

# Energieprestatie normering 'EPU' Installaties Dimensioneren

Stef Voermans  
Jos de Vries

*Ch*

# Inhoud college

- Warmte- en koelvermogensbepaling (EPU)
  - ◆ Warmtevermogensberekening
  - ◆ Ketel capaciteit
  - ◆ Koelvermogenberekening
  - ◆ Belastingduurkromme
- Ventilatie
  - ◆ Leiding diametersluchtkanalen

*Ch*

# Warmtevermogensbepaling mbv EPU

*Ch*

# Verwarmingsvermogen

- Bepalen ketelcapaciteit m.b.v EPU
  - ◆ transmissiewarmteverlies
  - ◆ ventilatie/infiltratiewarmteverlies
  - ◆ Systeem- en opwekkingsverlies
- Formeel volgens NEN 5066 (ISSO 4, ISSO 51)
  - ◆ Opwarmtoeslag (massa)
  - ◆ andere ontwerptemperaturen (bijv. gang 15 °C en toilet 10 °C)



# Verwarmingsvermogen

## ■ Ontwerptemperatuur

- ◆ buiten  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ◆ binnen conform EPC. Kantoor:  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$

## ■ Bouwkundige kenmerken

- ◆ transmissie
- ◆ ventilatie/infiltratie

*Ch*

# Warmtevermogensbehoefte

$$Q_{\text{warmtevermogen}} = Q_{\text{transm}} + Q_{\text{ventilatie}} + Q_{\text{infiltratie}} \quad [\text{W}]$$

$$Q_{\text{transmissie}} = A \cdot U \cdot (T_e - T_i) \quad [\text{W}]$$

$$Q_{\text{ventilatie}} = n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot (T_e - T_i) \quad [\text{W}]$$

$$Q_{\text{infiltratie}} = n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot (T_e - T_i) \quad [\text{W}]$$

$$\rho_{\text{lucht}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

$$c_{\text{lucht}} = 1000 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

*Ch*

## $Q_{\text{transmissie}}$

- $Q_{\text{transmissie}} = \Sigma (A \cdot U) \cdot \Delta T \text{ [W]}$

- $U = 1 / (r_i + R_c + r_e)$

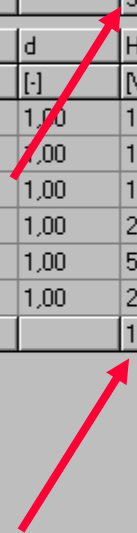
*Ch*



- objectgegevens
- deling gebouw
- ouwkundige gegevens
- stallatieW
- stallatieE
- resultaten
  - Specificatie verwarming
    - + Verwarming per maand
    - Deelgegevens transmissie/zontoetreding
      - A.1 - kantoorgebouw
    - Deelgegevens ventilatie/infiltratie
      - A.1 - kantoorgebouw
    - Deelgegevens interne warmtelast per sector
  - Specificatie ventilatoren
  - Specificatie warm tapwater
  - Specificatie pompen
  - Specificatie koeling
  - Specificatie bevochtiging
  - Specificatie verlichting
  - Specificatie bijdrage fotovoltaïsche zonne-energiesys
  - Specificatie compensatie WK

Dichte delen	a	d	Htr	A·d	
	[-]	[-]	[W/K]	[m2]	
zuidwestgevel - eternitgevel	1,00	1,00	15,1	47,9	▲
zuidwestgevel - staal	1,00	1,00	3,3	10,4	■
zuidwestgevel - pleister	1,00	1,00	22,6	71,8	
Dak - dichtdak	1,00	1,00	192,7	611,7	
Vloer - vloer	0,77	0,70	125,1	370,3	
overstek vloer - vloer overstek	1,00	1,00	42,1	133,5	▼
<b>Totaal</b>			<b>573,8</b>	<b>1794,9</b>	

Transparante delen	a	d	Htr	A·d	Qzont
	[-]	[-]	[W/K]	[m2]	[MJ]
zuidwestgevel - glas transp	1,00	1,00	140,1	63,7	77940
zuidwestgevel - glas wit zeefdruk	1,00	1,00	165,2	75,1	61259
zuidwestgevel - glazen deur	1,00	1,00	11,7	5,3	6485
Dak - glasdak	1,00	1,00	27,1	12,3	18908
noordwestgevel - glas wit zeefdruk	1,00	1,00	56,1	25,5	13456
noordwestgevel - blank glas	1,00	1,00	268,2	121,9	96490
<b>Totaal</b>			<b>1246,4</b>	<b>511,8</b>	<b>415776</b>



## $Q_{\text{ventilatie}}$

$$Q_{\text{ventilatie}} = n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T \text{ [W]}$$

■ **Woning: ventilatievoud  $n = 0,5 \text{ h}^{-1}$**

inhoud:  $A_{\text{vloer}} \cdot \text{hoogte} \Rightarrow V = 116 \cdot 6,5 = 754 \text{ m}^3$

capaciteit:  $n \cdot V \Rightarrow 0,5 \cdot 754 = 377 \text{ m}^3/\text{h}$

$\Rightarrow 105 \text{ dm}^3/\text{s} \Rightarrow 105/116 = 0,9 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

■ **Kantoor: ventilatievoud  $n = 2,0 \text{ h}^{-1}$**

*Ch*

## $Q_{\text{ventilatie}}$

$$Q_{\text{ventilatie}} = (1 - \eta_{\text{wtw}}) \cdot n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T \text{ [W]}$$

$\eta_{\text{wtw}} = 0$ , geen WTW, WTW=0,5-0,95

$$n = 0,5 \text{ h}^{-1} \quad n \cdot V = 105 \text{ dm}^3/\text{s} \Rightarrow 0,105 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho_{\text{lucht}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$$

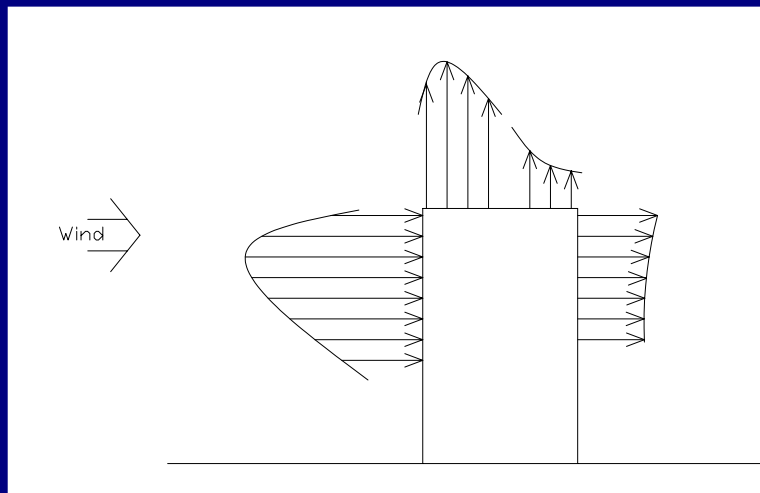
$$c_{\text{lucht}} = 1000 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 26 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{ventilatie}} = 0,105 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot 26 = 3276 \text{ W}$$

## Q<sub>infiltratie</sub>

- EPU: ca.  $q_{v10;kar} = 0,20 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$   
Waarde bij 10 Pascal!
- Bepaling werkelijke infiltratie is afhankelijk van gebouwhoogte



$q_{v,10;kar} / A_{g,sec}$ $dm^3/(s \cdot m^2)$	$u_{v,inf}$ $dm^3/(s \cdot m^2)$		
	Gebouwhoogte $h$ m		
	0 tot 10	10 t.m. 20	hoger dan 20
kleiner dan 0,20	0,03	0,05	0,09
van 0,20 tot 0,40	0,07	0,10	0,18
van 0,40 tot 0,60	0,11	0,16	0,30
van 0,60 tot 0,80	0,15	0,22	0,42
van 0,80 tot 1,00	0,20	0,29	0,54
gelijk aan en groter dan 1,0	0,26	0,38	0,72
onbekend	0,50	0,75	1,35
waarin: $q_{v,10;kar}$ is de luchtdoorlatendheid van de energiesector, gedefinieerd als de karakteristieke lucht volumestroom, bepaald volgens hoofdstuk 5 van NEN 2686; $A_{g,sec}$ is de gebruiksoppervlakte van de energiesector, in $m^2$ .			

## $Q_{\text{infiltratie}}$

- $Q_{v;10} \Rightarrow$  maximaal 200 l/s per 500 m<sup>3</sup>
- RGD 200 l/s per 3000 m<sup>3</sup> (bij netto verdiepingshoogte 2,7 m:  
 $q_{v;10} = 0,18 - 0,20 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2 \rightarrow$  debiet bij 10 Pa!

$$\star Q_{\text{infiltratie}} = 0,05 \cdot 1,2 \cdot 1000 \cdot 26 = 1560 \text{ W}$$

Ch



ojectgegevens

deling gebouw

ouwkundige gegevens

stallatieW

stallatieE

esultaten

]- Specificatie verwarming

  [- Verwarming per maand

  [- Deelgegevens transmissie/zontoetreding

    A.1 - kantoorgebouw

  [- Deelgegevens ventilatie/infiltratie

    A.1 - kantoorgebouw

    Deelgegevens interne warmtelast per sector

--- Specificatie ventilatoren

]- Specificatie warm tapwater

--- Specificatie pompen

]- Specificatie koeling

--- Specificatie bevochtiging

]- Specificatie verlichting

--- Specificatie bijdrage fotovoltaïsche zonne-energiesys

]- Specificatie compensatie WK

A.1 - kantoorgebouw

fregel;vent	<input type="text" value="1,0"/>	[-]	uv;inf	<input type="text" value="0,07"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]
Nwtw	<input type="text" value="0,60"/>	[-]	uv;min	<input type="text" value="1,30"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]
fvent;sec	<input type="text" value="0,30"/>	[-]	uv;m,max	<input type="text" value="1,30"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]
Hvent;verw	<input type="text" value="396,7"/>	[W/K]	uv;m	<input type="text" value="1,40"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]
			uv;m,e	<input type="text" value="1,40"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]
			uv;n	<input type="text" value="0,00"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]
			uv;verw	<input type="text" value="0,24"/>	[dm <sup>3</sup> /sm <sup>2</sup> ]



# Warmtevermogensbehoefte

$$Q_{\text{warmtevermogen}} = Q_{\text{transm}} + Q_{\text{ventilatie}} + Q_{\text{infiltratie}} \\ [\text{W}]$$

$$Q_{\text{warmtevermogen}} = 5192 + 3276 + 1560 \\ = \underline{10028 \text{ W}}$$

*Ch*

# Ketelcapaciteit

$$Q_{\text{ketel,EPU}} = 1/\eta_{\text{sys}} \cdot 1/\eta_{\text{opw}} \cdot Q_{\text{warmtevermogen}}$$

[W]

$$\eta_{\text{sys}} = 0.9 - 1.0 \quad (\text{leidinglengte, syst.temp afhankelijk})$$

$$\eta_{\text{opw}} = 0.39 - 0.975 \quad (\text{Wp 2 - 5,5})$$

Opgave: Aangeven welke systeem je hebt, waarden te nemen uit de EPU.

*Ch*



CAUBERG-HUYGEN  
RAADGEVENDE INGENIEURS BV

# Koelvermogensbepaling mbv EPU



## ■ Koellastberekening (warmtebalans)-ISSO 8

$$Q_{\text{koellast}} = Q_{\text{intern}} + Q_{\text{extern}}$$

De binnen- en buitentemperatuur constant:

■  $\Delta T = T_e - T_i$

$T_i = 25^\circ$  (max.)

$T_e = 28^\circ$

Rendement cq verliezen worden hier verwaarloost voor de opgave

*Ch*

■  $Q_{\text{intern}}$

$$Q_{\text{persoon}} + Q_{\text{verlichting}} + Q_{\text{apparatuur}}$$

(10 W/m<sup>2</sup>)      (10 W/m<sup>2</sup>)      (15 W/m<sup>2</sup>)

Waarden zijn afhankelijk van:

$Q_{\text{persoon}}$ : metabolisme, kleding (clo-waarde)

$Q_{\text{verlichting}}$ : geïnstalleerd vermogen, afgezogen

$Q_{\text{apparatuur}}$ : pc's, monitoren, printers,

*Ch*

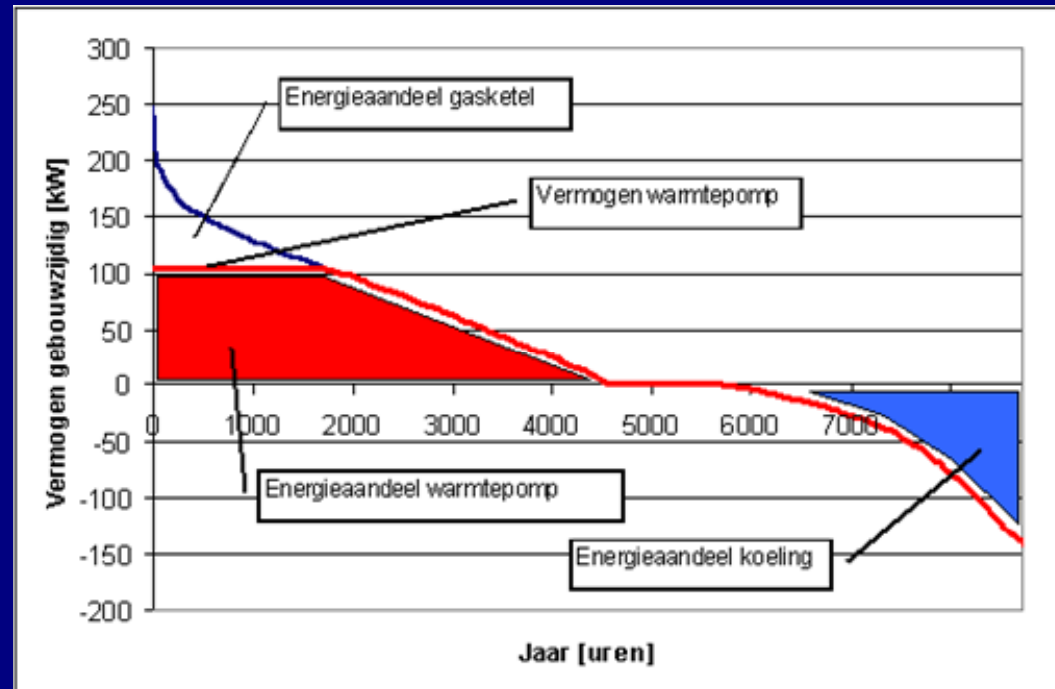
- $Q_{\text{extern}} = Q_{\text{glas,zon}} + Q_{\text{transmissie}} + Q_{\text{ventilatie}}$
- $Q_{\text{glas,zon}}$   
 $A_{\text{glas}} * q_{\text{zon}} (\text{W/m}^2) * ZTA$
- $Q_{\text{transmissie}}$   
 $A(\text{gevel/raam}) * U(\text{gevel/raam}) * \Delta T$
- $Q_{\text{ventilatie}}$   
 $V * c_{\text{lucht}} * \rho_{\text{lucht}} * \Delta T$  (let op bypass WTW)

Ch

# Belastingduurkromme

- Model (-programma's)
  - ◆ Vabi VA-114, TRNSYS
  - ◆ Referentie jaar, 1964
  - ◆ GTO, AGTO
- Warmte en koelbehoeften, stooklijn
- Uitgangspunten moeten helder zijn
- geen capaciteitsbepaling piekvermogen!

# Belastingduurkromme



# Ventilatie

*Ch*

# Ventilatie - Bezettingsgraad

- Bezettingsgraadklasse niet (meer) afhankelijk van aantal mensen per  $m^2$  verblijfsgebied, klasse afhankelijk van gebruiksfunctie.
- Volgens Bouwbesluit (art. 201) 5 klassen, B1 t/m B5
- Hoe lager de klasse hoe meer personen/  $m^2$  verblijfsgebied



# Ventilatie

- Besloten ruimte bestemd voor het verblijf van mensen
  - ◆ Kantoor - verblijfsruimte/gebied
  - ◆ Opslag- *geen* verblijfsruimte/gebied
  - ◆ Machinewerkplaats - verblijfsruimte/gebied

Ch

# Bezettingsgraad

Tabel 6: Relatie tussen bezettingsgraadklasse en de minimaal vereiste ventilatie per m<sup>2</sup> verblijfsgebied voor de verschillende gebouwfuncties

Minimum ventilatie dm <sup>3</sup> /s.m <sup>2</sup>	Minimaal vereiste ventilatie bij bezettingsgraadklassen B1 t.m. B5 voor de verschillende gebouwfuncties											
	0,5	0,8	1,0	1,3	1,4	1,9	3,2	3,5	4,8	8,0	8,8	
Gebouwfunctie												
kantoor				B1-B5								
onderwijs					B3			B2				B1
logies			B1-B5									
cel/cellen			B1-B5									
gezondheid, niet klinisch				B1-B5								
horeca		B3				B2			B1			
winkel	B4	B3				B2						
bijeenkomst		B3				B2			B1			
sport	B4-B5	B3				B2			B1			
sport, matig verwarmd	B4-B5	B3				B2			B1			
gezondheid, klinisch				B1-B5								



# Kanaalafmeting

- Uitgangspunt  $V_{\text{kanaal}} = 5 \text{ m/s}$  (3-20 m/s)
- capaciteit  $q_v \text{ dm}^3/\text{s}$
- kanaalafmeting  $\text{m}^2$

- $q_v = A \cdot V \cdot 1000 \quad [\text{dm}^3/\text{s}]$

*Ch*

# Kanaalafmeting

- Inhoud standaard kantoor:

$$\begin{aligned} A_{\text{vloer}} \cdot \text{hoogte} &= (3,6 \cdot 5,4) \cdot 2,4 \\ &= 19,4 \cdot 2,4 = 46,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Ventilatie-eis:  $1,3 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$

$$Q = q \times A = 1,3 \cdot 19,4 = 25,3 \text{ dm}^3/\text{s}$$

- Ventilatievoud:

$$\begin{aligned} Q/1000 \text{ m}^3 \cdot 3600 \text{ s} / \text{Inh.} &= \\ &= 90,8 \text{ m}^3/\text{h} / 46,6 \text{ m}^3 = 2,0 \text{ [h}^{-1}\text{]} \end{aligned}$$

*Ch*

# Kanaalafmeting

■ Ventilatiecapaciteit = 25,3 dm<sup>3</sup>/s

$$q_v = A \times V \times 1000 = 25,3 \text{ dm}^3/\text{s} \quad [\text{dm}^3/\text{s}]$$

$$A \times 5 \text{ m/s} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 0,005 \text{ m}^2$$

Dus rond 80 mm

**Ch**

# Kanaalafmeting

Standaard afmetingen:

diameters: 80, 100, 125, 150, 160, 200, 250,  
315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 mm

rechthoekig: 100, 150, 200, 250, 300, 400,  
500, 600, 800, 1000, 1200, 1400 enz.

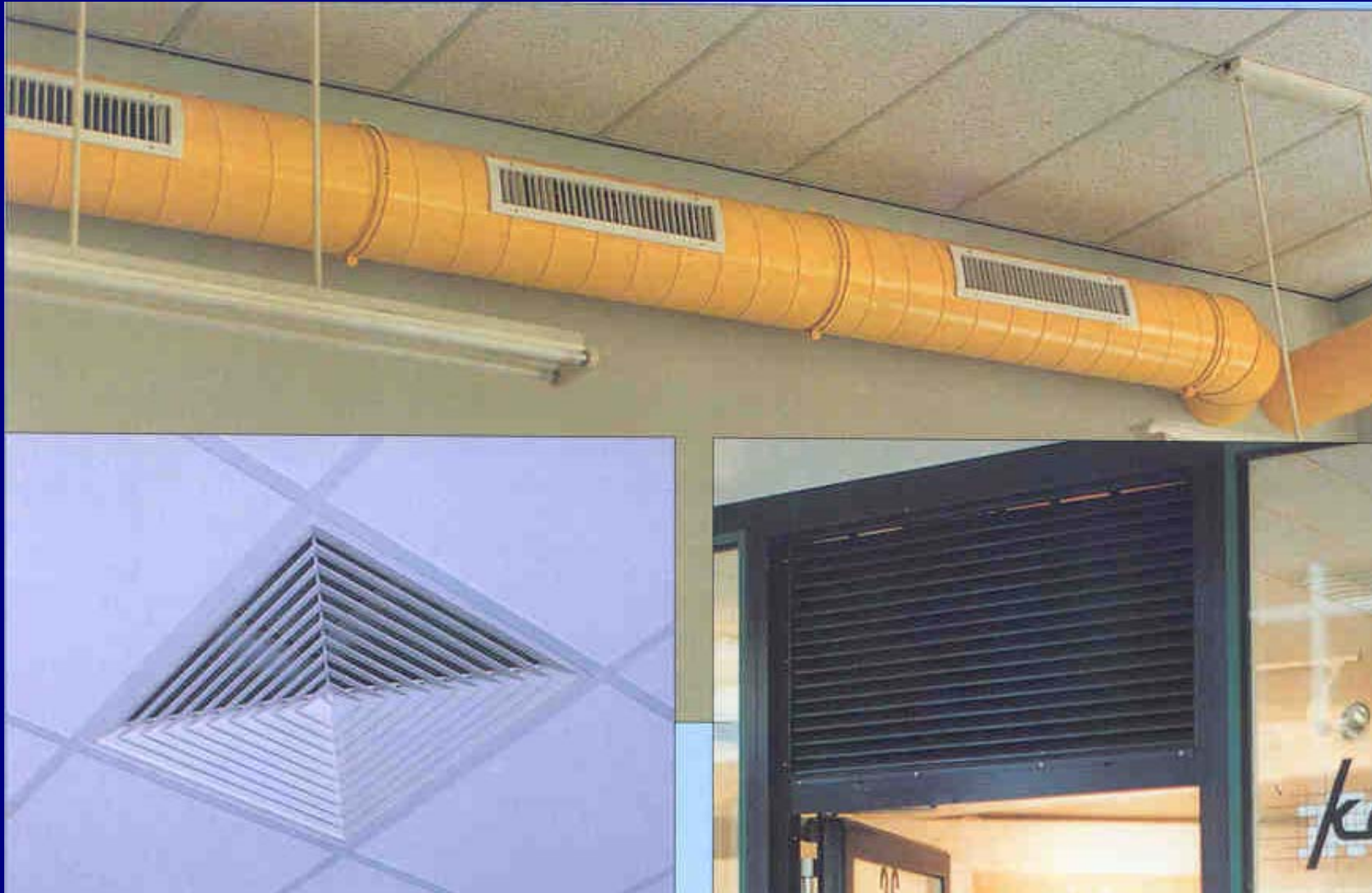
hoogte/breedte-verhouding:  $0,25 \leq h/b \leq 4$

# Kanaalafmeting



*Ch*

# Kanaalafmeting



RIBACS - Rotterdams Instituut voor Bouwkunde Architectuur Civiele techniek en Stedenbouw - Mozilla Firefox

File Edit View Go Bookmarks Tools Help

http://www.ribacs.hro.nl/?Opleiding=4

**RIBACS**  
Rotterdams Instituut voor Bouwkunde Architectuur Civiele techniek en Stedenbouw  
**BOUWKUNDE DEELTIJD**

**RIBACS studenten**  
Kies een site...  
Hoofdmenu

**Terug**

**U bevindt zich in**  
Home >> Kernprogramma >> Per semester >> SEM5

**SEM5**

- epu-theorie Berry.zip
- epu-installaties Berry.zip
- voorbeeldEPU Berry.zip
- EPU-verlichtingsplan.ppt
- epu-installdimensioneren.ppt

Done

Start | littlehou... | epu-insta... | epu-insta... | RIBACS ... | diverse | download... | 18:34

Vragen?

*Ch*