



**Berekenen van de druk-volumestroom verdeling
binnen een bouwwerk
VVmod versie 4.2**

Mei 2003.

ir. R.A.P. van Herpen
Adviesburo Nieman B.V.
Postbus 40147
8004 DC ZWOLLE
T. 038 – 467 00 30
F. 038 – 467 00 40
Info@zwolle.nieman.nl



Inhoudsopgave

Hoofdstuk	Titel
1.	Inleiding
2.	Fysisch model
2.1.	Winddruk- en temperatuureffecten
2.2.	Luchtstroomweerstand
3.	Mathematisch model
4.	Computerprogramma
4.1.	Algemeen
4.2.	Menustructuur
4.3.	Helpfunctie
4.4.	Logbestand
5.	Menu- opties
5.1.	Algemeen
5.2.	Bestand
5.3.	Data
5.4.	Rekenen
5.5.	Resultaten
5.6.	Venster
Bijlage 1	Het databestand en het resultatenbestand
Bijlage 2	Praktijkwaarden voor de terreincoëfficiënt α en K
Bijlage 3	Praktijkwaarden voor de winddrukfactoren
Bijlage 4	Richtwaarden voor de berekening van luchtstroomweerstand.
Bijlage 5	Rekenvoorbeeld en aandachtspunten



1. Inleiding

Teneinde inzicht in de druk-en volumestroomverdeling, binnen een bouwwerk te verkrijgen is het simulatieprogramma VVmod ontwikkeld. Hierin wordt het bouwwerk gemodelleerd tot een aantal ruimten, die met elkaar en met de buitenlucht verbonden zijn via niet-lineaire luchtstroomweerstand. Deze luchtstroomweerstand kunnen worden gevormd door roosters, kanalen, ventilatievoorzieningen, kieren, naden e.d.. Daarbij kunnen als randvoorwaarden temperaturen en winddrukken worden ingevoerd. Ook kan een opgelegde lucht volumestroom worden ingevoerd (ventilator).

Met een dergelijk luchtstroommodel kan de druk – en volumestroomverdeling binnen het bouwwerk berekend worden.

Als bekend zijn:

- de drukverdeling rond het bouwwerk;
- de heersende temperaturen;
- de luchtstroomweerstand binnen het bouwwerk en in de buitenschil;
- de eventuele opgelegde lucht volumestromen (mechanische ventilatie)
- de verschillende volumina;

dan worden berekend:

- de drukverdeling in het bouwwerk;
- de onbekende lucht volumestromen.

Luchtstroommodellen kunnen van dienst zijn in de volgende situaties:

- berekening van de lucht volumestromen in een bouwwerk en tussen verschillende ruimten in een bouwwerk als functie van het buitenklimaat en de luchtdoorlatendheid van de bouwschil, teneinde de ventilatiehuishouding te kunnen beoordelen;
- berekening van interne drukken in een bouwwerk en drukverschillen tussen ruimten in een bouwwerk;
- berekening van de verspreiding van verontreinigingen en geuren in een bouwwerk.



2. Fysisch model

2.1 Winddruk – en temperatuureffecten

De grootte van de drukverschillen rond een bouwwerk, veroorzaakt door windinvloeden, hangt af van de windsnelheid en de windrichting.

De drukverdeling rond een bouwwerk wordt gegeven door:

$$\Delta P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_p \cdot v^2$$

met:

ΔP_w	drukverschil ten gevolge van wind [Pa]
v	windsnelheid [m/s]
C_p	plaatsafhankelijke factor (winddrukcoëfficiënt)
ρ	dichtheid van de lucht [kg/m ³]

De plaatsafhankelijke factor of winddrukcoëfficiënt c_p hangt af van de oriëntatie van het vlak, het referentiepunt voor de windsnelheid v en de beschutting rond het bouwwerk. Aan de loefzijde van het bouwwerk ontstaat een overdruk, aan de overige zijden doorgaans een onderdruk.

Voor de schuine vlakken ligt de situatie gecompliceerder; vooral ter plaatse van aansluitingen aan andere vlakken is onduidelijk welke waarde voor de c_p moet worden aangehouden. In dat geval moet een schatting gemaakt worden, bijvoorbeeld door middel van interpolatie.

In bijlage II zijn enige praktijkwaarden voor de winddrukcoëfficiënt weergegeven in het vrije veld.

De windsnelheid hangt af van de terreinruwheid en de hoogte boven maaiveld waarop de windsnelheid van belang is. De windsnelheid wordt gegeven door:

$$v = v_m \cdot K \cdot z^a$$

met:

v	plaatselijke windsnelheid [m/s]
K, a	terreinfoëfficiënten (zie bijlage 3)
v_m	de windsnelheid onder meteocondities (10 m hoogte boven vrije veld) [m/s]
z	hoogte ten opzichte van maaiveld [m]

(BS 5925: 1991)

De mate van beschutting rond een bouwwerk kan verdisconteerd worden in de winddrukcoëfficiënt (bijlage III) of in de windsnelheid (bijlage II)

De grootte van de drukverschillen, veroorzaakt door thermische trek, wordt berekend uit:

$$\Delta P_t = \rho_o \cdot g \cdot h \cdot 273 \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{(T_1 \cdot T_2)}$$

met:

ΔP_t	thermische trek [Pa]
h	hoogteverschil (2-1) [m]
g	zwaartekrachtversnelling [m/s^2]
T_1	absolute temperatuur op plaats 1 [K]
T_2	absolute temperatuur op plaats 2 [K]
ρ_o	dichtheid van lucht bij 273 K [kg/m^3]

2.2 Luchtstroomweerstand

In het model wordt een bouwwerk voorgesteld door een aantal ruimten die met elkaar en met de buitenlucht verbonden zijn via niet-lineair luchtstroomweerstand. Deze luchtstroomweerstand kunnen worden gevormd door bijvoorbeeld roosters, kanalen, ventilatievoorzieningen, kieren en naden. Bij een drukverschil ΔP over lucht volumestroom Q :

$$Q = C_w \cdot (\Delta P)^{\frac{1}{n}}$$

met:

Q	lucht volumestroom [m^3/s]
C_w	capaciteit van de luchtstroomweerstand (lucht volumestroom bij 1Pa drukverschil) [$Pa^n m^3/s$]
ΔP	drukverschil [Pa]
n	Stromingsfactor

De stromingsfactor n varieert van 1 tot 2. Voor laminaire stroming geldt $n = 1$, voor turbulente stroming geldt $n = 2$. Wanneer $n > 1$ gedraagt de luchtstroomweerstand zich niet lineair.

Capaciteit van een kanaal

$$C = \frac{A \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}}}{1 + \sqrt{\lambda l / D} + \sum \zeta_i}$$

met:

A	kanaaloppervlakte in doorsnede
ρ	dichtheid van lucht
λ	wandwrijvingscoëfficiënt.
l	kanaallengte
D	hydraulische diameter (4x oppervlakte/omtrek)
ζ_i	weerstandsfactor van element i .
i	het aantal weerstandverhogende elementen in het kanaal (bochten, roosters enz.)

Voor de bijbehorende stromingsfactor geldt $n = 2$.



De capaciteit van een opening

$$C = A\mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}}$$

met:

<i>A</i>	<i>netto doorlaat van de opening [m²]</i>
<i>μ</i>	<i>contractiecoëfficiënt</i>
<i>ρ</i>	<i>dichtheid van lucht [kg/m³]</i>

Voor de bijbehorende stromingsfactor geldt $n = 2$.

De capaciteit van spleten, naden en kieren

$$C = c \cdot l$$

met:

<i>c</i>	<i>spleetweerstand per lengte eenheid [Paⁿm³/(s.m)]</i>
<i>l</i>	<i>totale spleetlengte [m]</i>

Voor de bijbehorende stromingsfactor geldt $1 < n < 2$.

Numerieke waarden

Voor precieze numerieke waarden van de stromingsfactor, de capaciteit, de wandenwrijvingscoëfficiënt en dergelijke kunnen diverse handboeken geraadpleegd worden. Bijlage IV geeft echter een aantal numerieke waarden die in de meeste gevallen zullen voldoen.



3. Mathematisch model

Mathematisch gezien bestaat het model uit een stelsel van niet-lineaire vergelijkingen. Stel dat het bouwwerk bestaat uit n interne ruimten ($1 \dots n$), de zogenaamde binnengebieden. Rond het bouwwerk zijn m externe ruimten aanwezig ($n+1 \dots n+m$), de zogenaamde buitengebieden. De binnengebieden zijn onderling met elkaar en met de buitengebieden verbonden via bepaalde luchtstroomweerstand die kunnen variëren van nul (open verbinding) tot oneindig (geen verbinding).

Iedere luchtstroomweerstand levert een drukvolumestroomvergelijking op. De drukken in de buitengebieden dienen bekend te zijn. In plaats daarvan mogen ook de lucht volumestromen van en naar de buitengebieden bekend zijn. Blijven nog over n onbekende drukken in de binnengebieden. Daar staat tegenover dat er n volumestroombalansen zijn waaraan voldaan moet worden, zodat het probleem met evenveel vergelijkingen als onbekenden opgelost kan worden.

Voor ieder luchtstroomweestand wordt de druk-volumestroomvergelijking opgesteld met nog onbekende drukken. De vergelijking wordt zo opgesteld dat een positief drukverschil ook een positieve lucht volumestroom teweegbrengt. Ook het drukverschil ten gevolge van thermische trek wordt in de druk-volumestroomvergelijkingen opgenomen.

Het stelsel vergelijkingen wordt vervolgens iteratief opgelost. Daarbij worden met steeds kleinere iteratiestappen in de onbekende drukken de gebieddivergenties geminimaliseerd. Als de divergenties gelijk zijn aan nul is aan alle balansvergelijkingen voldaan.

De gebieddivergenties zijn hierin als volgt gedefinieerd:

$$Divergentie_i = \frac{abs(\sum_i Q_i)}{0,5 \cdot \sum_i abs(Q_i)} \cdot 100\%$$

met:

Q_i volumestroom van en naar binnengebied i . De inkomende volumestroom wordt als positief beschouwd, de uitgaande volumestroom als negatief.

$Divergentie_i$ $0\% < divergentie < 200\%$

Bij het oplossen van het stelsel wordt niet alleen de gebieddivergentie geminimaliseerd, maar gelijktijdig ook de objectdivergentie. Deze divergentie is analoog aan de gebieddivergentie, doch dan betrokken op het totale object in de plaats van op een afzonderlijk binnengebied. De objectdivergentie vormt een extra hulpmiddel in het iteratieproces.



4. Computerprogramma

4.1 Algemeen

Voor de berekening van de volumestromen en drukken binnen een bouwwerk is een computerprogramma ontwikkeld. Hierin worden met behulp van het hoofdstuk 3 beschreven iteratieproces de balansvergelijkingen opgelost. In het programma wordt overeenkomstig hoofdstuk 3 onderscheid gemaakt in binnengebieden (ruimten in een bouwwerk) en buitengebieden (welke grenzen aan de omsluitende vlakken van een bouwwerk, zoals gevels en dakvlakken). In een binnengebied wordt de druk berekend, in een buitengebied is de druk gegeven door de winddrukcoëfficiënt, de windsnelheid en de hoogte (de randcondities van het model).

De invoer voor het rekenprogramma geschiedt middels een databestand, de uitvoer gaat naar een resultatenbestand. Dit zijn beide ASCII-bestanden en kunnen met een teksteditor worden gelezen en gemodificeerd. Het programma kent ook de mogelijkheid een mechanisch ventilatiesysteem in het model op te nemen. De luchtvolumestromen van het mechanisch ventilatiesysteem worden daarbij constant verondersteld.

Tussen ieder binnengebied en een ander binnen- of buitengebied kunnen verbindingen (luchtstroomweerstand) worden ingevoerd. Dit kunnen verscheidene verbindingen tegelijk zijn, bijvoorbeeld kieren langs een raam, aansluitnaden en de luchtdoorlatendheid van een gevelvlak. De gebieden worden genummerd vanaf 1, beginnend met de binnengebieden.

4.2 Menustructuur

Het programma wordt opgestart met Vvmod.exe (vanuit DOS) of Vvmod.pif (vanuit Windows). Op het beeldscherm wordt vervolgens het openingsscherm weergegeven waarin de volgende menukeuzes mogelijk zijn:

- ≡ (info, help, dosshell);
- Bestand (map, openen, opslaan, printen, einde);
- Data (algemeen, binnengebieden, buitengebieden, stromingsovergangen, beginschattingen);
- Rekenen (go, batch);
- Resultaten (drukken, volumestromen);
- Venster (zoom, volgend, vorig, sluiten).

Met het submenu *Bestand* kunnen allerlei bestandgeoriënteerde bewerkingen worden uitgevoerd, zoals selecteren van een archiefmap, het openen en printen van bestanden, en het beëindigen van het programma.

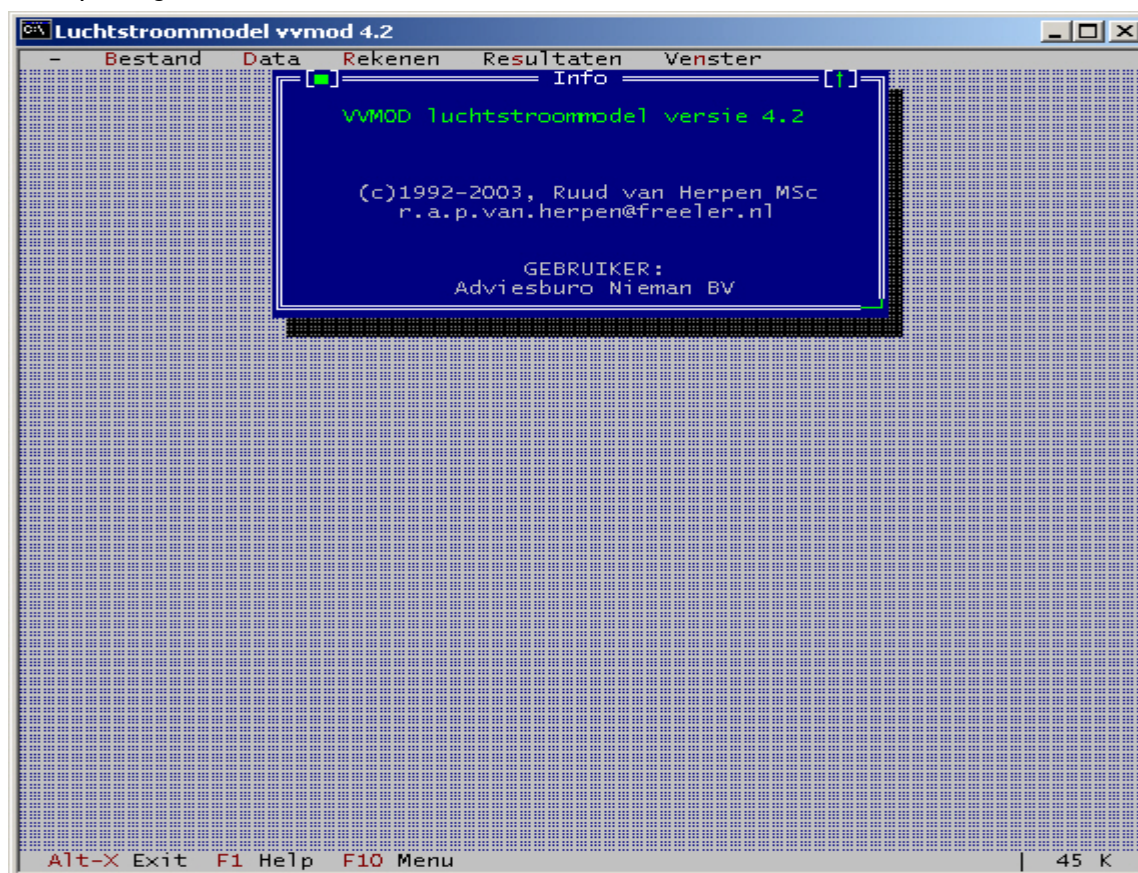
Met het submenu *Data* kunnen allerlei datageoriënteerde bewerkingen binnen een geopend bestand worden uitgevoerd. Daarbij worden de datagroepen algemeen, binnengebieden, buitengebieden, stromingsovergangen en beginschattingen onderscheiden.

Met het submenu *Rekenen* kan het geopende databestand worden berekend. De resultaten worden opgeslagen in het bijbehorende uitvoerbestand. Ook kunnen meerdere databestanden achtereenvolgens worden berekend zonder tussenkomst van de gebruiker (batchverwerking).



Met het submenu *Resultaten* kunnen de berekende drukken in de binnengebieden en volumestromen tussen de gebieden onderling worden bekeken op het scherm.

Het openingsscherm van Vvmod:



Met het submenu *Venster* kunnen de verschillende schermen binnen het programma worden gemanipuleerd.

De submenu's zijn zogenaamde PullDown-menu's. Bij selectie van een submenu verschijnen zo automatisch de mogelijke opties. De selectie kan op een aantal mogelijke manieren plaatsvinden:

- met de muis;
- met de pijltjestoesten, gevolgd door Enter, na het actief maken van de menubalk met de functietoets F10;
- met een toetscombinatie, bestaande uit de Alt-toets en de lettertoets die in het submenu vet is weergegeven.

Onder aan het scherm bevindt zich de zogenaamde statusbalk. Hierin kunnen de functies exit, help en menu met de muis of bijbehorende toetscombinatie worden geselecteerd. Indien een menu-optie actief is, staat op deze plaats een korte beschrijving van de betreffende optie. Helemaal rechts op de statusbalk is de resterende geheugenruimte binnen het programma weergegeven. Dit is niet gelijk aan het totaal beschikbare werkgeheugen van de computer, omdat het programma hiervan maar een klein deel reserveert.



4.3 Helpfunctie

Met de functietoets F1 wordt in principe het algemene helpscherm opgeroepen. Dit is ook mogelijk door het de muis op Help in de statusbalk te klikken.

Wanneer echter een menu-optie is geselecteerd wordt in dat geval het hieraan gerelateerde help-onderwerp weergegeven. Ook wanneer in één van de invoerschermen op de help-knop wordt geklikt, wordt het daarbij behorende help-onderwerp weergegeven. In totaal zijn op deze wijze 11 verschillende helpschermen beschikbaar.

Deze helpschermen zijn ondergebracht in het bestand VVmod.hlp. Dit is een ASCII – bestand, waardoor dit ook met een tekst-editor toegankelijk is. Desgewenst kan het bestand door de gebruiker worden gewijzigd of aangevuld met eigen tips en aandachtspunten. Hierbij moet wel het huidige formaat (het huidige aantal regels per onderwerp) in acht worden genomen, wil de helpfunctie goed werken.

4.4 Logbestand

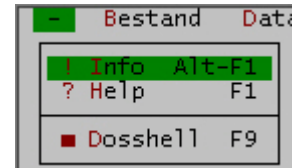
Tijdens het iteratieproces maakt het programma een logbestand aan: *vvlog.prn*, waarin het verloop van de laatst uitgevoerde iteratie wordt weergegeven. Per regel is hierin de iteratiestap, de objectdivergentie (%), de gebieddivergentie (%) en de stapgrootte (Pa) opgenomen. Het logbestand wordt bij elke nieuwe iteratie overschreven.

5. Menu-opties

5.1 Algemeen

In de menubalk kan onder Ξ een submenu worden geopend met de volgende onderdelen:

- Info-scherm (sneltoets Alt-F1);
- Help-scherm (sneltoets F1);
Dit is de algemene help-functie.
- Dosshell (sneltoets F9)
Hiermee kan tijdelijk naar de Dos-omgeving worden gegaan. Door in Dos *exit* in te toetsen wordt teruggekeerd naar het programma.

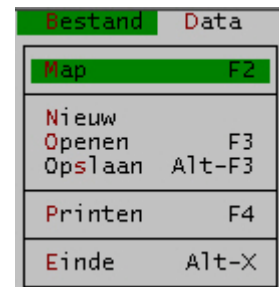


5.2 Bestand

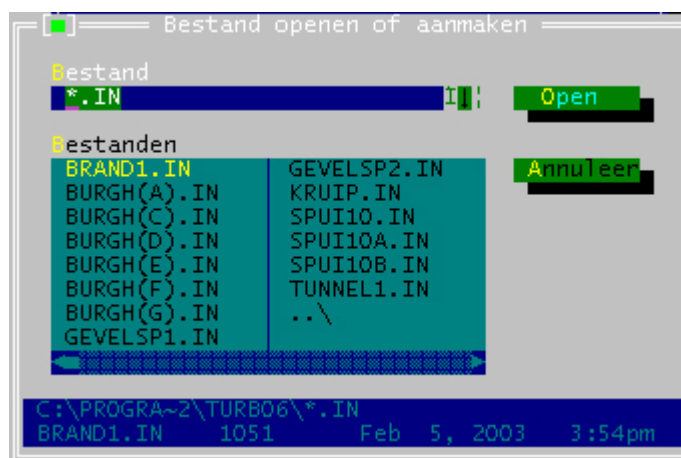
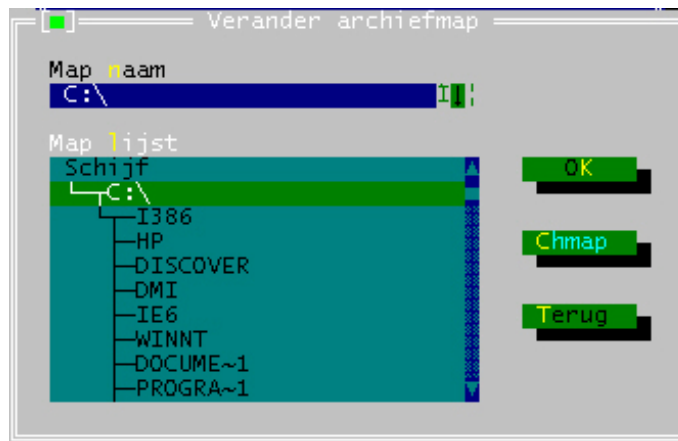
In de menubalk kan het submenu Bestand worden geopend door Alt-B in te toetsen.

Het submenu Bestand bevat de volgende onderdelen:

- Map (functietoets F2);
Hierin kan worden opgegeven wat als standaard archiefmap voor de data- en resultatenbestanden moet worden gehanteerd. De databestanden worden in deze map opgeslagen onder de extensie *.in* en de resultatenbestanden onder de extensie *.uit*.
- Openen (functietoets F3);
Hierin kan een databestand worden geopend. Door een databestand te openen kunnen allerlei bewerkingen worden uitgevoerd, zoals het invoeren of wijzigen van een model, en het uitvoeren van een berekening. Wanneer een databestand wordt geopend, wordt gelijktijdig het bijbehorende resultatenbestand geopend, indien dit aanwezig is. Ook het bekijken van eventuele resultaten is dus mogelijk na openen van een databestand.
- Opslaan (functietoets Alt-F3);
Wanneer bewerkingen in een databestand zijn uitgevoerd, worden de wijzigingen in het bestand opgenomen door het bestand op te slaan. Indien een model is ingevoerd of gewijzigd, is het van belang eerst de data op te slaan alvorens tot berekening over te gaan. Alleen dan wordt met de nieuwste gegevens gerekend. Wordt het databestand niet opgeslagen, dan worden de wijzigingen niet doorgevoerd, zodat met de gegevens gerekend wordt zoals die op het moment van het openen van het bestand aanwezig waren.
- Printen (functietoets F4);
Met deze optie kunnen de gegevens van het geselecteerde databestand worden geprint. Indien rekenresultaten aanwezig zijn, worden deze automatisch meegeprint. In de meeste gevallen zal als printerpoort lpt1 gekozen moeten worden. Let op dat in een windows-omgeving de betreffende poort ook voor Dos-opdrachten beschikbaar is.
- Einde (Alt-X);
Met deze optie wordt het programma beëindigd.



Het selecteren van een archiefmap en het openen van een databestand:



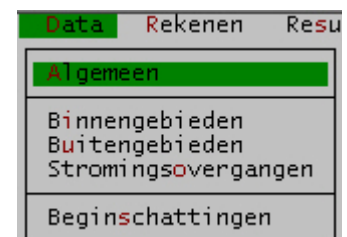
Het selecteren van de printer en de printerpoort:



5.3 Data

In de menubalk kan het submenu Data worden geopend door Alt-D in te toetsen. Het submenu Data bevat de volgende onderdelen:

- Algemeen; Hierin kunnen de algemene projectgegevens ten behoeve van archivering en de algemene uitgangspunten/randvoorwaarden worden opgegeven.
- Binnengebieden;





Hierin kunnen het aantal binnengebieden waaruit het model bestaat worden aangegeven. Tevens dient per binnengebied een omschrijving te worden gegeven, aangevuld met specifieke eigenschappen, zoals volume en luchttemperatuur. Er kunnen maximaal 40 binnengebieden worden ingevoerd.

- Buitengebieden;
Hierin kunnen het aantal buitengebieden (randcondities) waaruit het model bestaat worden aangegeven. Tevens dient per buitengebied een omschrijving te worden gegeven, aangevuld met specifieke eigenschappen, zoals winddrukcoëfficiënt, luchttemperatuur en hoogte. De hoogte dient hierbij absoluut ten opzichte van het maaiveld te worden opgegeven. Er kunnen maximaal 10 buitengebieden worden ingevoerd.
- Stromingsovergangen;
Hierin kunnen het aantal verbindingen worden aangegeven tussen binnengebieden onderling en binnen- en buitengebieden. Per verbinding kunnen maximaal 5 stromingsovergangen worden opgenomen. Per stromingsovergang volgt een omschrijving, een doorstroomcapaciteit (C-waarde) per eenheid (lengte, oppervlak e.d.), het aantal eenheden (lengte, oppervlak e.d.), de stromingsexponent, en de hoogte ten opzichte van een referentieniveau.
- Beginschattingen;
Het model begint te rekenen met een drukloze situatie, dat wil zeggen dat de druk in elk binnengebied 0 Pa bedraagt. Ten behoeve van de rekensnelheid kan het in ingewikkelde modellen zinvol zijn om te starten met andere beginschattingen. Deze kunnen desgewenst per binnengebied met de hand worden ingevoerd.

Voor de opbouw van het databestand wordt verwezen naar bijlage 1.

Invoerscherm voor algemene gegevens:

Veld	Waarde
Werknummer	zut9999.A0
Omschrijving	voorbeeld b.g.-vloer
Datum	jan. 2003
Initialen	RHe
Windomgeving	stedelijk gebied
Wind, a-waarde	0.25
Wind, k-waarde	0.35
Windsnelheid [m/s]	5.00

Invoerschermen voor de gegevens van binnengebieden en buitengebieden in het model:

Veld	Waarde
Gebied nr:	1
Omschrijving gebied:	kruipruimte
Volume [m3]	20.000
Temperatuur [C]	10.000
Emissiebron [g/h]	1.000



Invoerschermen voor de gegevens van stromingsovergangen tussen de gebieden in het model:



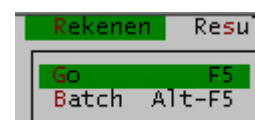
Invoerscherm voor beginschattingen:



5.4 Rekenen

In de menubalk kan het submenu Rekenen worden geopend door Alt-R in te toetsen. Het submenu Rekenen bevat de volgende onderdelen:

- Go (functietoets F5)





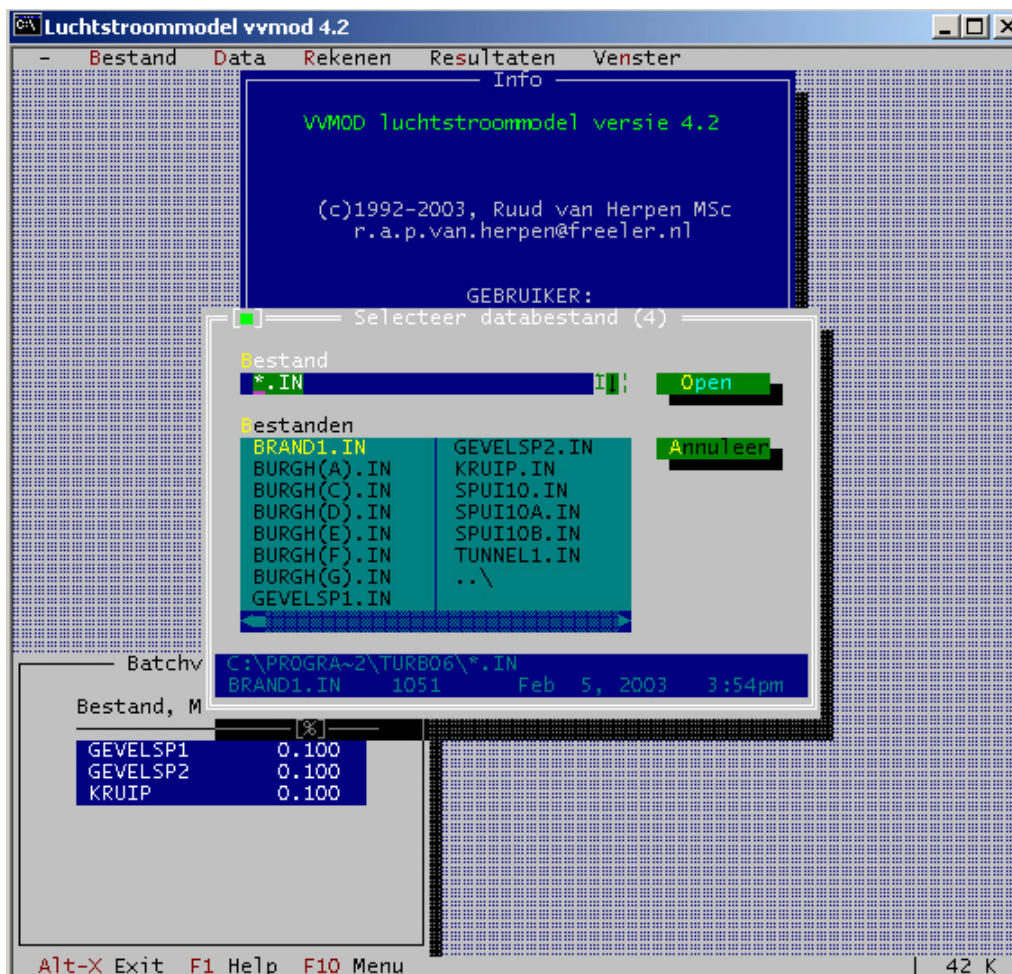
Hiermee wordt het laatst geopende bestand berekend nadat eventuele wijzigingen zijn opgeslagen middels het sluiten van het betreffende bestand. Gevraagd wordt om de maximaal toegestane divergentie op te geven. Afhankelijk van de aard en omvang van het model volstaat in de meeste gevallen een maximale divergentie van 0.1%. Het resultatenbestand wordt automatisch in dezelfde archiefmap als het databestand opgeslagen. De berekende drukken in de binnengebieden worden tevens in het databestand opgenomen als beginschattingen. Dit levert voordeel op bij herberekening, in geval van geringe wijzigingen in het model, of na afbreken van het iteratieproces met Ctrl-Break.

- Batch (functietoets Alt – F5);
Met de batchoptie kan een lijst van databestanden worden opgegeven binnen de huidige archiefmap, die achtereenvolgens moeten worden berekend. De resultatenbestanden worden automatisch in de archiefmap opgeslagen.

Het uitvoeren van een berekening:



Het aanmaken van een lijst van databestanden voor batchverwerking:





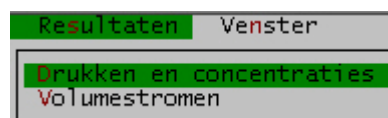
5.5 Resultaten

In de menubalk kan het submenu Resultaten worden geopend door Alt-S in te toetsen. Het submenu Resultaten bevat de volgende onderdelen:

- Drukken;

Met de optie Drukken worden op het scherm de berekende drukken in de binnengebieden weergegeven.
- Volumestromen;

Met de optie Volumestromen worden op het scherm de berekende volumestromen tussen binnengebieden onderling en binnen – en buitengebieden in matrixvorm weergegeven. Hierdoor is tevens een snelle controle op de balansvergelijkingen mogelijk: aan de balansvergelijkingen is voldaan indien per binnengebied de gesommeerde volumestromen gelijk zijn aan nul.



Weergave van de berekeningsresultaten op het scherm:

The screenshot shows the 'Luchtstroommodel vmod 4.2' application window. The menu bar includes 'Bestand', 'Data', 'Rekenen', 'Resultaten', and 'Venster'. The main window displays results for 'KRUIP' in two sections:

Resultaten KRUIP

Berekende drukken en immissieconcentraties:

		[Pa]	[mg/m3]
1	kruipruimte:	-1.724	28.683
2	woonruimte:	-3.294	6.667

Resultaten KRUIP

Berekende volumestromen (van kolom naar rij)

	1	2
1	.	-34.9
2	34.9	.
3	-32.6	-10.3
4	-2.3	-104.8
5	.	150.0
	-0.0	0.0

At the bottom of the window, it says 'Luchtstroommodel VVMod versie 4.2' and 'Esc Sluiten F1 Help | Schermuitvoer berekeningsresultaten'.



5.6 Venster

In de menubalk kan het submenu Venster worden geopend door Alt-N in te toetsen. Het submenu Venster geeft de mogelijkheid om op het actieve venster de volgende bewerkingen uit te voeren:

- Zoom (Ins);
Hiermee kan het actieve venster worden vergroot of verkleind.
- Volgend (PgDn);
Hiermee kan naar het volgende venster worden gegaan.
- Vorig (PgUp);
Hiermee kan naar het vorige venster worden gegaan.
- Sluiten (Esc);
Hiermee wordt het actieve venster gesloten en wordt automatisch naar het vorig venster gegaan.





Bijlage 1

Het databestand en resultatenbestand



Databestand (.in)

Het databestand bestaat uit getallen en teksten. Teksten mogen niet langer zijn dan 31 karakters. Getallen op één regel worden onderling gescheiden door één of meer spaties.

De invoer bestaat uit de volgende 5 blokken:

- Algemene gegevens m.b.t. project en omgeving
- Gegevens binnengebieden
- Gegevens buitengebieden
- Gegevens luchtstroomweerstand
- Beginschatting drukken

Deze worden één voor één behandeld.

- Omschrijving van het project

Regel 1 : werknummer

Regel 2 : omschrijving met betrekking tot het project. Deze regel mag bij uitzondering 80 karakters bevatten.

Regel 3 : datum, initialen.

- Terreingegevens

Regel 1 : omschrijving

Regel 2 : a-waarde en K-waarde

Regel 3 : windsnelheid onder meteocondities [m/s]

- Binnengebieden

Regel 1 : aantal binnengebieden

Regel 2 : omschrijving

Regel 3 : volume ruimte [m³] en temperatuur [°C]

Regel 2 en 3 worden herhaald voor het aantal opgegeven binnengebieden in regel 1. Aan de hand van de temperatuur in een binnengebied wordt de thermische trek bepaald.

- Buitengebieden

Regel 1 : aantal buitengebieden

Regel 2 : omschrijving

Regel 3 : winddrukcoëfficiënt, temperatuur [°C] en hoogte [m]

Regel 2 en 3 worden herhaald voor het aantal opgegeven buitengebieden in regel 1. Aan de hand van de hoogte van een buitengebied (gebouwhoogte) wordt de windsnelheid bepaald.

- Luchtstroomweerstand

Regel 1 : aantal luchtstroomweerstand (openingen, kieren etc.) tussen gebied 1 en 2.

Regel 2 : omschrijving

Regel 3 : capaciteit of C-waarde (per m kierlengte of per m² oppervlak etc) in [m³/h], kierlengte [m] of doorlaat [m²] etc, 1/n en de hoogte [m] ten opzichte van één referentieniveau.

De eerste twee getallen van regel 3 worden met elkaar vermenigvuldigd om de C-waarde te verkrijgen. Bij mechanische lucht toe- of afvoer (van of naar een buitengebied) dient voor het eerste getal de volumestroom in [m³/h] te worden ingevoerd en voor het tweede getal 1,0. De volumestroom is positief bij afvoer uit het binnengebied en negatief bij toevoer naar het binnengebied.



Om rekentechnische redenen wordt niet de waarde n ingevoerd maar de waarde $1/n$. De waarde $1/n$ ligt tussen de 0,5 en de 1,0. Wanneer het een mechanische volumestroom betreft, wordt als $1/n$ -waarde 0 ingevoerd. De hoogte die wordt ingevoerd dient ter bepaling van de thermische trek.

Regel 2 en 3 worden herhaald voor alle luchtstroomweerstand tussen gebied 1 en 2. Regel 1 (en indien nodig, een aantal malen regel 2 en regel 3) wordt herhaald voor alle mogelijke combinaties tussen binnengebieden onderling en tussen binnengebieden en buitengebieden.

De volgorde hiervoor is:

gebied 1 \longrightarrow gebied 2
gebied 1 \longrightarrow gebied 3
gebied 2 \longrightarrow gebied 3
gebied 1 \longrightarrow gebied 4
gebied 2 \longrightarrow gebied 4
gebied 3 \longrightarrow gebied 4
etc.

- Beginschatting van de druk in een gebied

Regel 1 : beginschatting van de druk in gebied 1 [Pa]

Het databestand kan worden aangemaakt of gewijzigd met elke gewenste ASCII-editor. Het is ook mogelijk het databestand aan te maken of te wijzigen met behulp van de invoerprocedure (zie menu-optie *Data*). Daarbij worden de gegevens automatisch op de juiste plaats gezet.

Resultatenbestand (.uit)

Het resultatenbestand bestaat uit drie bladen. Blad 1 geeft een samenvatting van de invoergegevens, blad 2 geeft de rekenresultaten en blad 3 geeft een grafische weergave van de berekende luchtvolumestromen. Dit spreekt grotendeels voor zichzelf.

In bijlage V is een voorbeeld van een resultatenbestand opgenomen. Het bij dit resultatenbestand behorende databestand is op de volgende pagina afgedrukt.



Het databestand *kruip.in* in ASCII-formaat:

DATA:

```

zut9999.A0
voorbeeld b.g.-vloer
jan. 2003 RHe
stedelijk gebied
    0.250 0.350
    5.000
2
kruipruimte
    20.000 10.000 [ 1.000 ]
woonruimte
    100.000 18.000 [ 0.000 ]
3
loefzijde
    0.8000 0.000 4.000 [ 0.000 ]
lijzijde
    -0.4000 0.000 4.000 [ 0.000 ]
dak
    -0.4000 0.000 6.000 [ 0.000 ]
3
kruipluik kieren
    8.000 3.000 0.650 0.600
kruipluik duimgat
    0.300 3.500 0.500 0.600
vloer bouwbesluit
    0.072 48.000 0.600 0.600
1
twee roosters
    0.300 50.000 0.500 0.300
1
gevel
    0.360 10.000 0.650 1.800
1
twee roosters
    0.300 50.000 0.500 0.300
2
open klepraam
    0.300 600.000 0.500 1.800
gevel
    0.360 10.000 0.650 1.800
0
1
mechanische afzuiging
    150.000 1.000 0.000 6.000
    0.0
    0.0

```

TOELICHTING:

```

Werknummer
Datum, Init
a-waarde en k-waarde
Meteorologische windsnelheid
AANTAL BINNENGEBIEDEN
volume, temperatuur, [emissie]

AANTAL BUITENGEBIEDEN
Drukcoefficient, temp., hoogte, [conc]

STROMING 1--> 2
C per [...], [...], 1/n, rel. hoogte

STROMING 1--> 3
STROMING 2--> 3
STROMING 1--> 4
STROMING 2--> 4

STROMING 1--> 5
STROMING 2--> 5

BEGINSCHATTINGEN DRUK

```



Bijlage 2

Praktijkwaarden voor de terreincoëfficiënten a en K



Waarden voor de terreincoëfficiënten a en K.

Terreinomschrijving	K	a
Open vlak gebied	0,68	0,17
Landelijk gebied met enige huizen en bomen	0,52	0,20
Gebied met laagbouw (dorpen)	0,35	0,25
Gebied met hoogbouw (stad)	0,21	0,33



Bijlage 3

Praktijkwaarden voor winddrukfactoren

Table A2.1 Wind Pressure Coefficient Data

Low-rise buildings (up to 3 storeys)

Length to width ratio: 1:1

Shielding condition: Exposed

Wind speed reference level: Building height



Location		Wind Angle							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Face 1		0.7	0.35	-0.5	-0.4	-0.2	-0.4	-0.5	0.35
Face 2		-0.2	-0.4	-0.5	0.35	0.7	0.35	-0.5	-0.4
Face 3		-0.5	0.35	0.7	0.35	-0.5	-0.4	-0.2	-0.4
Face 4		-0.5	-0.4	-0.2	-0.4	-0.5	0.35	0.7	0.35
Roof (<10° pitch)	Front	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7
	Rear	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.7	-0.6	-0.5
Average		-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Roof (11-30° pitch)	Front	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5
	Rear	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5
Average		-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5
Roof (>30° pitch)	Front	0.3	-0.4	-0.6	-0.4	-0.5	-0.4	-0.6	-0.4
	Rear	-0.5	-0.4	-0.6	-0.4	0.3	-0.4	-0.6	-0.4
Average		-0.1	-0.4	-0.6	-0.4	-0.1	-0.4	-0.6	-0.4

Table A2.2 Wind Pressure Coefficient Data

Low-rise buildings (up to 3 storeys)

Length to width ratio: 1:1

Shielding condition: Surrounded by obstructions equivalent to half the height of the building

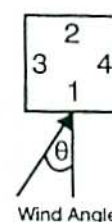
Wind speed reference level: Building height



Location		Wind Angle							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Face 1		0.4	0.1	-0.3	-0.35	-0.2	-0.35	-0.3	0.1
Face 2		-0.2	-0.35	-0.3	0.1	0.4	0.1	-0.3	-0.35
Face 3		-0.3	0.1	0.4	0.1	-0.3	-0.35	-0.2	-0.35
Face 4		-0.3	-0.35	-0.2	-0.35	-0.3	0.1	0.4	0.1
Roof (<10° pitch)	Front	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5
	Rear	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5
Average		-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5
Roof (11-30° pitch)	Front	-0.35	-0.45	-0.55	-0.45	-0.35	-0.45	-0.55	-0.45
	Rear	-0.35	-0.45	-0.55	-0.45	-0.35	-0.45	-0.55	-0.45
Average		-0.35	-0.45	-0.55	-0.45	-0.35	-0.45	-0.55	-0.45
Roof (>30° pitch)	Front	0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5
	Rear	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	0.3	-0.5	-0.6	-0.5
Average		-0.1	-0.5	-0.6	-0.5	-0.1	-0.5	-0.6	-0.5

Table A2.3 Wind Pressure Coefficient Data

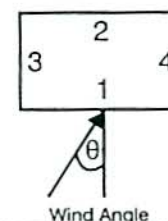
Low-rise buildings (up to 3 storeys)
 Length to width ratio: 1:1
 Shielding condition: Surrounded by obstructions
 equal to the height of the building
 Wind speed reference level: Building height



Location		Wind Angle							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Face 1		0.2	0.05	-0.25	-0.3	-0.25	-0.3	-0.25	0.05
Face 2		-0.25	-0.3	-0.25	0.05	0.2	0.05	-0.25	-0.3
Face 3		-0.25	0.05	0.2	0.05	-0.25	-0.3	-0.25	-0.3
Face 4		-0.25	-0.3	-0.25	-0.3	-0.25	0.05	0.2	0.05
Roof (<10° pitch)	Front	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5
	Rear	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5
Average		-0.5	-0.5	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.5
Roof (11-30° pitch)	Front	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4
	Rear	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4
Average		-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4
Roof (>30° pitch)	Front	0.25	-0.3	-0.5	-0.3	-0.4	-0.3	-0.5	-0.3
	Rear	-0.4	-0.3	-0.5	-0.3	0.25	-0.3	-0.5	-0.3
Average		-0.08	-0.3	-0.5	-0.3	-0.08	-0.3	-0.5	-0.3

Table A2.4 Wind Pressure Coefficient Data

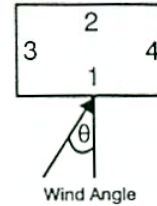
Low-rise buildings (up to 3 storeys)
 Length to width ratio: 2:1
 Shielding condition: Exposed
 Wind speed reference level: Building height



Location		Wind Angle							
		0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Face 1		0.5	0.25	-0.5	-0.8	-0.7	-0.8	-0.5	0.25
Face 2		-0.7	-0.8	-0.5	0.25	0.5	0.25	-0.5	-0.8
Face 3		-0.9	0.2	0.6	0.2	-0.9	-0.6	-0.35	-0.6
Face 4		-0.9	-0.6	-0.35	-0.6	-0.9	0.2	0.6	0.2
Roof (<10° pitch)	Front	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7
	Rear	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7
Average		-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7
Roof (11-30° pitch)	Front	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
	Rear	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
Average		-0.6	-0.65	-0.7	-0.65	-0.6	-0.65	-0.7	-0.65
Roof (>30° pitch)	Front	0.25	0	-0.6	-0.9	-0.8	-0.9	-0.6	0
	Rear	-0.8	-0.9	-0.6	0	0.25	0	-0.6	-0.9
Average		-0.18	-0.45	-0.6	-0.45	-0.18	-0.45	-0.6	-0.45

Table A2.5 Wind Pressure Coefficient Data

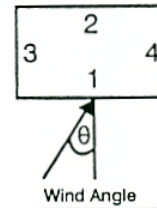
Low-rise buildings (up to 3 storeys)
 Length to width ratio: 2:1
 Shielding condition: Surrounded by obstructions
 equivalent to half the height of the building
 Wind speed reference level: Building height



Location	Wind Angle							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Face 1	0.25	0.06	-0.35	-0.6	-0.5	-0.6	-0.35	0.06
Face 2	-0.5	-0.6	-0.35	0.06	0.25	0.06	-0.35	-0.6
Face 3	-0.6	0.2	0.4	0.2	-0.6	-0.5	-0.3	-0.5
Face 4	-0.6	-0.5	-0.3	-0.5	-0.6	0.5	0.4	0.2
Roof (<10° pitch)	Front	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
	Rear	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Average	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Roof (11-30° pitch)	Front	-0.6	-0.6	-0.55	-0.55	-0.45	-0.55	-0.55
	Rear	-0.45	-0.55	-0.55	-0.6	-0.6	-0.6	-0.55
Average	-0.5	-0.6	-0.55	-0.6	-0.5	-0.6	-0.55	-0.6
Roof (>30° pitch)	Front	0.15	-0.08	-0.4	-0.75	-0.6	-0.75	-0.4
	Rear	-0.6	-0.75	-0.4	-0.08	0.15	-0.08	-0.4
Average	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.4	-0.4

Table A2.6 Wind Pressure Coefficient Data

Low-rise buildings (up to 3 storeys)
 Length to width ratio: 2:1
 Shielding condition: Surrounded by obstructions
 equal to the height of the building
 Wind speed reference level: Building height



Location	Wind Angle							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
Face 1	0.06	-0.12	-0.2	-0.38	-0.3	-0.38	-0.2	0.12
Face 2	-0.3	-0.38	-0.2	-0.12	0.06	-0.12	-0.2	-0.38
Face 3	-0.3	0.15	0.18	0.15	-0.3	-0.32	-0.2	-0.32
Face 4	-0.3	-0.32	-0.2	-0.32	-0.3	0.15	0.18	0.15
Roof (<10° pitch)	Front	-0.49	-0.46	-0.41	-0.46	-0.49	-0.46	-0.41
	Rear	-0.49	-0.46	-0.41	-0.46	-0.49	-0.46	-0.41
Average	-0.49	-0.46	-0.41	-0.46	-0.49	-0.46	-0.41	-0.46
Roof (11-30° pitch)	Front	-0.49	-0.46	-0.41	-0.46	-0.4	-0.46	-0.41
	Rear	-0.4	-0.46	-0.41	-0.46	-0.49	-0.46	-0.41
Average	-0.45	-0.46	-0.41	-0.46	-0.45	-0.46	-0.41	-0.46
Roof (>30° pitch)	Front	0.06	-0.15	-0.23	-0.6	-0.42	-0.6	-0.23
	Rear	-0.42	-0.6	-0.23	-0.15	-0.06	-0.15	-0.23
Average	-0.18	-0.4	-0.23	-0.4	-0.18	-0.4	-0.23	-0.4



Bijlage 4

Richtwaarden voor de berekening van luchtstroomweerstand

Enkele veel voorkomende richtwaarden voor de berekening van luchtstroomweerstand

Waarden voor de weerstandsfactor $\zeta[-]$	
bocht	0,5
scherpe toevoeropening	0,5
rooster voor kanaal	1,0
kap	1,5
Waarden voor de wandwrijvingscoëfficiënt $\lambda[-]$	
glad kanaal (metaal, PVC)	0,035
ruw kanaal (gemetseld)	0,045
Waarden voor coëfficiënt $n[-]$	
grote openingen	2,0
spleten, kieren en naden	1,5
poreus materiaal met aansluitnaden	1,33
poreus materiaal	1,0
Waarden voor weerstandcoëfficiënt $C[m^3/h]$	
grote openingen (per cm^2 opening)	0,30 (n = 2)
goed sluitend raam (per m kierlengte)	0,43 (n = 1,5)
redelijke sluitend raam (per m kierlengte)	1,15 (n = 1,5)
slecht sluitend raam (per m kierlengte)	3,9 (n = 1,5)
deur met tochtstrip (per m kierlengte)	4,3 (n = 1,5)
deur zonder tochtstrip (per m kierlengte)	5,3 (n = 1,5)
naden tussen kozijn / gevel (per m kierlengte)	1,4 (n = 1,5)
buitengevel (per m ² geveloppervlak)	0,14 (n = 1)

Table A1.1 Standards, Recommendations and Legal Codes of Practice - Windows

Country/Standard Ref.	Description	Quoted Leakage Value	Leakage at 1 Pa (Flow Exponent assumed 0.66)
Belgium STS 52.0	Building Height 0-10 m Building Height 10-18 m Building Height >18 m	3.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 100 Pa 3.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 100 Pa 2.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 100 Pa	0.040 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.040 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.027 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
Canada CAN 3-A440-M84	A1 Low Rise Buildings (<3 storeys, <600 m ²) A2 Medium to High Rise Buildings A3 High Performance, Institutional & Commercial Fixed Storm (Max) Storm (Min)	2.79 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa 1.65 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa 0.55 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa 0.25 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa 8.35 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa 5.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa	0.045 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.027 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.009 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.004 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.134 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.080 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
Denmark DS-418	Assumed Value (When True Value Not Known)	0.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 30 Pa	0.053 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
Finland SFS 3304	Class 1 (Max) Class 2 (Min) Class 2 (Max) Class 3 (Min)	0.50 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 50 Pa 0.50 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 50 Pa 2.50 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 50 Pa 2.50 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 50 Pa	0.011 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.011 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.053 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.053 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
France NF P20 302	A1 A2 A3	20-60 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 100 Pa 7-20 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 100 Pa <7 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 100 Pa	0.266-0.798 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.093-0.266 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² <0.093 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²
Germany DIN 18055	A Building Height 0-8 m Above Grade B-D Building Height > 8 m Above Grade	6.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 50 Pa 3.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 50 Pa	0.126 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.063 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
Netherlands NEN 3661	Normal Exposure: Building Height up to 15 m Building Height 15-40 m Building Height 40-100 m Coastal Exposure: Building Height up to 15 m Building Height 15-40 m Building Height 40-100 m	2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa 2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 150 Pa 2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 300 Pa 2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 300 Pa 2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 300 Pa 2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 450 Pa	0.145 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.092 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.058 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.058 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.058 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.044 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
New Zealand NZS N4211:1987	Airtight Moderate Air Leakage Low Air Leakage	0.60 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 150 Pa 2.00 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 150 Pa 2.00 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 150 Pa 8.00 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 150 Pa 4.00 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 150 Pa 17.00 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 150 Pa	0.022 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.073 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.073 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.293 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.147 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.623 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²
Sweden	All Buildings Buildings >8 Storeys	1.70 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 50 Pa 5.60 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 300 Pa 7.90 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻² at 500 Pa	0.036 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.036 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² 0.036 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²
Switzerland SIA 331	Building Height 0-8 m Building Height 8-20 m Building Height 20-100 m	5.65 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 150 Pa 8.95 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 300 Pa 14.25 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 600 Pa	0.056 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.056 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.056 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
United Kingdom BS6375: Part 1: 1989	Openable - Design Wind Pressure (Exposure) <1600 Pa Openable - Design Wind Pressure (Exposure) >= 1600 Pa Fixed - Design Wind Pressure (Exposure) <1600 Pa Fixed - Design Wind Pressure (Exposure) >= 1600 Pa Fixed - High Performance Openable - High Performance	6.34 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 50 Pa 4.84 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 50 Pa 1.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 200 Pa 1.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 300 Pa 1.00 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 600 Pa 6.60 m ³ .h ⁻¹ .m ⁻¹ at 600 Pa	0.133 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.102 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.008 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.006 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.004 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ 0.02 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
USA ASHRAE 90-80	All	0.77 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 75 Pa	0.045 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹

Table A1.2 Leakage Characteristics - Windows

Data expressed for each metre length of joint	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Windows (Weatherstripped)							
Hinged	0.086	(0.6)	0.13	(0.6)	0.41	(0.6)	29
Sliding	0.079	(0.6)	0.15	(0.6)	0.21	(0.6)	19
Windows (Non-weatherstripped)							
Hinged	0.39	(0.6)	0.74	(0.6)	1.1	(0.6)	42
Sliding	0.18	(0.6)	0.23	(0.6)	0.37	(0.6)	36
Louvre (expressed per louvre)			0.34	(0.6)			1

Sources: BRE Unpublished, #40, #116, #320, #458, #1116, #1357, #1405, #1449.

Table A1.3 Standards, Recommendations and Legal Codes of Practice - Doors

Country/Standard Ref.	Description	Quoted Leakage Value	Leakage at 1 Pa (Flow Exponent assumed 0.66)
Canada CGSB 82-GP-2M	Sliding Glass With Aluminium Frame	2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 75 Pa	0.145 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²
Denmark DS-418	Assumed Value (When True Value Not Known)	0.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹ at 50 Pa	0.038 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻¹
USA ASHRAE 90-80	Residential (Sliding Glass)	2.50 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 75 Pa	0.145 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²
	Residential (Entrance - Swinging Doors)	6.35 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 75 Pa	0.367 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²
	Non-Residential	17.00 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² at 75 Pa	0.984 dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻²

Table A1.4 Leakage Characteristics - Doors

Data expressed for each metre length of joint	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
External Doors (Weatherstripped)							
Hinged	0.082	(0.6)	0.27	(0.6)	0.84	(0.6)	15
Sliding			No data				
Revolving - Laboratory test	1.0	(0.6)	1.5	(0.6)	2.0	(0.6)	4
External Doors (Non-weatherstripped)							
Hinged	1.1	(0.6)	1.2	(0.6)	1.4	(0.6)	17
Sliding			0.20	(0.6)			1
Roller Door per m ² of surface (dm ³ .s ⁻¹ .m ⁻² .Pa ^{-0.66}) - Laboratory test	3.3	(0.6)	5.7	(0.6)	10	(0.6)	2
Internal Doors (Non-weatherstripped)	1.1	(0.6)	1.3	(0.6)	2.0	(0.6)	84
Loft Hatches (Non-Weatherstripped)	0.64	(0.6)	0.68	(0.6)	0.75	(0.6)	4

Sources: BRE Unpublished, #40, #116, #173, #1357, #1405, #5848.

Table A1.5 Leakage Characteristics - Wall/Window and Wall/Door Frame

Data expressed for each metre length of joint	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Caulked joint - Laboratory and field tests	3.3×10^{-4}	(0.6)	2.5×10^{-3}	(0.6)	0.012	(0.6)	7
Uncaulked joint - Laboratory and field tests	0.053	(0.6)	0.061	(0.6)	0.067	(0.6)	5

Sources: #1357, #1414, #1514, #2964, #5378.

Table A1.6 Standards, Recommendations and Legal Codes of Practice - Walls, Ceilings and Floors

Country/Standard Ref.	Description	Quoted Leakage Value	Leakage at 1 Pa (Flow Exponent assumed 0.66)
Netherlands Building Decree. Issued December 16, 1991	Flooring	$20 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ at 1 Pa	$0.020 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$

Table A1.7 Leakage Characteristics - Walls, Ceilings and Floors

Data expressed for each m^2 of surface. Includes joints	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Brick (bare) - Laboratory and Field Tests	0.022	(0.84)	0.043	(0.80)	0.094	(0.76)	5
Brick (plastered)	0.016	(0.86)	0.018	(0.85)	0.021	(0.84)	3
Brick (wall board panelling) - Laboratory test	0.010	(0.88)	0.042	(0.81)	0.18	(0.72)	2
Cladding (ungasketed)	0.010	(0.88)	0.032	(0.82)	0.10	(0.76)	2
Cladding (gasketed) - Laboratory test	6.9×10^{-3}	(0.90)	0.012	(0.87)	0.015	(0.86)	3
Concrete block (bare)	0.082	(0.77)	0.13	(0.74)	2.0	(0.59)	10
Concrete block (plastered, internal) - Laboratory test	0.021	(0.84)	0.021	(0.84)	0.021	(0.84)	2
Concrete panels (pre cast)	0.050	(0.80)	0.11	(0.75)	0.12	(0.74)	6
Concrete panels (pre cast, gasketed) - Laboratory test			0.026	(0.83)			1
Metal panels (walls)	0.076	(0.77)	0.090	(0.76)	0.13	(0.74)	3
Curtain walling	0.089	(0.76)	0.12	(0.74)	0.14	(0.74)	3
Plaster board (ceiling)	0.042	(0.81)	0.11	(0.75)	0.20	(0.72)	3
Fibre board (ceiling)			0.094	(0.76)			1
Timber panel (with wall board)	0.27	(0.70)	0.52	(0.67)	2.7	(0.58)	6
Timber panel (with air barrier) - Laboratory test			0.066	(0.78)			1
Timber floor (suspended)	0.11	(0.75)	0.15	(0.74)	0.45	(0.67)	15

Sources: #40, #86, #91, #142, #176, #177, #214, #311, #597, #1357, #3880, #5746, Wouters (1987), Brunelli (1969), BRE Unpublished.

Table A1.8 Leakage Characteristics - Wall to Floor/Ceiling Joints

Data expressed for each metre length of joint		Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
Wall Material	Ceiling Material	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Caulked: Masonry	Timber/ Fibre Board			No data				
Masonry/ Concrete	Concrete	5.0×10^{-3}	(0.6)	0.024	(0.6)	0.11	(0.6)	2
Timber	Timber/ Fibre Board	6.6×10^{-3}	(0.6)	0.011	(0.6)	0.015	(0.6)	9
- Laboratory test Timber	Concrete	0.052	(0.6)	0.083	(0.6)	0.11	(0.6)	4
Uncaulked: Masonry/ Concrete	Timber/ Fibre Board	0.45	(0.6)	0.49	(0.6)	0.53	(0.6)	2
Masonry Timber	Concrete Timber/ Fibre Board	0.008	(0.6)	No data 0.023	(0.6)	0.030	(0.6)	5

Sources: #1105, #1261, #1357, #1607, #5693.

Table A1.9 Leakage Characteristics - Wall to Wall Joints

Data expressed for each metre length of joint	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Caulked: Timber/Timber - Laboratory test Masonry/Timber	6.7×10^{-4}	(0.6)	1.6×10^{-3}	(0.6)	3.4×10^{-3}	(0.6)	40
Uncaulked: Timber/Timber Masonry/Timber			No data No data				

Sources: #1105, #5378.

Table A1.10 Leakage Characteristics - Penetrations

Data expressed for each metre length of perimeter joint	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Discharge pipes	1.1	(0.6)	1.2	(0.6)	1.4	(0.6)	2
Sealed spiral ducts	0.027	(0.6)	0.14	(0.6)	0.78	(0.6)	2
Vent			0.80	(0.6)			1
Pipes - Laboratory Test	0.63	(0.6)	0.74	(0.6)	0.84	(0.6)	3

Sources: BRE Unpublished, #1104, #1294, #5693.

Table A1.11 Leakage Characteristics - Roofing

Data expressed for each m ² of surface. Includes joints	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Shingles (roofing)	0.60	(0.66)	0.70	(0.65)	1.1	(0.63)	3
Tiles (roofing)	2.1	(0.59)	2.3	(0.58)	4.0	(0.55)	9
Metal (roofing)	0.49	(0.67)	0.63	(0.66)	0.98	(0.63)	6

Sources: #1529, #3880.

Table A1.12 Leakage Characteristics - Chimneys

Data expressed for each m ² of chimney flue area	Lower Quartile		Median		Upper Quartile		Sample Size
	C	(n)	C	(n)	C	(n)	
Fireplace opening bare - Laboratory and field tests	670	(0.5)	750	(0.5)	790	(0.5)	3
Pegboard baffle (Sealed) - Laboratory tests			300	(0.5)			1
Pegboard baffle (Unsealed) - Laboratory tests			410	(0.5)			1
Plywood baffle (Unsealed) - Laboratory test	180	(0.5)	180	(0.5)	180	(0.5)	2

Sources: BRE Unpublished, #1259.

Table A1.13 Leakage Characteristics (expressed by the ratio of 'closed' flow to 'open' flow) - Trickle Ventilators

	Lower Quartile	Median	Upper Quartile	Sample Size
Trickle Ventilators- Laboratory test	0.06	0.08	0.23	8
To determine the flow characteristics of a closed trickle ventilator when its 'open' flow is given by size $Q = C \Delta P^n$, multiply by value given above, to give e.g. $Q = 0.06 C \Delta P^n$, the flow equation of the trickle ventilator when the vents are closed.				
Data Source: BRE Unpublished.				

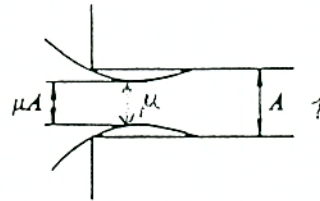
Vormweerstand

Intreeverliezen (ζ_i)

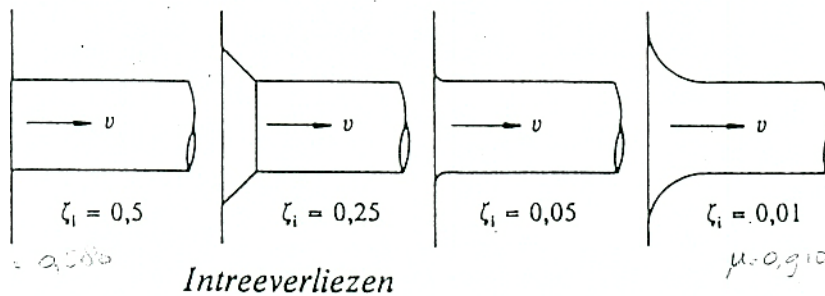
ζ_i wordt bepaald door de afronding. Er treedt bij binnenstromen *contractie* op.

De *contractie-coëfficiënt* is $\mu = \frac{1}{1 + \sqrt{\zeta_i}}$,

dus $\zeta_i = \left(\frac{1}{\mu} - 1\right)^2$



Contractie

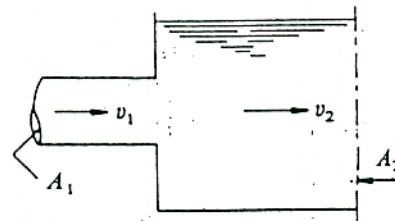


Intreeverliezen

Uitreeverliezen (ζ_u)

$\zeta_u = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$ betrokken op v_1

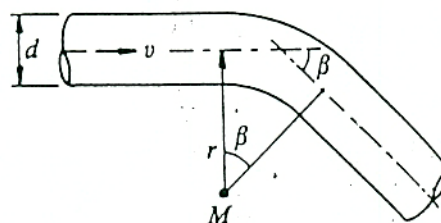
$h_v = \zeta_u \frac{v_1^2}{2g}$



Uitreeverliezen

Bochtverliezen (ζ_b)

ζ_b is een functie van de bocht-hoek β en de waarde r/d , zie tabel A (volgens Hütte).



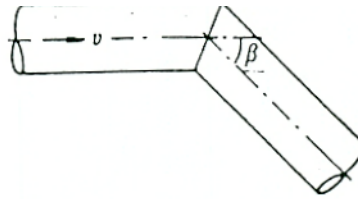
Bochtverliezen

Tabel A. ζ_b -waarden voor bochten bij verschillende β -waarden

β	15°	22,5°	30°	45°	60°	90°
r						
d	0,03	0,045	0,085	0,14	0,19	0,21
$2d$	0,03	0,045	0,060	0,09	0,12	0,14
$4d$	0,03	0,045	0,055	0,08	0,10	0,11
$6d$	0,03	0,045	0,050	0,075	0,09	0,09
$10d$	0,03	0,045	0,045	0,07	0,07	0,11

Knikverliezen (ζ_k)

Tabel B geeft waarden van ζ_k afhankelijk van de waarde van β (volgens Hütte).



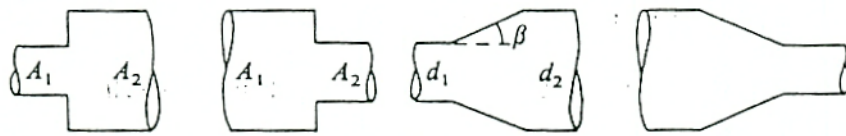
Knikverliezen

Tabel B. ζ_k -waarden voor knikken bij verschillende β -waarden

	10°	15°	22,5°	30°	45°	60°	90°
glad	0,034	0,042	0,066	0,130	0,236	0,471	1,129
ruw	0,044	0,062	0,154	0,165	0,320	0,684	1,265

Verliezen t.g.v. vernauwing en verwijding (ζ_v)

De verliezen worden gegeven voor de uitgangssnelheid v_2 .



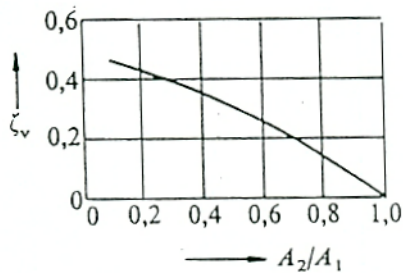
a $\zeta_v = \left(\frac{A_2}{A_1} - 1\right)^2$

b *

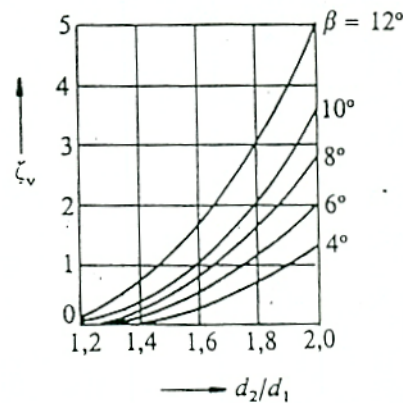
c **

d $\zeta_v = 0,05$
voor niet te grote hoeken

ζ_v -waarden (volgens Dubbel)




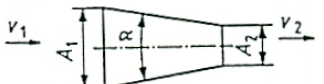
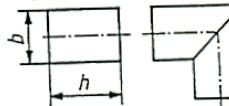

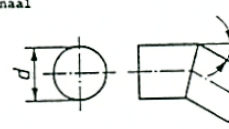

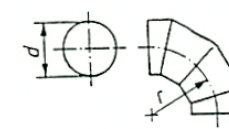
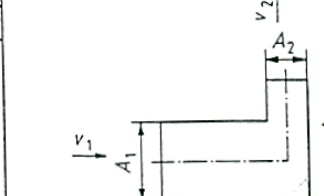
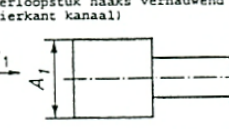
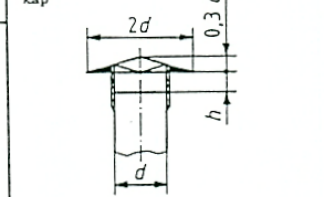


Figuur * ζ_v -waarden voor geval b



Figuur ** ζ_v -waarden voor geval c

Weerstandsfactoren

<p>bocht in rond kanaal</p> 	<p>r/d</p> <p>0,5 0,75 1,0 1,5 2,0</p>	<p>f</p> <p>1,0 0,5 0,35 0,25 0,20</p>	<p>verloopstuk haaks verwijdend</p> 	<p>A₁/A₂</p> <p>0,8 0,6 0,4 0,2 0,0</p>	<p>t.o.v. v₁ f</p> <p>0,04 0,16 0,36 0,64 1,0</p>															
<p>bocht in rechthoekig kanaal</p> 	<p>r/d</p> <p>0,5 0,75 1,0 1,5</p>	<p>f</p> <p>1,3 0,5 0,3 0,2</p>	<p>verloopstuk conisch vernauwend</p> 	<p>alpha</p> <p>30° 45° 60°</p>	<p>t.o.v. v₁ f</p> <p>0,02 0,04 0,07</p>															
<p>haakse bocht in rechthoekig kanaal</p> 	<p>h/b</p> <p>0,25 0,5 1,0 2,0</p>	<p>f</p> <p>2,1 1,7 1,2 0,6</p>	<p>verloopstuk conisch verwijdend</p> 	<p>alpha</p> <p>5° 10° 20° 30° 40°</p>	<p>t.o.v. v₂ f</p> <p>0,17 0,28 0,45 0,59 0,73</p>															
<p>scherpe ombuiging in rond of vierkant kanaal</p> 	<p>alpha</p> <p>10° 30° 45° 60° 90°</p>	<p>f rond f vierkant</p> <p>0,1 0,1 0,2 0,2 0,4 0,4 0,7 0,8 1,2 1,2</p>	<p>verloopbocht haaks verwijdend</p> 	<p>A₁/A₂</p> <p>0,2 0,4 0,6 0,8 0,9 1,0</p>	<p>t.o.v. v₁ f</p> <p>5,04 1,41 0,92 0,95 1,06 1,2</p>															
<p>segmentbocht</p> 	<p>r/d</p> <p>1,0 1,5 2,0 4,0</p>	<p>Aantal segmenten f</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5</td> <td>0,4</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,35</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>0,4</td> <td>0,3</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>0,35</td> <td>0,35</td> <td>0,3</td> </tr> </tbody> </table>	3	4	5	0,5	0,4	0,35	0,4	0,35	0,3	0,4	0,3	0,25	0,35	0,35	0,3	<p>verloopbocht haaks vernauwend</p> 	<p>A₁/A₂</p> <p>0,2 0,4 0,6 0,8</p>	<p>t.o.v. v₁ f</p> <p>0,53 0,61 0,75 0,95</p>
3	4	5																		
0,5	0,4	0,35																		
0,4	0,35	0,3																		
0,4	0,3	0,25																		
0,35	0,35	0,3																		
<p>verloopstuk haaks vernauwend (rond of vierkant kanaal)</p> 	<p>A₁/A₂</p> <p>0,75 0,5 0,25 0,0</p>	<p>t.o.v. v₁ f</p> <p>0,2 0,3 0,4 0,5</p>	<p>kap</p> 		<p>f</p> <p>1,5</p>															



Bijlage 5

Rekenvoorbeeld en aandachtspunten



Rekenvoorbeeld

In de navolgende figuur is schematisch een model weergegeven voor de berekening van de luchtvolumestroom vanuit een kruipruimte naar een woonruimte. Het betreft een woning waarvan de luchtdoorlatendheid van de vloer bekend is en juist voldoet aan de grenswaarde, zoals deze in het bouwbesluit voor nieuw te bouwen woningen wordt gesteld (zonder invloed van het kruipluik). De woning is voorzien van een mechanische afzuiging.

Het aandeel van de vloerconstructie en van het kruipluik in het totale luchttransport door de begane grond kan nu afzonderlijk berekend worden. Het berekend druksverschil tussen de kruipruimte en de woonruimte bedraagt 1,57 Pa. Gecorrigeerd voor de thermische trek is het drukverschil tussen de kruipruimte en de woonruimte 1,37 Pa.

Hieruit worden de volgende bijdragen aan het luchttransport afgeleid (slecht passend kruipluik, vloer voldoet overigens aan het bouwbesluit):

- | | | |
|---|-----------------------|------------------------|
| - | via kieren kruipluik | 29,4 m ³ /h |
| - | via duimgat kruipluik | 1,3 m ³ /h |
| - | via vloer | 4,2 m ³ /h |

Het kruipluik levert dus veruit de grootste bijdrage.

Verbeteren van de kruipruimteventilatie middels vergroting van de netto doorlaat van de kruipruimteroosters heeft een averechts effect. Door de vergroting van de netto doorlaat van de kruipruimteroosters neemt de onderdruk in de kruipruimte af en neemt daarmee het drukverschil over de begane grond toe.

Het bovenbeschreven voorbeeld is opgenomen in het invoerbestand *kruip.in*. Dit bestand is in bijlage 1 weergegeven. De vanuit het programma geprinte invoergegevens zijn op het volgende blad weergegeven.



L U C H T S T R O O M M O D E L V V m o d
 (c) 1992-2003 : Ruud van Herpen MSc.
 Licentiehouder: Adviesburo Nieman BV
 =====

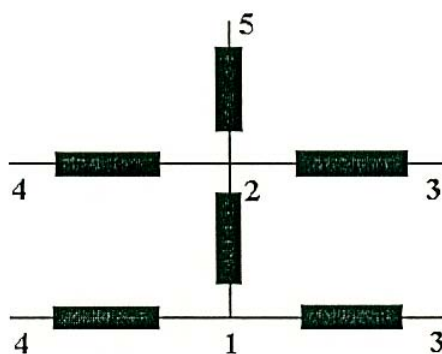
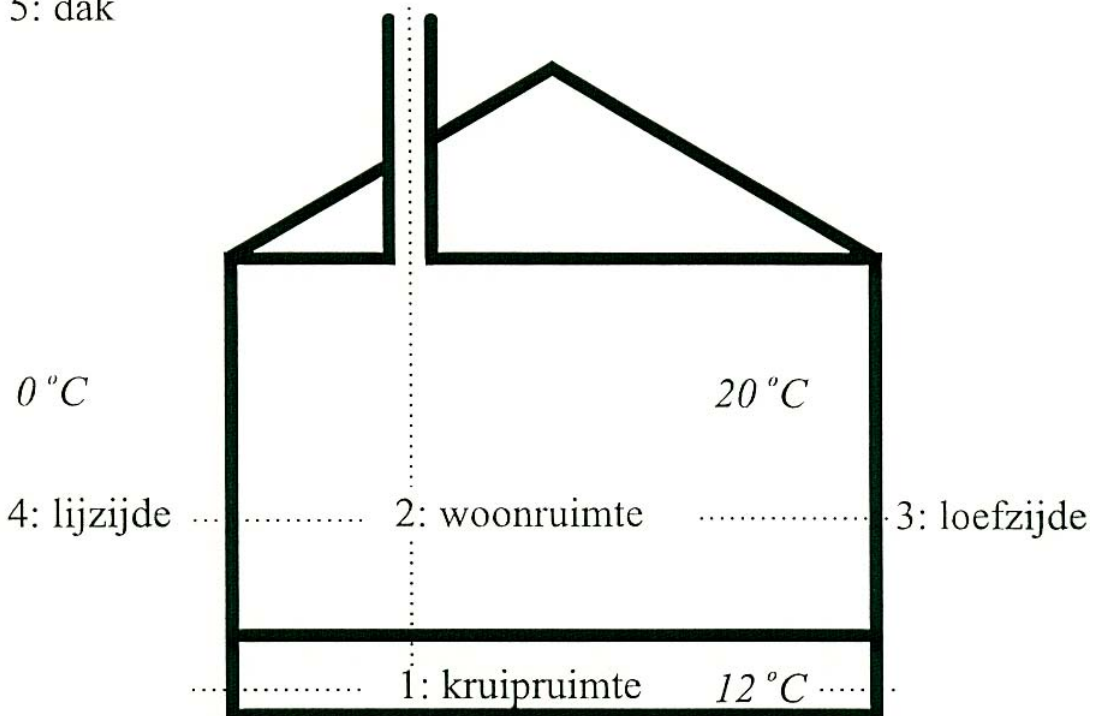
Blad : 1 / 3
 Init : RHe
 Werk : zut9999.A0

Luchtstroommodel: KRUIP >> voorbeeld b.g.-vloer

I N V O E R G E G E V E N S

Terrein gegevens (v=v_meteo*k*z^a):	k [-]	a [-]			
stedelijk gebied:	0.350	0.250			
windsnelheid op 10 m hoogte [m/s]:	5.000				
Gegevens binnengebieden:	V [m3]	T [øC]	E [g/h]		
1 kruipruimte:	20.000	10.000	1.000		
2 woonruimte:	100.000	18.000	0.000		
Gegevens buitengebieden:	Cw [-]	T [øC]	z [m]	Ce [mg/m3]	
3 loefzijde:	0.800	0.000	4.000	0.000	
4 lijzijde:	-0.400	0.000	4.000	0.000	
5 dak:	-0.400	0.000	6.000	0.000	
Gegevens stromingsovergangen en berekend thermisch drukverschil:	C [m3/h..]	[..]	1/n [-]	z [m]	Ptherm [Pa]
van ruimte 1 naar ruimte 2.					
1 kruipluik kieren:	8.000	3.000	0.650	0.600	-0.200
2 kruipluik duimgat:	0.300	3.500	0.500	0.600	-0.200
3 vloer bouwbesluit:	0.072	48.000	0.600	0.600	-0.200
van ruimte 1 naar ruimte 3.					
1 twee roosters:	0.300	50.000	0.500	0.300	0.133
van ruimte 2 naar ruimte 3.					
1 gevel:	0.360	10.000	0.650	1.800	1.398
van ruimte 1 naar ruimte 4.					
1 twee roosters:	0.300	50.000	0.500	0.300	0.133
van ruimte 2 naar ruimte 4.					
1 open klepraam:	0.300	600.000	0.500	1.800	1.398
2 gevel:	0.360	10.000	0.650	1.800	1.398
van ruimte 2 naar ruimte 5.					
1 mechanische afzuiging:	150.000	1.000	0.000	6.000	4.660

5: dak



Schematische weergave in doorsnede van het voorbeeld voor de berekening van de lucht volumestroom vanuit een kruipruimte naar de woonruimte in een woning (invoerbestand: kruip.in).



Aandachtspunten

Alle binnengebieden dienen met andere binnen- of buitengebieden verbonden te zijn:

Indien in het model een binnengebied aanwezig is dat geen verbindingen heeft met andere binnen- of buitengebieden is het model met het huidige iteratieproces niet oplosbaar. De gebieddivergentie zal gedurende het iteratieproces 200% bedragen en niet afnemen tot de gewenste nauwkeurigheid. De objectdivergentie zal in veel gevallen wel tot de gewenste nauwkeurigheid afnemen, doch daarna ontstaat een eindeloze iteratielus welk alleen met Ctrl-Break afgebroken kan worden. Het model wordt daarbij niet goed opgelost, zoals uit de balans in het resultatenbestand zal blijken (som van de ingaande volumestroom is niet gelijk aan de som van de uitgaande volumestromen).

Indien een binnengebied met slechts één ander gebied is verbonden:

Indien in het model een binnengebied aanwezig is dat met slechts één ander binnen- of buitengebied is verbonden, lijkt het model onoplosbaar (de gebiedsdivergentie zal 200% bedragen en niet afnemen tot de gewenste nauwkeurigheid). Dit komt doordat van het naar het betreffende binnengebied geen luchtstromingen zullen optreden. Het model wordt echt wel goed opgelost (de objectdivergentie neemt ook af tot de gewenste nauwkeurigheid), zoals uit de balans in het resultatenbestand zal blijken.

De nauwkeurigheid is aan het eind van het iteratieproces niet bereikt:

Het kan voorkomen dat de gewenste nauwkeurigheid aan het eind van het iteratieproces niet is bereikt. In dat geval dient het iteratieproces nogmaals te worden uitgevoerd met de automatisch gegenereerde nieuwe beginschattingen voor de drukken. Indien dit niet tot het gewenste resultaat leidt, dient het iteratieproces herhaald te worden met een andere (lagere) nauwkeurigheid. Daarbij kunnen automatisch gegenereerde beginschattingen worden gebruikt, hoewel ook handmatig ingevoerde beginschattingen (bij voorbeeld alle begindrukken op 0 Pa) tot een goed resultaat kunnen leiden.



LUCHTSTROOMMODEL VVmod
 (c) 1992-2003 : Ruud van Herpen MSc.
 Licentiehouder: Adviesburo Nieman BV
 =====

Blad :
 Init :
 Werk :

Luchtstroommodel: KRUIP >> voorbeeld b.g.-vloer

NVOER GEGEVENS

rrrein gegevens (v=v_meteo*k*z^a):	k [-]	a [-]			
stedelijk gebied:	0.350	0.250			
windsnelheid op 10 m hoogte [m/s]:	5.000				
gegevens binnengebieden:	V [m3]	T [°C]	E [g/h]		
1 kruipruimte:	20.000	10.000	1.000		
2 woonruimte:	100.000	18.000	0.000		
gegevens buitengebieden:	Cw [-]	T [°C]	z [m]	Ce [mg/m3]	
3 loefzijde:	0.800	0.000	4.000	0.000	
4 lijzijde:	-0.400	0.000	4.000	0.000	
5 dak:	-0.400	0.000	6.000	0.000	
gegevens stromingsovergangen en berekend thermisch drukverschil:	C [m3/h..]	[..]	1/n [-]	z [m]	Pth
van ruimte 1 naar ruimte 2.					
1 kruipluik kieren:	8.000	3.000	0.650	0.600	-
2 kruipluik duimgat:	0.300	3.500	0.500	0.600	-
3 vloer bouwbesluit:	0.072	48.000	0.600	0.600	-
van ruimte 1 naar ruimte 3.					
1 twee roosters:	0.300	50.000	0.500	0.300	·
van ruimte 2 naar ruimte 3.					
1 gevel:	0.360	10.000	0.650	1.800	·
van ruimte 1 naar ruimte 4.					
1 twee roosters:	0.300	50.000	0.500	0.300	·
van ruimte 2 naar ruimte 4.					
1 open klepraam:	0.300	600.000	0.500	1.800	·
2 gevel:	0.360	10.000	0.650	1.800	·
van ruimte 2 naar ruimte 5.					
1 mechanische afzuiging:	150.000	1.000	0.000	6.000	·