU - INVLOED OP ENERGIEGEBRUIK EN PRODUCTIE

| Case: | Nieuwe situatie <=====> oude situatie | |
|-------|---------------------------------------|------------|
| | - m.b.t. ventilatiehoeveelheid | verdubbeld |
| | - m.b.t. temperatuurregeling | - |
| | - m.b.t. waargenomen luchtkwaliteit | - |
| | - m.b.t. | - |

Personeelsinformatie

| | |
|-------------------|----------|
| Aantal werknemers | 12 |
| Bezettingsgraad | 100 % |
| Gemiddeld uurloon | 30 €/uur |

Werkbare uren

| | | | | | |
|--|-----------------|-----|-----|-----|-----------|
| Bruto | 52 weken | x40 | uur | ==> | 2.080 uur |
| Vakantie | 8 % van de tijd | | | | 166 uur |
| Lang ziekteverzuim | 2 % van de tijd | | | | 42 uur |
| Netto kort ziekteverzuim ¹⁾ | 5 % van de tijd | | | | 1.872 uur |

| | ATG31 | ATG32 | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------|----------------------------|---|-------------|------------------|----|-----|----------------------------|
| | Oude situatie | Nieuwe situatie | Nieuw-Oud | | Prijs €/kWh | Toename kosten € | | | Toename kosten p.p. |
| Energiegebruik | kWh | kWh | Hoger E-gebruik kWh | | | | | | |
| Warmtelevering | 10.803 | 17.213 | 6.410 | x | 0,072 | 462 | | | |
| Koudelevering | 1.485 | 545 | - 940 | x | 0,081 | 76 - | | | |
| Elektragebruik - Ventilatoren ²⁾ | 3.569 | 6.895 | 3.326 | x | 0,181 | 602 | | | |
| Elektragebruik - pompen ²⁾ | 458 | 514 | 56 | x | 0,181 | 10 | | | |
| | | | | | | 998 | | ==> | 83 €/pp |
| Productieverlies ³⁾ | % | % | Hogere productie % | | | | | | Productiewinst p.p. |
| Kort ziekteverzuim bij werkelijke situatie ⁴⁾ | 1,94 | 1,07 | 0,87 | | | | | | |
| Productieverlies bij werkelijke situatie ⁵⁾ | 1,48 | 0,50 | 0,98 | | | | | | |
| Productieverlies waargenomen Luchtkwaliteit ⁵⁾ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | | |
| Productieverlies bij werkelijke temperatuur | 1,37 | 1,27 | 0,10 | | | | | | |
| | Totaal ⁶⁾ | Minimaal | 1,85 % | x | 1.872 uur | x | 30 | ==> | 1.039 €/pp |
| | | Maximaal | 1,95 % | | | | | | |

Voetnoot

- ¹ Bij ventilatiehoeveelheid van 0,0 l/s per persoon
- ² Va 114 heeft als output de dissipatie van ventilatoren en pompen, delen door het rendement (van gemiddeld 0,65) levert het elektragebruik
- ³ Productieverlies tov ideaal (ventilatie oneindig, waardoor geen kort ziekteverzuim en geen productieverlies; temperatuur op 22 °C, luchtkwaliteit 0 % Ontevreden)
- ⁴ Kort Ziekteverzuim alleen van toepassing in situatie van kantoorruimte of in situatie met aanzienlijke recirculatie van lucht
- ⁵ Het maximale productieverlies van deze twee wordt beschouwd. De andere is dan 0,0
- ⁶ Minimaal PV-Kort ZiekteVerzuim + PV-luchtkwaliteit + Maximum (PV-ventilatie, PV-temperatuur)
Maximaal: PV-Kort ZiekteVerzuim + PV-luchtkwaliteit + PV-ventilatie + PV-temperatuur

Vergelijking van twee situaties

- TABEL 2 -

VERBETERING BINNENMILIEU - INVLOED OP ENERGIEGEBRUIK EN PRODUCTIE

| Case: | Nieuwe situatie <=====> oude situatie | ATG31- referentie | ATG31-gk | ATG32 | ATG32-gk |
|-------|---|----------------------|----------------|-----------------------|----------------|
| | m.b.t. ventilatie- hoeveelheid | - normaal | - normaal | - verdubbeling | - verdubbeling |
| | m.b.t. temperatuur- regeling | - koeling aanwezig | - geen koeling | - koeling aanwezig | - geen koeling |
| | m.b.t. waargenomen luchtkwaliteit | - | | | |
| | m.b.t. | - | | | |

Personeelsinformatie

| | |
|-------------------|----------|
| Aantal werknemers | 12 |
| Bezettingsgraad | 100 % |
| Gemiddeld uurloon | 30 €/uur |

Werkbare uren

| | | | | | |
|--|-----------------|---|--------|-----|-----------|
| Bruto | 52 weken | x | 40 uur | ==> | 2.080 uur |
| Vakantie | 8 % van de tijd | | | | 166 uur |
| Lang ziekteverzuim | 2 % van de tijd | | | | 42 uur |
| Netto kort ziekteverzuim ¹⁾ | 5 % van de tijd | | | | 1.872 uur |

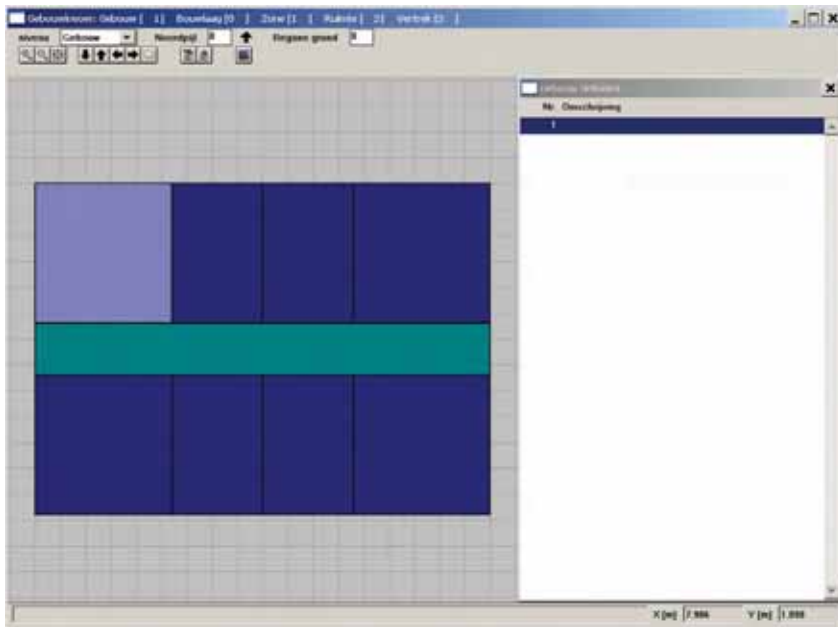
| Energiegebruik | ATG31-referentie | | ATG31-gk | | ATG32 | | ATG32-gk | | Energie- prijs |
|---|--------------------|---|--------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|-------|-------------------|
| | Hoger E-gebruik | | Hoger E-gebruik | | Hoger E-gebruik | | Hoger E-gebruik | | |
| | kWh | € | kWh | € | kWh | € | kWh | € | €/kWh |
| Warmtelevering | 0 | 0 | - 9 | - 1 | 6.410 | 462 | 6.407 | 461 | 0,072 |
| Koudelevering | 0 | 0 | - 1.485 | - 120 | - 940 | - 76 | - 1.485 | - 120 | 0,081 |
| Elektragebruik - Ventilatoren ²⁾ | 0 | 0 | 65 | 12 | 3.326 | 602 | 3.376 | 611 | 0,181 |
| Elektragebruik - pompen ²⁾ | 0 | 0 | - 174 | - 31 | 56 | 10 | - 106 | - 19 | 0,181 |
| | Totaal | 0 | Totaal | - 141 | Totaal | 998 | Totaal | 933 | |
| | p.p. | 0 | p.p. | - 12 | p.p. | 83 | p.p. | 78 | |
| Productieverlies ³⁾ | Hogere productie | | Hogere productie | | Hogere productie | | Hogere productie | | |
| | % | € | % | € | % | € | % | € | |
| Kort ziekteverzuim bij werkelijke situatie ⁴⁾ | 0,00 | | 0,00 | | 0,87 | | 0,87 | | |
| Productieverlies bij werkelijke situatie ⁵⁾ | 0,00 | | 0,00 | | 0,98 | | 0,98 | | |
| Productieverlies waargen. Luchtkwaliteit ⁵⁾ | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | |
| Productieverlies bij werkelijke temperatuur | 0,00 | | - 0,70 | | 0,10 | | - 0,08 | | |
| Totaal ⁶⁾ Minimaal | 0,00 | | 0,10 | | 1,85 | | 1,85 | | |
| Maximaal | 0,00 | | - 0,70 | | 1,95 | | 1,77 | | |
| | €/p.p. | 0 | €/p.p. | - 383 | €/p.p. | 1.039 | €/p.p. | 994 | |

Voetnoot

- ¹ Bij ventilatiehoeveelheid van 0,0 l/s per persoon
- ² Va 114 heeft als output de dissipatie van ventilatoren en pompen, delen door het rendement (van gemiddeld 0,65) levert het elektragebruik
- ³ Productieverlies tov ideaal (ventilatie oneindig, waardoor geen kort ziekteverzuim en geen productieverlies; temperatuur op 22 °C, luchtkwaliteit 0 % Ontevreden)
- ⁴ Kort Ziekteverzuim alleen van toepassing in situatie van kantoortuin of in situatie met aanzienlijke recirculatie van lucht
- ⁵ Het maximale productieverlies van deze twee wordt beschouwd. De andere is dan 0,0
- ⁶ Minimaal PV-Kort ZiekteVerzuim + PV-luchtkwaliteit + Maximum (PV-ventilatie, PV-temperatuur)
Maximaal: PV-Kort ZiekteVerzuim + PV-luchtkwaliteit + PV-ventilatie + PV-temperatuur

Berekende invloed op Productiviteit en Energiegebruik

- TABEL 3 -



Voorbeeldgebouw, dat is gebruikt bij de rekenstudie

- FIGUUR 4 -

Vergelijking van twee situaties wordt weergegeven in tabel 2. Naast het verlies in Productiviteit ten opzichte van de ideale situatie wordt ook het energiegebruik voor verwarmen, koelen, ventilatoren en pompen weergegeven. Beide ook uitgedrukt in geld.

Uit deze tabel is af te lezen, dat door van de verdubbeling van de ventilatiehoeveelheid: de warmtelevering toeneemt, de koudelevering afneemt, het elektraverbruik van de ventilatoren toeneemt en ook het elektraverbruik van de pompen iets toeneemt. Uitgedrukt in geld komt dit neer op € 83 per persoon hogere energiekosten.

Uit deze tabel is ook af te lezen, dat door de verdubbeling van de ventilatiehoeveelheid, het Kort Ziekteverzuim afneemt, het productieverlies afneemt. Uitgedrukt in geld komt dit neer op € 1.039 per persoon lager productieverlies.

Kortom: de maatregel lijkt duidelijk de moeite waard!!

Verdere economische beschouwing (met o.a. investeringskosten) zal uitsluitend moeten geven.

RESULTATEN KORTE REKENSTUDIE

Als voorbeeld is een korte rekenstudie uitgevoerd naar de invloed van een

tweetal aspecten:

- ventilatiehoeveelheid
- lokale koeling

In deze studie is de ventilatiehoeveelheid verdubbeld en is de lokale koeling al dan niet aanwezig.

De volgende varianten zijn hierbij gedefinieerd:

- ATG31: normale ventilatiehoeveelheid en aanwezigheid van lokale koeling;
- ATG31-gk: normale ventilatiehoeveelheid en afwezigheid van lokale koeling;
- ATG32 : dubbele ventilatiehoeveelheid en aanwezigheid van lokale koeling;
- ATG32-gk : dubbele ventilatiehoeveelheid en afwezigheid van lokale koeling.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor het onderstaande voorbeeldgebouw, bestaande uit acht kantoorruimten, die verbonden zijn via een gang. De hoekruimten bieden plaats aan twee medewerkers, de tussenliggende ruimten aan één medewerker.

Er wordt ingeblazen met buitenlucht, lokaal is er per ruimte verwarming en (al dan niet) koeling. De lokale units worden geregeld op comforttemperatuur en wel op de 82 % ATG-lijn (zie [4]).

In de referentiecasi ATG31 zijn de lokale vermogens voldoende hoog, waardoor bijna alle uren het comfort binnen de gewenste lijnen ligt (Zie figuur 5.1). Bij de overige cases zijn de vermogens hetzelfde gehouden. Duidelijk is te zien, dat bij dubbele ventilatiehoeveelheid het lokale verwarmingsvermogen dan onvoldoende is (zie figuur 5.2); bij geen koeling worden in de zomer de temperaturen te hoog (zie figuur 5.1-gk), al is dat bij dubbele ventilatiehoeveelheid al wat minder (zie figuur 5.2-gk).

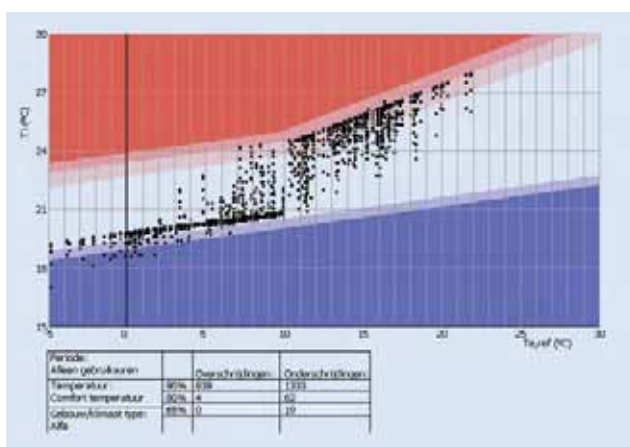
De invloed op Productiviteit en Energiegebruik voor genoemde varianten is in tabel 3 gegeven. De invloed op het Energiegebruik is steeds klein ten opzichte van de invloed op de Productiviteit.

GEWENSTE NADERE INFORMATIE

De ISSO/REHVA-handleiding 901 "Binnenmilieu en productiviteit in kantoren" geeft veel informatie. Op een aantal punten is deze handleiding wat onduidelijk/vraagt om nader informatie, indien je dit wilt implementeren in een gebouwsimulatieprogramma.

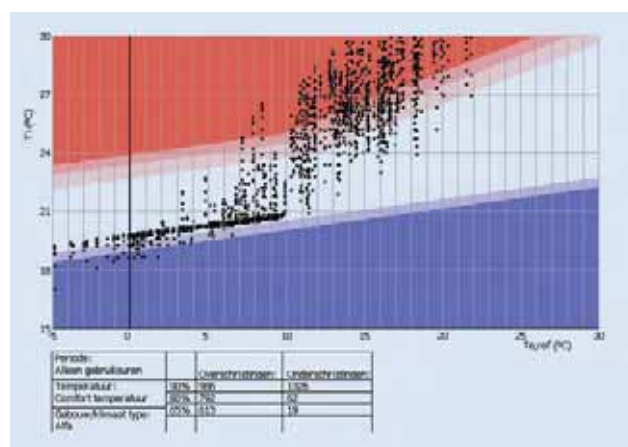
Punten zoals:

- De handleiding zegt niets over een referentie, een 0-niveau. Door onszelf is nu een 'ideale' situatie gedefinieerd, waarbij de Productiviteit maximaal is:
 - binnenluchttemperatuur 22 °C;
 - ventilatiehoeveelheid 'oneindig';
 - binnenluchtkwaliteit 0 % Ontevredenen.
- Het verlies in Productiviteit ten opzichte van deze 'ideale' situatie (het referentiepunt) wordt steeds berekend.
- In de handleiding worden de termen ZiekteVerzuim en Kort ZiekteVerzuim door elkaar gebruikt. Een definitie van wat wordt verstaan onder Kort ZiekteVerzuim wordt niet gegeven. Tussen de regels doorlezend zijn wij tot de slotsom gekomen, dat dit het ziekteverzuim (kort)- veelal enkele dagen tot een week is door via de lucht overgedragen infecties. In ieder geval niet het totaal ZiekteVerzuim, maar een deel (50 %?) daarvan.
- De invloed van de ventilatiehoeveel-



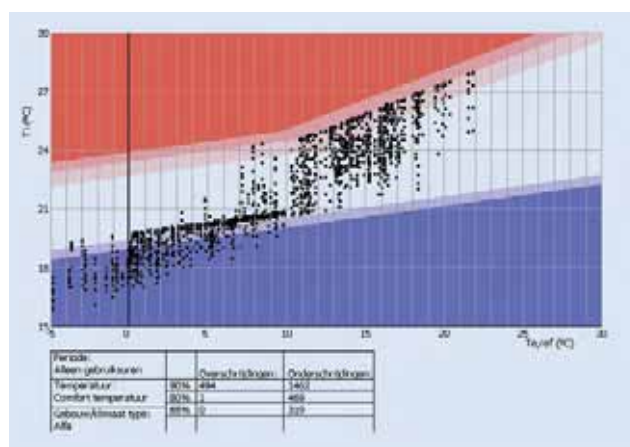
Case ATG31 – Normale ventilatiehoeveelheid; lokale koeling aanwezig.

- FIGUUR 5.1 -



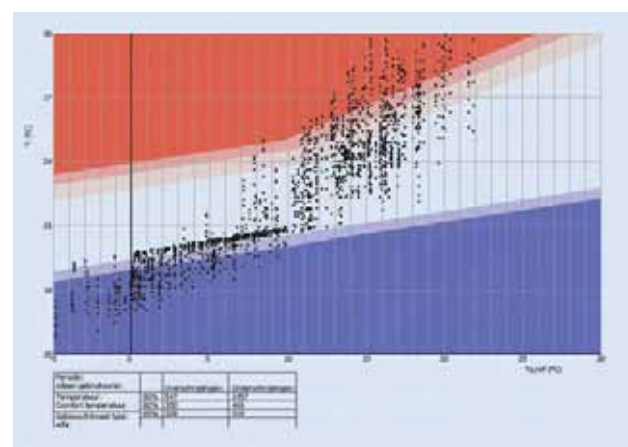
Case ATG31 – Normale ventilatiehoeveelheid; lokale koeling afwezig.

- FIGUUR 5.1-GK -



Case ATG32 – Dubbele ventilatiehoeveelheid; lokale koeling aanwezig.

- FIGUUR 5.2 -



Case ATG32 – Dubbele ventilatiehoeveelheid; lokale koeling afwezig.

- FIGUUR 5.2-GK -

¹ ATG staat hierbij voor Adaptieve Temperatuur Grenswaarde. De ATG-grafiek is een inzichtelijk plaatje om het comfort in een gebouw op een eenvoudige wijze te beoordelen en te communiceren.

De ATG-grafiek (zie bijvoorbeeld figuur 5.1) geeft voor alle uren van de beschouwde periode de comforttemperatuur (T_i) weer als functie van een referentie buitenluchttemperatuur ($T_{e,ref}$). Deze referentie buitenluchttemperatuur is een weging van daggemiddelde temperaturen ($(T_{minimum} + T_{maximum}) / 2$) van de betreffende dag en van de drie dagen ervoor (de geschiedenis van het weer zit hierin dus verdisconteerd).

In de ATG-grafiek zijn lijnen opgenomen, die overeenkomen met een %Tevreden bij betreffende omstandigheden: aan de onderzijde (in kleuren blauw) mensen die het net niet te koud vinden en aan de bovenzijde (in kleuren rood) mensen, die het net niet te warm vinden. De weergegeven lijnen betreffen (van buiten naar binnen gaande) respectievelijk 65%, 80% en 90% tevreden. Het aantal uren, dat zo'n lijn wordt overschreden, wordt bepaald en is een maat voor het overall comfort.

Deze ATG-grafiek laat onder anderen zien, dat bij hogere buitentemperaturen binnen ook hogere temperaturen toegestaan/gewenst zijn.

heid op het Kort ZiekteVerzuim (KZV) is gegeven ten opzichte van het KZV bij een ventilatiehoeveelheid van 0 l/s per persoon. Het KZV bij een ventilatiehoeveelheid van 0 l/s p.p. dient hierbij als invoergegeven beschikbaar te zijn.

- Het productieverlies is symmetrisch rond een binnenluchttemperatuur

van 22 °C. Is dit daadwerkelijk de luchttemperatuur of kunnen we hier niet beter de comforttemperatuur nemen?!

- De ventilatiehoeveelheid heeft invloed op de binnenluchttemperatuur, maar (vaak) ook op de binnenluchttemperatuur (afhankelijke van de installatie). De gegeven relatie tus-

sen productiviteit en ventilatiehoeveelheid is een mix van beide zaken. Ideaal zou zijn als beide zaken gescheiden zouden zijn.

- De relatie productiviteit en luchtkwaliteit wordt gebruikt als de waargenomen binnenluchtkwaliteit bekend is (het percentage Ontevreden bij de beginsituatie is een gegeven/inputwaarde). Is deze niet bekend dan kan hier niets over gezegd worden.
- Op welke wijze de luchtkwaliteit (afname van het percentage Ontevreden) verbetert door verhoging van de ventilatiehoeveelheid wordt niets gezegd. Bij verdubbeling van de ventilatiehoeveelheid neemt globaal de concentratie aan 'schadelijke' stoffen met de helft af (ingeval van vervuilingbron in de ruimte). De vraag is: neemt in deze situatie ook het percentage Ontevreden met de helft af? Kortom: is het percentage Ontevreden ook omgekeerd evenredig met de ventilatiehoeveelheid?

- Alle gemeten relaties zijn op gebouwniveau afgeleid. Over toepassing op ruimteniveau wordt niets gezegd. Aangenomen is dat dit toegestaan is. Het aantal personen per ruimte is een invoergegeven
- E.a.


De ISSO/REHVA-handleiding neemt naast Productiviteit en Energiegebruik ook de Extra Investering mee. Dit om een goede afstemming van het Binnenmilieu (gebouw en installatie) op de gebruikers mogelijk te maken. Dit is in het nabewerkingsprogramma van VA114 nog niet gedaan.

RESUME

In dit artikel is ingegaan op een uitbreiding van het gebouwsimulatieprogramma VA114, waarmee de invloed van Binnenmilieu op de Productiviteit en het Energiegebruik kan worden berekend.

In deze uitbreiding is gebruik gemaakt van informatie uit de ISSO/REHVA-handleiding 901 "Binnenmilieu en productiviteit in kantoren". In het

artikel wordt aangegeven op welke aspecten de ISSO/REHVA-handleiding nog wat vrijheden voor de implementatie overlaat.

Dit artikel demonstreert de mogelijkheden van deze uitbreiding. Het had niet als doel om richtlijnen af te leiden/te geven. 

LITERATUUR

1. ISSO/Rehva handleiding 901: *'Binnen milieu en productiviteit in kantoren'*, September 2007.
2. Stoelinga, P.A.L., *'De waarde van comfort'*, Artikel in TVVL Magazine, Nr.5, Mei 2007.
3. Hooft, E.N. 't en C.P.G. Roelofsen, *'Gezonde investeringen in klimaatinstallaties'*, Artikel in TVVL Magazine, Nr.5, Mei 2007.
4. Wijsman, A.J.Th.M., V. Kok, W. Plokker, *'Glijdend setpoint aan de hand van e ATG-Methodiek'*, Presentatie tijdens het IBPSA-NVL 2008 Event.

REINIGEN, RECONDITIONEREN EN CONSERVEREN VAN KLIMAATTECHNISCHE INSTALLATIES



PROGREEN®

- ✓ Duurzaam elastisch
- ✓ Wering vuilaangroei
- ✓ Goed geleidend
- ✓ Alu-membraam
- ✓ Titaandioxide
- ✓ Zeer goede hechting en bescherming
- ✓ Watergedragen
- ✓ GROEN!

Kijk voor meer informatie op: WWW.CONPRO.NL

Bunsenstraat 90 | 3316 GC Dordrecht | T 078 - 621 38 51