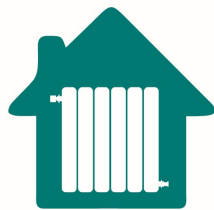


Warmtebelasting van gebouwen

Prenormatief onderzoeksproject SmartPower –
reflecties over tussentijdse resultaten.



**SMART
POWER**



Webinar ATIC 18 en 25 november 2020

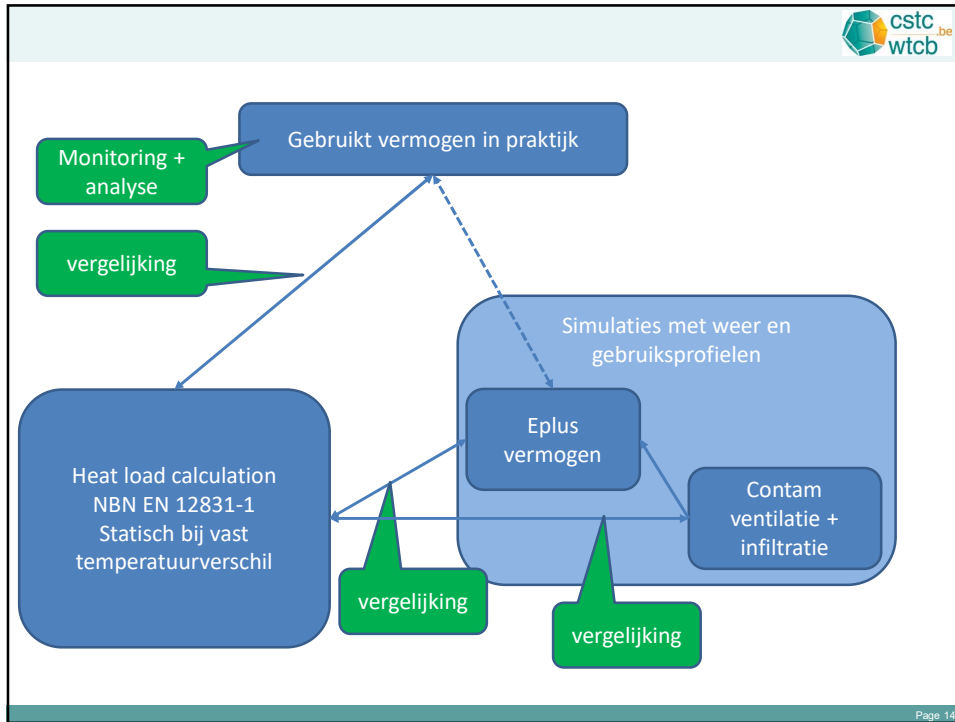
Disclaimer

Presentaties maken geen onderdeel uit van de officiële publicaties van het WTCB en mogen dus niet als referentie gebruikt worden.

Het, zelfs gedeeltelijk, overnemen of vertalen van presentaties is slechts toegelaten na voorafgaand schriftelijk akkoord van het WTCB.

Het webinar van 18 en 25 november 2020 toont tussentijdse resultaten van een lopend prenormatief onderzoek, gesteund door FOD Economie. De getoonde resultaten zijn voorlopige resultaten, die nog kunnen worden gewijzigd. Het voornaamste doel van het webinar is om een reflectie op gang te brengen tussen de uitvoerders van het project en experts uit de sector.

Work in progress

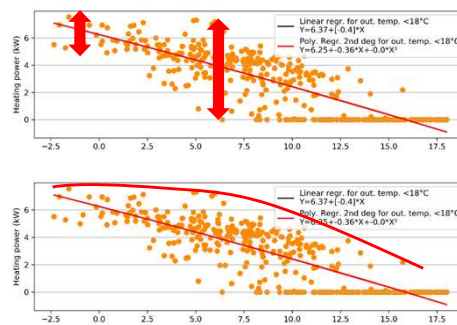


143

Monitoring

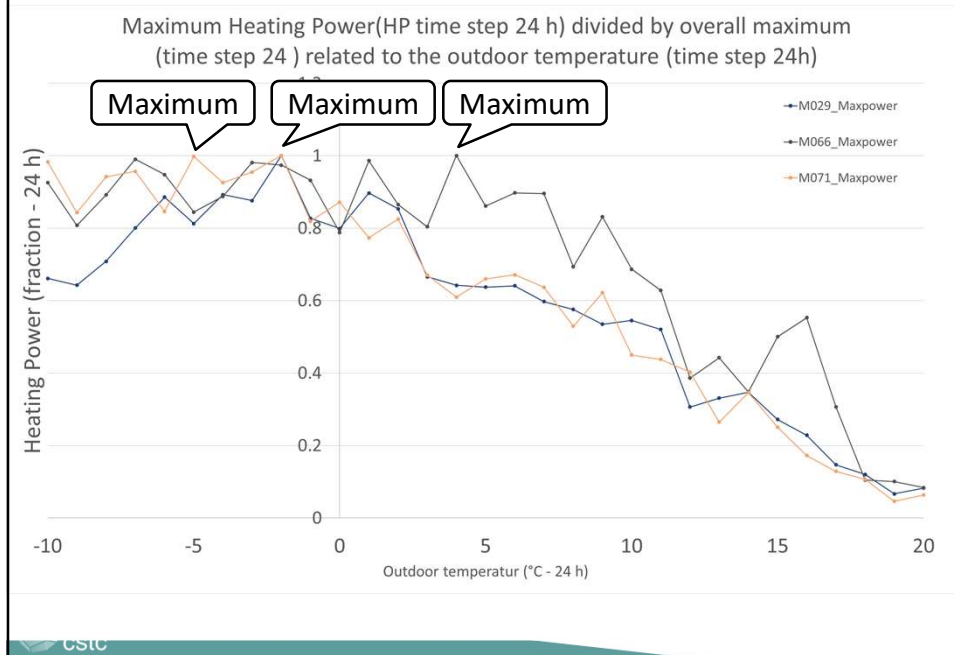
Wide scatter

Trend of maxima



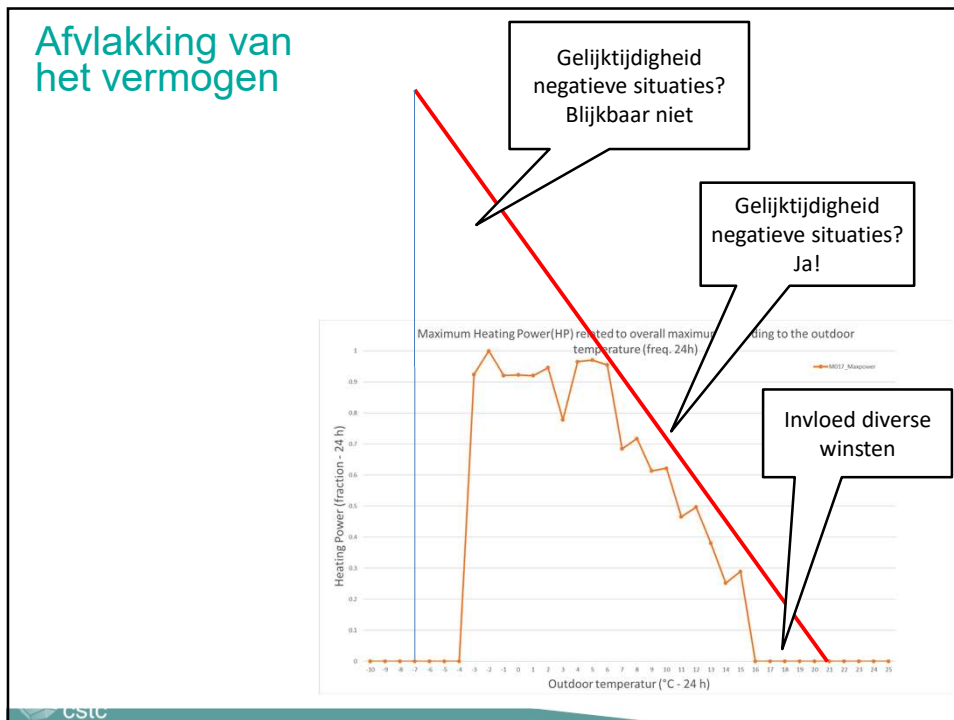
144

Ook cases met zeer lage temperatuur



145

Afvlakking van het vermogen



146

Uit de ontvangen vragen

Invloed van gebruikersgedrag?

- Kan een belangrijke oorzaak zijn van spreiding, en misschien ook van afplating
- Monitoring
 - Echte gebruikers, maar weinig info over gedrag
- Simulaties
 - Bevat een aantal voorgedefinieerde gebruikerspatronen
 - Aanwezigheid
 - Ventilatiesturing
 - Diverse temperatuurverlagingen (nacht, vakantie,...)
 - Maar zonder de onvoorspelbaarheid van de echte gebruiker

Page 147

147

Uit de ontvangen vragen

Waarom normatief geen maximale eis stellen aan luchtdichtheid?

- Heeft geen plaats in een berekeningsnorm
- Misschien wel in een regelgevend kader (EPB,...)?
 - Er is sinds 2006 ervaring opgedaan
 - Merk op: onderscheid tussen
 - Middelenverbintenis (en goede voorspelbaarheid)
 - Isolatie → S-peil (tenzij coheating)
 - Ventilatie → m-factor
 - Resultaatsverbintenis (en onzekerheid voor ontwerper en uitvoerder)
 - Luchtdichtheid: ook als men vele middelen inzet, is er geen garantie op het goed resultaat
 - Maar dat geldt natuurlijk ook voor de belofte van **temperatuurcomfort**
 - Of: "verwarmingsinstallatie berekend volgens de norm"
 - Of: "verwarmingsinstallatie voor gegarandeerd comfort"

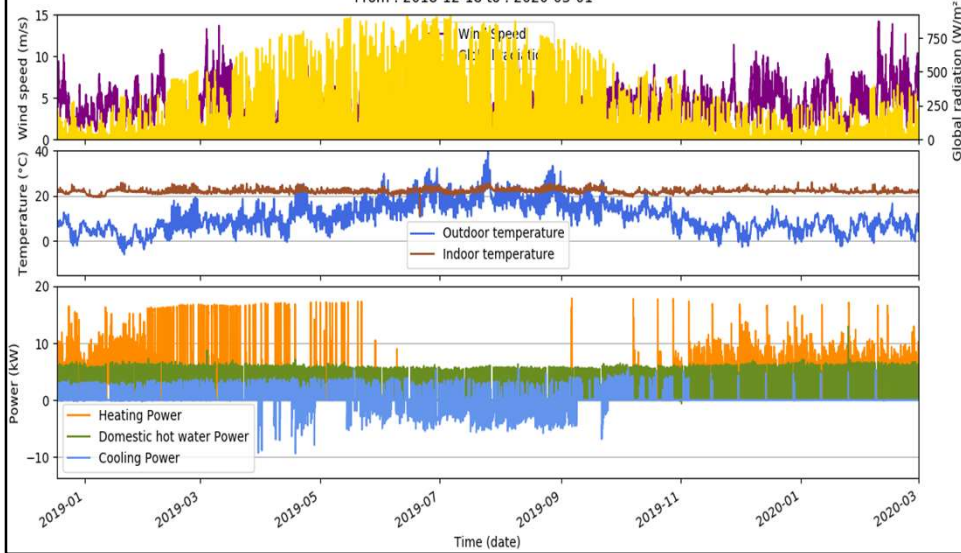
Page 148

148

Case 17

Case 17
EN 14,7
BWHP 17,2
F/DHW/C

Figure 01 : Climate and Power to Time
Building identifier : 17-20200602-KMI
Averaging time step : 5min
From : 2018-12-18 to : 2020-03-01

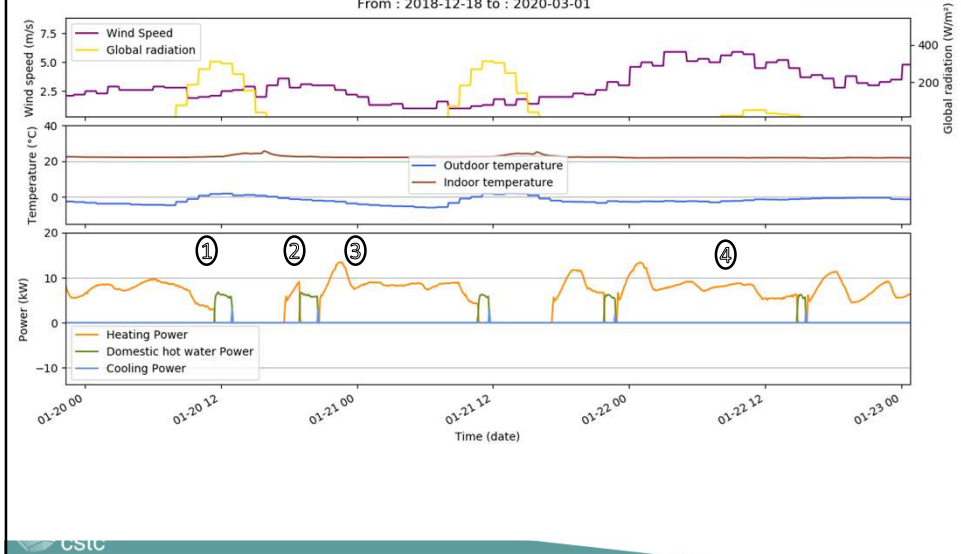


149

Case 17 zoom 3 days

Case 17
EN 14,7
BWHP 17,2
F/DHW/C

Figure 01 : Climate and Power to Time
Building identifier : 17-20200602-KMI
Averaging time step : 5min
From : 2018-12-18 to : 2020-03-01

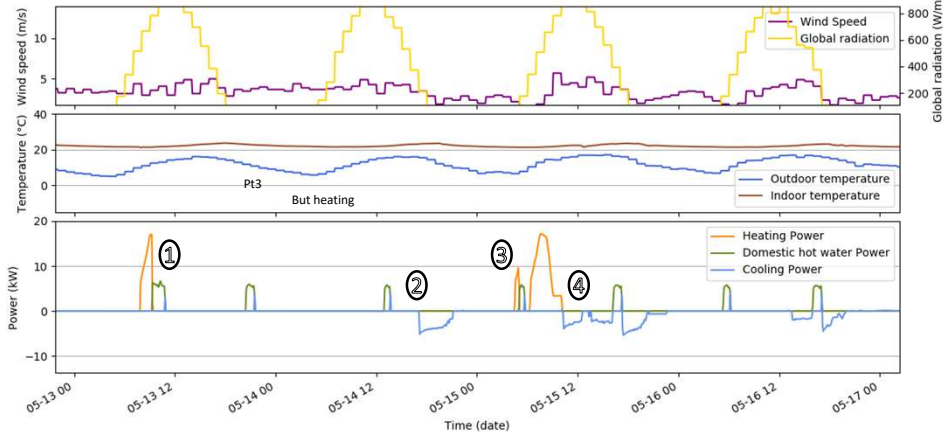


150

Case 17 zoom 4 days

Case 17
EN 14,7
BWHP 17,2
F/DHW/C

Figure 01 : Climate and Power to Time
Building identifier : 17-20200602-KMI
Averaging time step : 5min
From : 2018-12-18 to : 2020-03-01



153

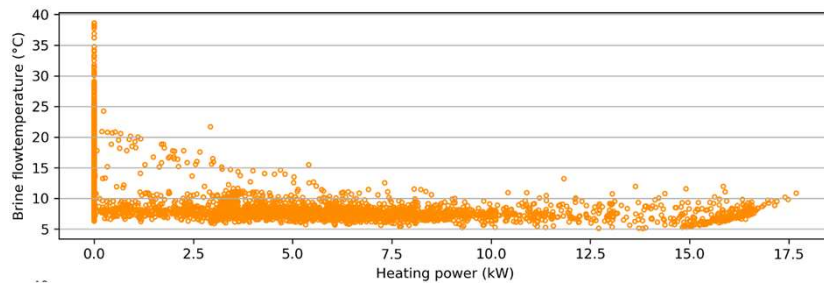
Power as a function of brine T° Case 17: BW HP

Case 17
EN 14,7
BWHP 17,2
F/DHW/C

Heating

- From 10 – 5 °C
- From 17,5 - 15 kW
- → size HP at lowest T°

Figure 02e : Brine temperature to Power
Building identifier : M017
Averaging time step : 1H
From : 2018-12-18 to : 2020-03-01

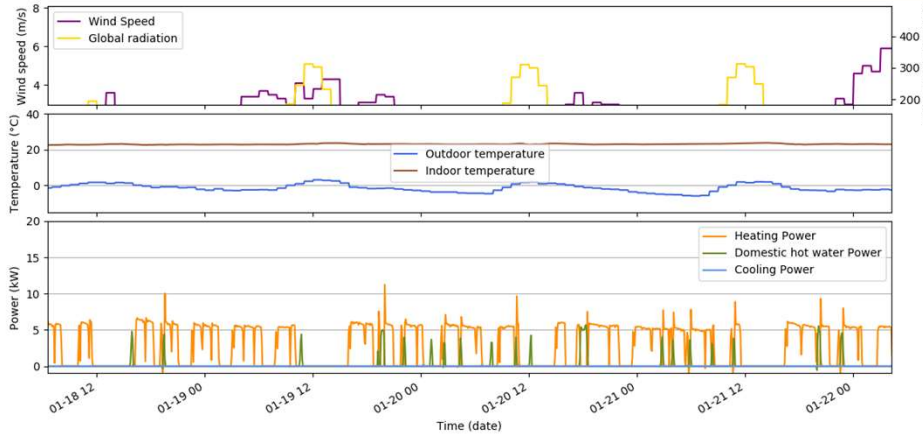


154

Case 18 zoom 4 days

Case **18**
 EN ?
 AWHP 7,5
 F/D/?

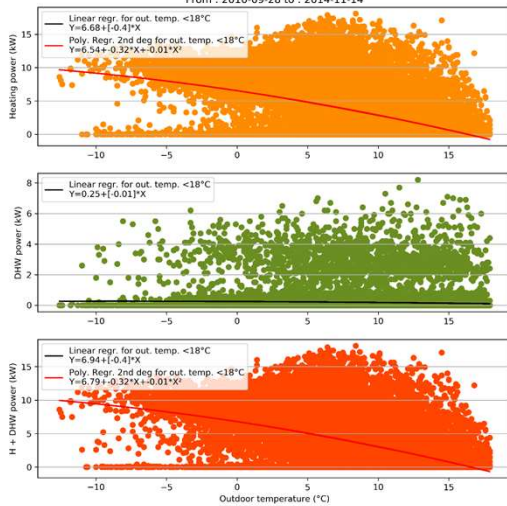
Figure 01 : Climate and Power to Time
 Building identifier : 18-20200602-KMI
 Averaging time step : 5min
 From : 2018-12-18 to : 2020-02-29



157

Domestic hot water

Figure 17b : Power (heating + DHW) to Outdoor temperature (Linear & Polynomial Regression)
 Building identifier : 29-20200514-KMI
 Averaging time step : 1h
 From : 2010-09-28 to : 2014-11-14



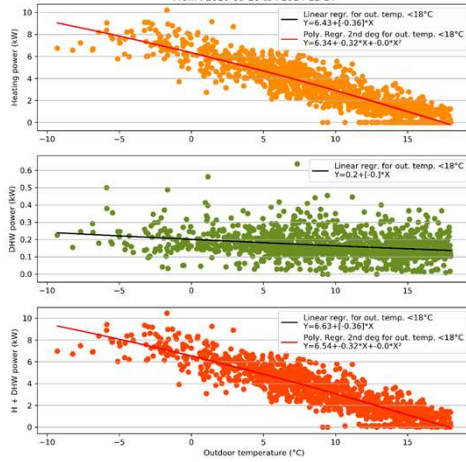
Sanitair piekvermogen << generatorvermogen

Op dagbasis = normaal
 Maar ook op 1h, 15', 5' ?

161

Domestic hot water

Figure 17b : Power (heating + DHW) to Outdoor temperature (Linear & Polynomial Regression)
 Building Identifier : 29-20200514-KM
 Averaging time step : 24H
 From : 2010-09-28 to : 2014-11-14



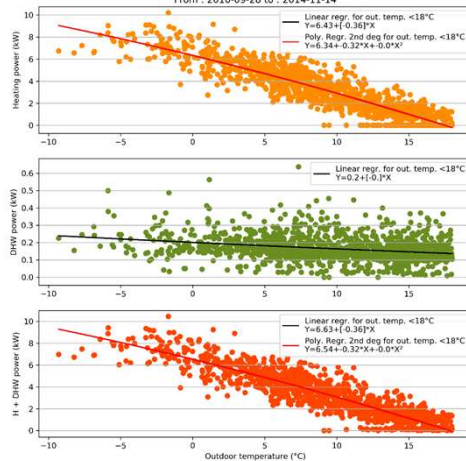
Maximaal sanitair dagvermogen > 3 x gemiddelde SWW vermogen

(of piekdagverbruik > 3 x gemiddeld SWW verbruik) (deze case)

162

Domestic hot water

Figure 17b : Power (heating + DHW) to Outdoor temperature (Linear & Polynomial Regression)
 Building Identifier : 29-20200514-KM
 Averaging time step : 24H
 From : 2010-09-28 to : 2014-11-14



Gezamenlijk vermogen H + DHW (10,3 kW)
 = ??Maximum heating + maximum DHW
 = ??Maximum heating + average DHW

163

Inhoud webinar



Wat en waarom dimensioneren?

Berekening volgens NBN EN 12831-1 ANB:2020

- Principes en vragen
- Toegepast op EPB gegevens
- En de praktijk: monitoring SmartPower

Analyses Smart Power

- **Infiltratie: Sébastien Peccue**
- Dynamische simulaties

Besluiten

Nu: keuzes voor maximaal realisme

Toekomst: aanpassingen berekeningsmethode?

Page 165

165



Infiltraties

Page 166

166

Methodologie en hypotheses

167

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen

- Huidige aanpak (NBN EN 12831-1 ANB:2020)

Lekdebiet, ruimte i

$$q_{v,leak,i} = f_v q_{50} \frac{V_i}{\sum V_i} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

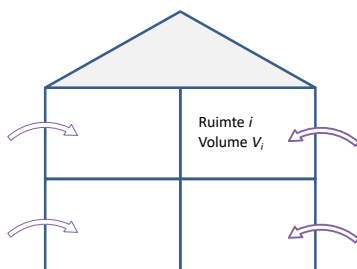
q_{50} = debiet bij 50 Pa drukverschil = luchtdichtheidstest

Warmteverlies, ruimte i

$$\Phi_{v,i} = 0.34 (\theta_i - \theta_e) (\dots + q_{v,leak,i} + \dots) [W]$$

Warmteverlies gebouw

$$\Phi_{v,gebouw} = \sum \Phi_{v,i} [W]$$



- Vereenvoudigde methode (Bijlage NB):
 - $f_v = 0.1$
 - $n_{50} = 6$ (waarde bij ontstentenis)
 - $\rightarrow q_{50,i} = n_{50} \cdot V_i$

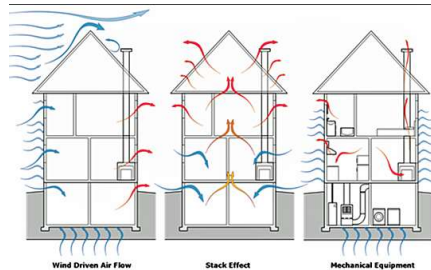
- f_v wordt verder LIR genoemd (Leak Infiltration Ratio)

168

Betekenis van f_v (of LIR)

$$q_{v,leak,i} = f_v q_{50} \frac{V_i}{\sum V_i} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

- Lekdebiet bij luchtdichtheidstest (q_{50}): 50 Pa drukverschil (tussen binnen/buiten) = aantal/grootte van de lekken
- Werkelijk lekdebiet: variabel met weer en ventilatiesysteem
- f_v = empirische factor om het werkelijke lekdebiet in te schatten



Vermogenberekening:
'worst-case' scenario

≠

Energieberekening:
gemiddelde over stookseizoen

Page 169

169

Multizone simulaties met CONTAM

- CONTAM = multizone air flow simulatie
- Simulatie inputs

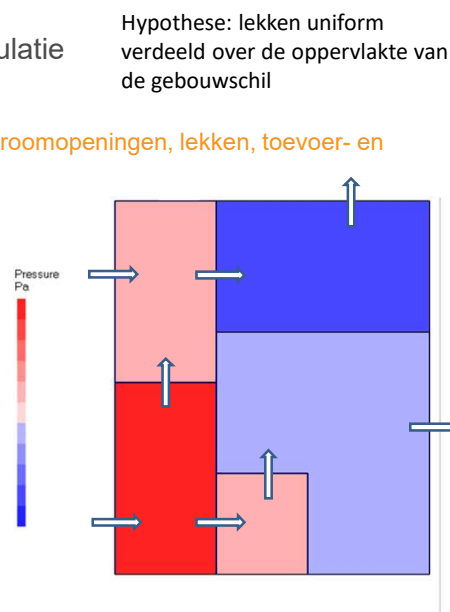
- grondplannen, volume zones, doorstroomopeningen, lekken, toevoer- en afvoerventielen, etc
- 10 jaar weerdata van KMI (wind, temperatuur, ...)

- Simulatie outputs

- Druk in elke ruimte
- Debieten tussen ruimten en van/naar buiten

- Wat doen we ermee ?

- Kijken naar de lekdebieten (op ruimte- en op gebouwniveau)
- Voor de "slechtste" situatie

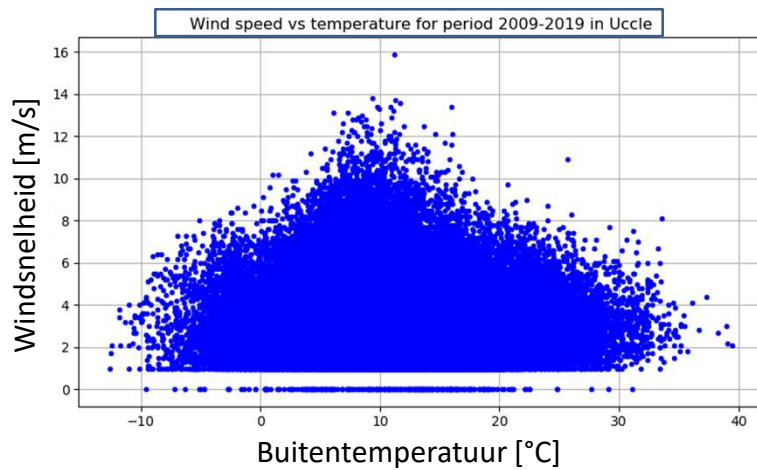


Page 170

170

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen

- Slechtste situatie ?
 - Lage temperatuur of sterke wind ? Of beide ?

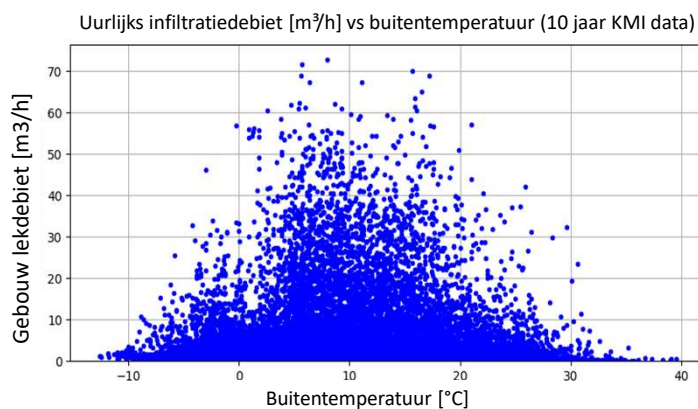


Page 171

171

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen

- Invloed van natuurlijke krachten op infiltratie
 - Resultaten van 10 jaar simulaties met KMI data (uurgegevens)



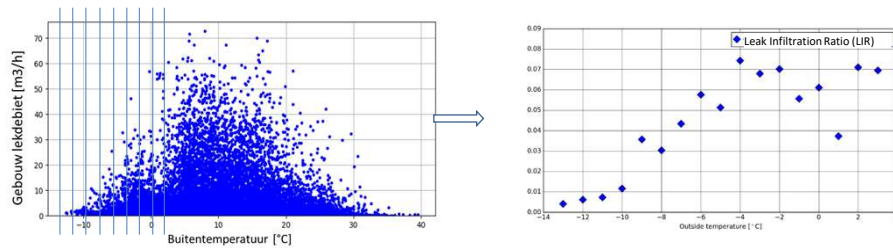
→ Warmteverlies door infiltratie is misschien niet maximaal bij de laagste (of ontwerp) buitentemperatuur

Page 172

172

LIR uit simulaties

- $LIR = q_{lek} / q_{50}$ (werkelijk/gemeten)
- Behouden van maximumwaarde in elk 1°C interval



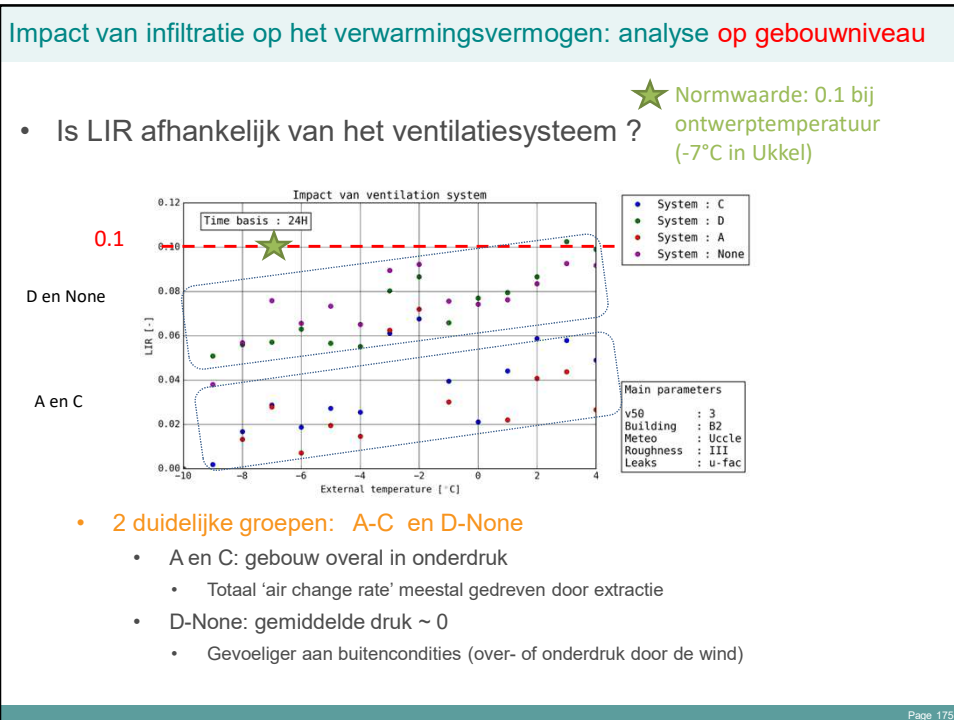
Page 173

173

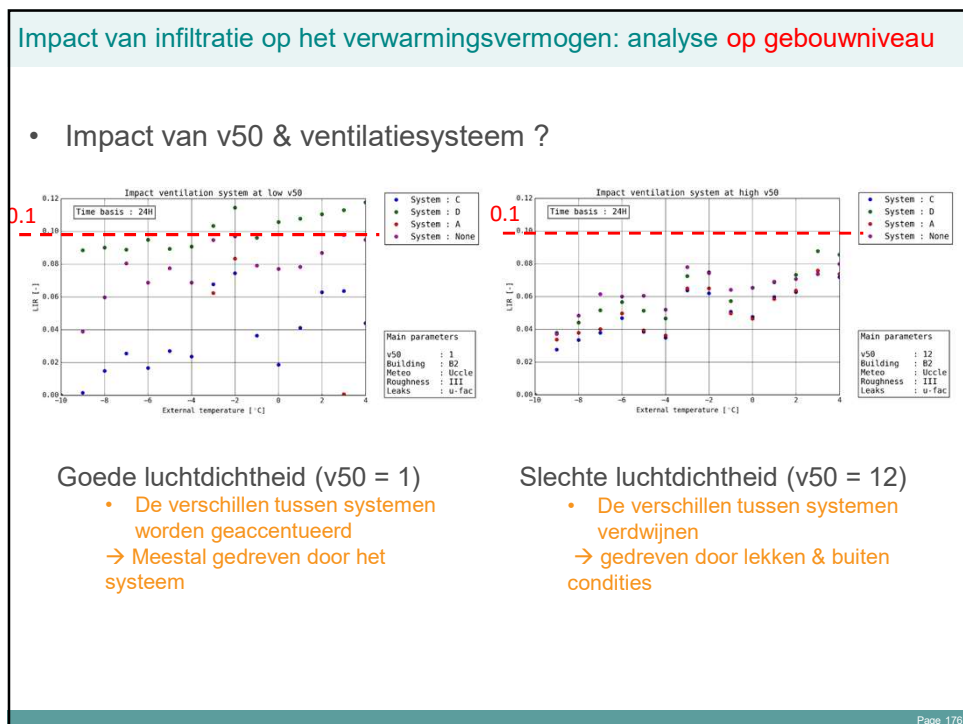
Analyse op gebouwniveau

Page 174

174



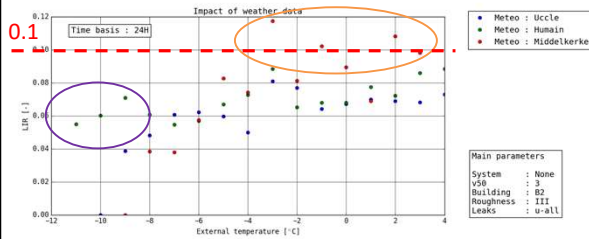
175



176

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op gebouw niveau

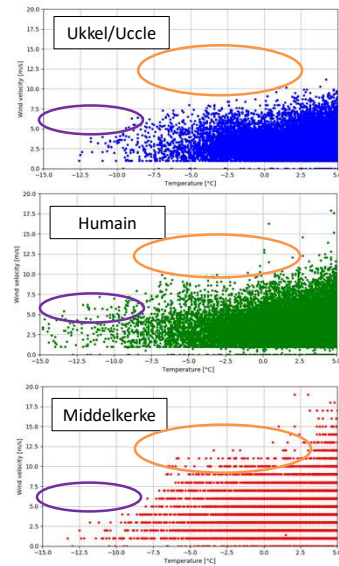
- Impact van locatie (weerfile) ?



Analyse

- Meer wind bij zeer lage temperaturen in Humain
- Sterkere wind voor $T > -6^{\circ}\text{C}$ voor Middelkerke
- De verschillen zijn toch niet zo groot (0.02-0.04)

KMI data (2009-2019)



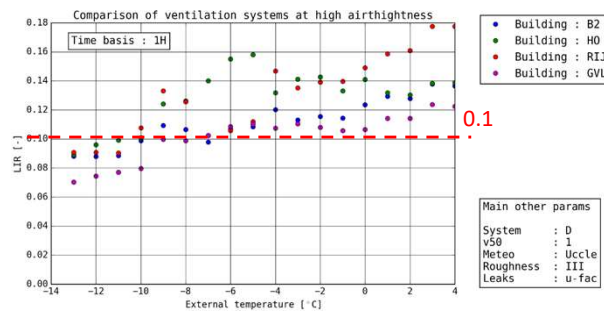
Page 177

177

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op gebouwniveau

- Impact van het gebouw

B2	4 gevels, 2 verdiepingen
HO	3 gevels, 2 verdiepingen
RJ	rijwoning, 2 verdiepingen
GVL	4 gevels gelijkvloers woning

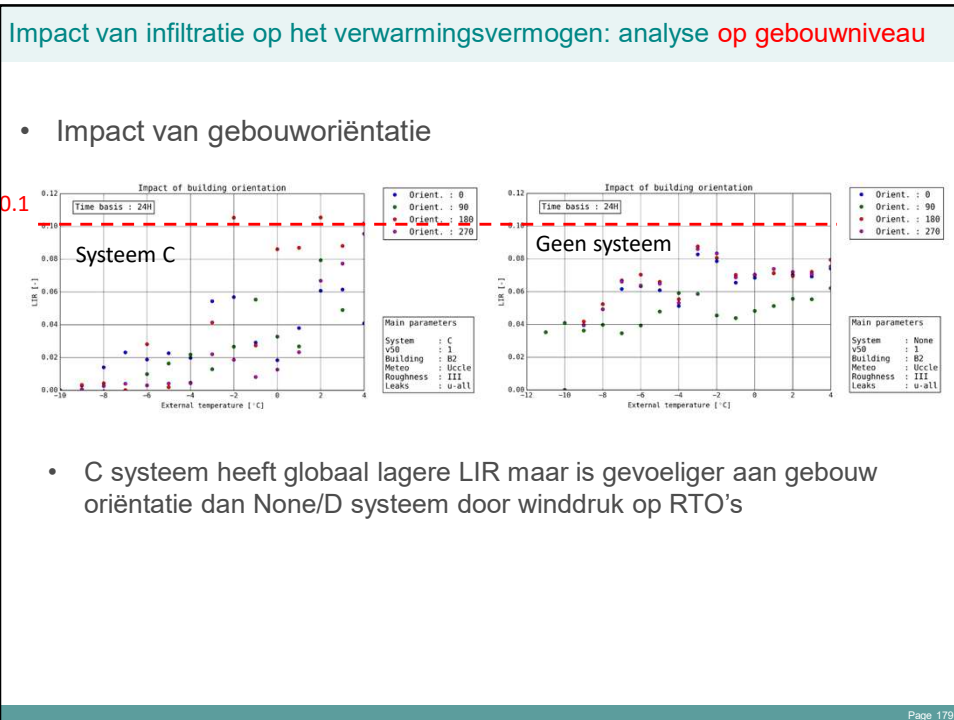


Globaal: beperkte invloed van het gebouw

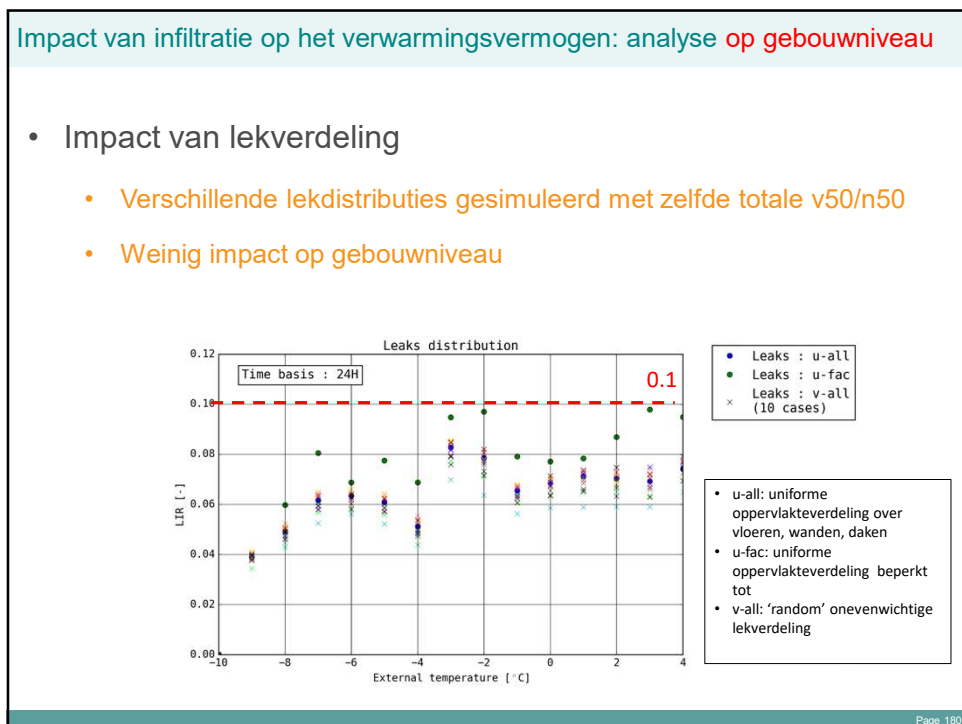
- HO (halfopen) hoger door gebouworientatie van dit geval
- GVL (gelijkvloers) een beetje lager (\rightarrow door beperkte gebouwhoogte)

Page 178

178



179



180

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op gebouwniveau

- Samenvatting van de trends op gebouw niveau

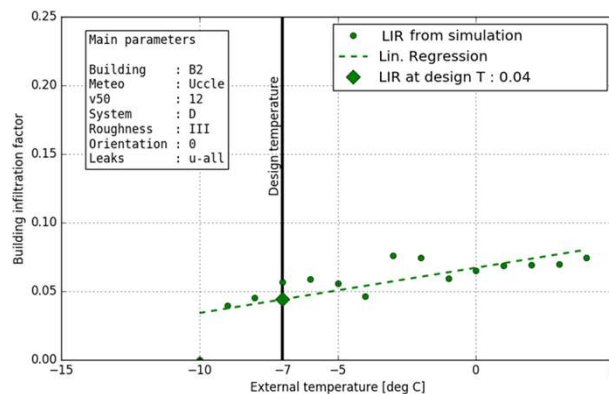
Parameter	Trend
v50	Weinig invloed zonder ventilatie
Ventilatiesysteem	<ul style="list-style-type: none"> • Sterke invloed met lage v50: <ul style="list-style-type: none"> • Lage LIR voor C • Hogere LIR voor D • Weinig invloed met hoge v50
Weerfile	Impact van combinatie wind/temperatuur
Beschutting (terreinruwheid)	Beperkt met lage v50, groter met hoge v50
Gebouworientatie	Weinig invloed voor D/None, sterkere invloed voor C
Lekverdeling	Weinig invloed
Gebouw (gevels, plan, ...)	Beperkte invloed – een beetje lager voor gelijkvloerse woning

Page 181

181

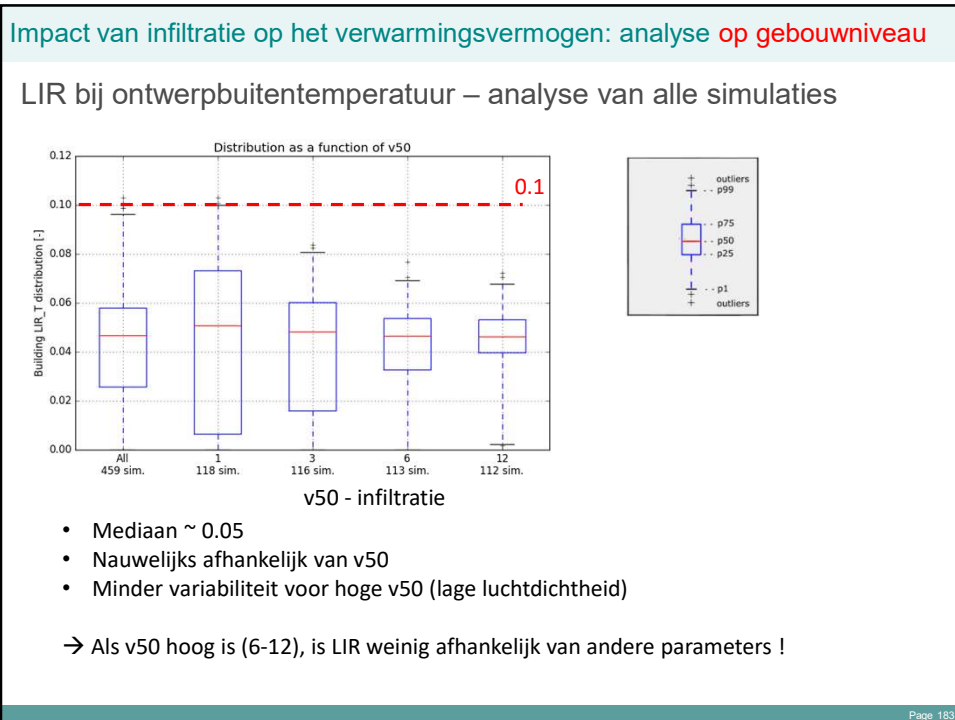
Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op gebouwniveau

- Puntenwolk goed voor kwalitatieve analyse, maar kwantitatieve analyse is moeilijk
- Weerhouden waarde: LIR bij ontwerptemperatuur (!afhankelijk van de locatie)

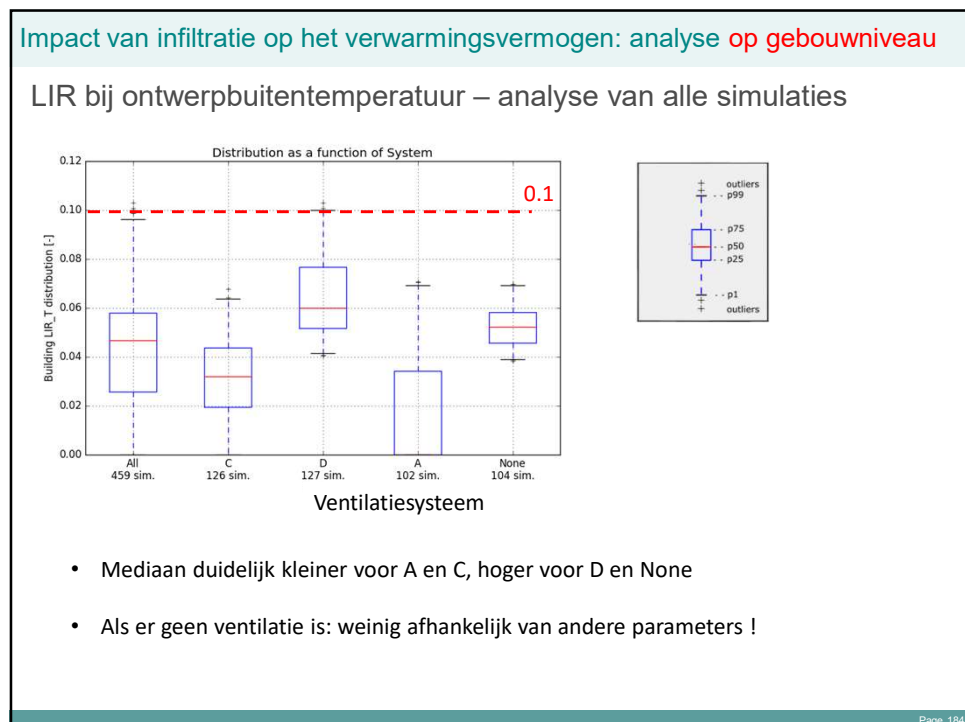


Page 182

182



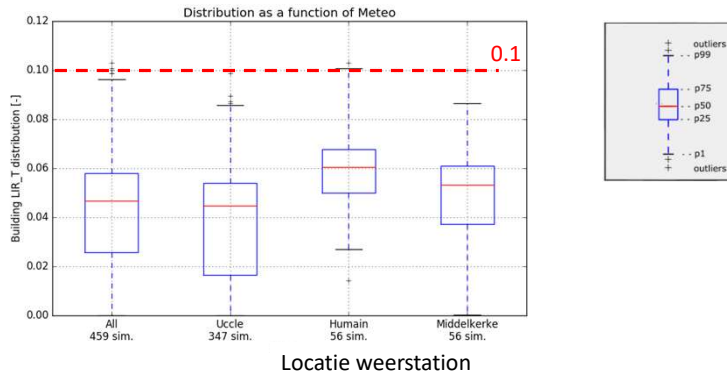
183



184

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op gebouwniveau

LIR bij ontwerp buitentemperatuur – analyse van alle simulaties



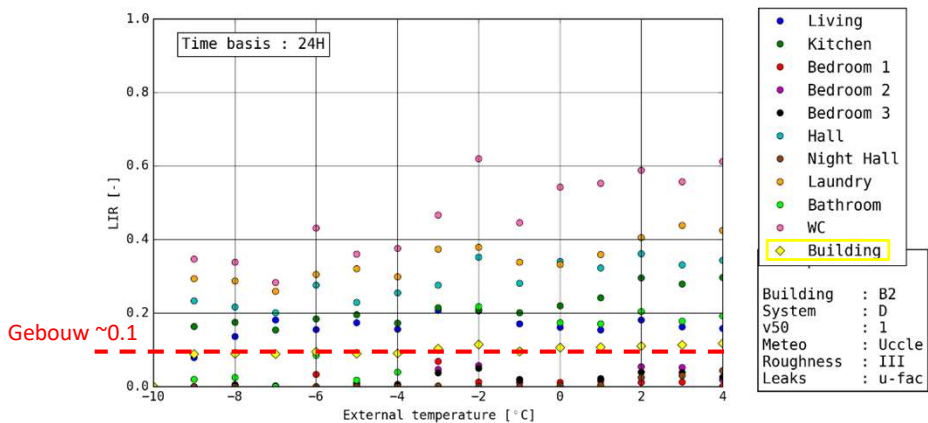
- Hogere LIR waarde voor Humain (bij ontwerp T!)

Page 185

185

Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op ruimteniveau

LIR op ruimteniveau: (extreem) voorbeeld



Page 186

186

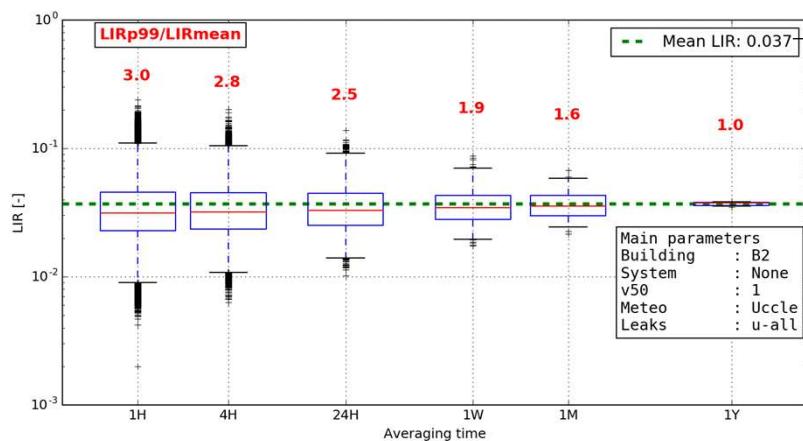
Impact van infiltratie op het verwarmingsvermogen: analyse op ruimteniveau

- Samenvatting op ruimteniveau
 - LIR's op ruimteniveau zijn een stuk hoger dan op gebouwniveau: vaak hoger dan 0.2, en tot 0.6 in het slechtste geval (gebouwniveau: < 0.1)
 - Natte ruimtes zijn kritischer door aangezogen buitenlucht
 - Impact van inhomogene verdeling van de lekken
 - Variatie tot 0.1 in vergelijking met het gelijkaardig homogeen geval (met de huidige hypothesen)
 - Maar we kennen te weinig over werkelijke lekverdelingen

Page 187

187

Impact van de beschouwde tijdsbasis (voor 1 specifiek geval)



Verwarming dimensionering

Korte termijn monitoring

Energieprestatie berekeningen (EPB)

0.037 = ~0.04 = 1/25 gebruikt in EPB

Page 188

188

Impact van infiltraties op verwarmingsdimensionering

Onderscheid gebouw/ruimte maken!

- **Gebouw:**
 - Gebuikte waarde 0.1 = +/- OK, als uiterste bovengrens
 - Maar verschillen
 - V-systeem! D > None > C (bij nominale V-debieten)
 - Hoger maximum bij hogere buitentemperaturen?
- **Ruimte:**
 - Veel grotere factoren, met andere invloeden (ook ruimtetype)
 - Ook evaluatie bij hogere buitentemperaturen?
 - Nog meer kans op hoger maximum – kan gemakkelijk berekend worden dankzij computerberekening
- **Parameters te beschouwen in toekomstige aanpak**
 - In eerste orde: V-systeem, luchtdichtheid, locatie
 - Verdere verfijning?: beschutting, gebouw typologie, ...

Page 189

189

Inhoud webinar



Wat en waarom dimensioneren?

Berekening volgens NBN EN 12831-1 ANB:2020

- Principes en vragen
- Toegepast op EPB gegevens
- En de praktijk: monitoring SmartPower

Analyses Smart Power

- Infiltratie
- **Dynamische simulaties**

Besluiten

Nu: keuzes voor maximaal realisme

Toekomst: aanpassingen berekeningsmethode?

Page 190

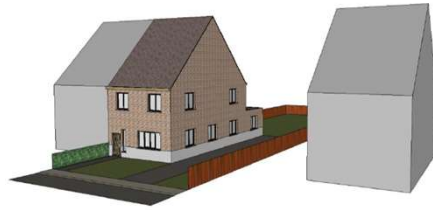
190

Simulaties



+/- 999 varianten (ongoing):

- 3 (4) woningmodellen
- Klimaatfile
- Oriëntatie
- Bezetting
- Ventilatiesysteem
 - Debietscontrole
- v50
- Tin
- Inertie - capaciteit
- U-waarde varianten
- G-waarde beglazing
- Gebruik (en temperatuurverlagingen)
- Comfort
- Afgiftesysteem



Page 191

191

Simulaties



Uitgevoerd door Stijn Verbeke – UAntwerpen

Software E+

Ventilatie en infiltratie:

- ingeladen vanuit CONTAM simulaties

Output:

- Vermogen op gebouwniveau
- Vermogen per ruimte

Berekend vermogen conform NBN EN 12831 ANB:2020

- (dus vanuit een ruimte per ruimteberekening)
- Scheidingsgevel met naastliggend gebouw
- Zonder opwarmvermogen
- HOB: 4 tot 28 kW (20/-7°C)

Page 192

192

Klimaatfile

Stookseizoen november-april

Op basis van weergegevens KMI

- Ukkel, Middelkerke, Humain (Marche)
- 2010-2020

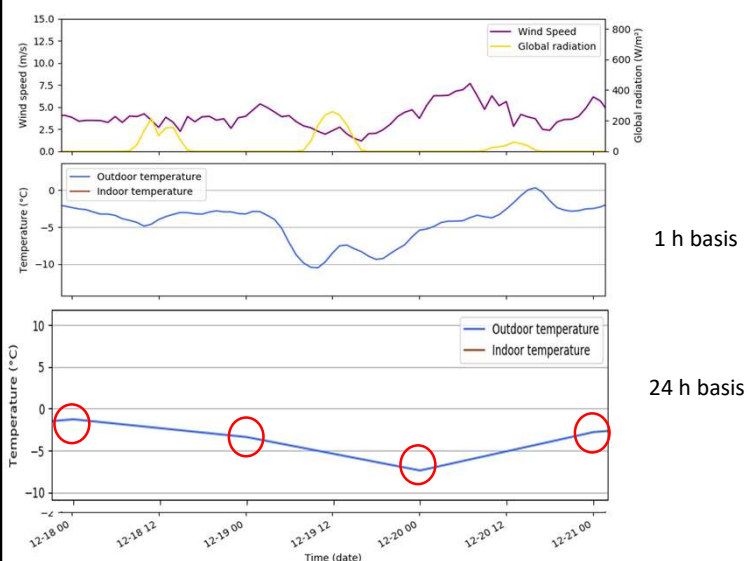
Klimaatfile

- Zonder koudegolf: voldoet aan definitie Ontwerpbuitentemperatuur (-7 °C voor Ukkel)
- Met koudegolf en dagen van -10 °C (Ukkel -9,3 °C)
 - Voor later onderzoek extremere situaties

193

Winterprik 18-21 december

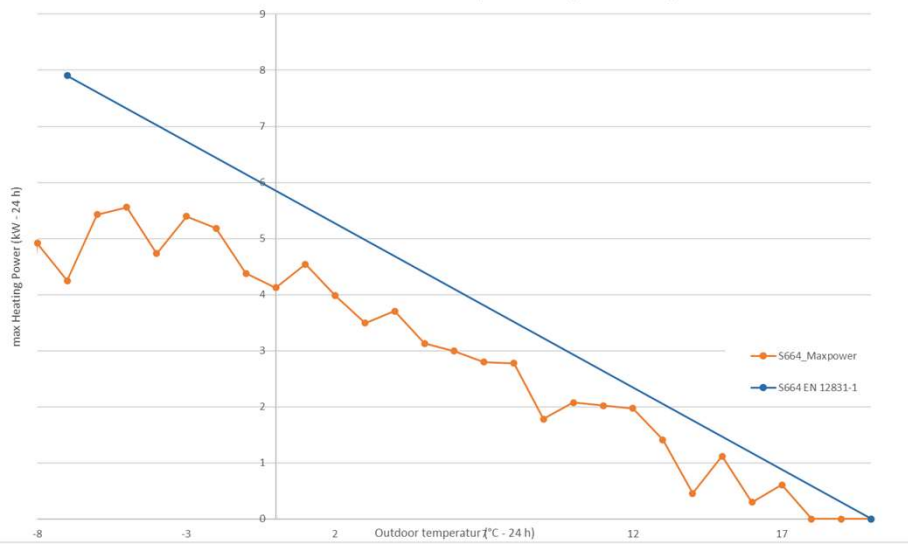
Building identifier :S664
Averaging time step : 1h
From : 2010-11-01 to : 2011-05-02



195

Simulations versus calculation

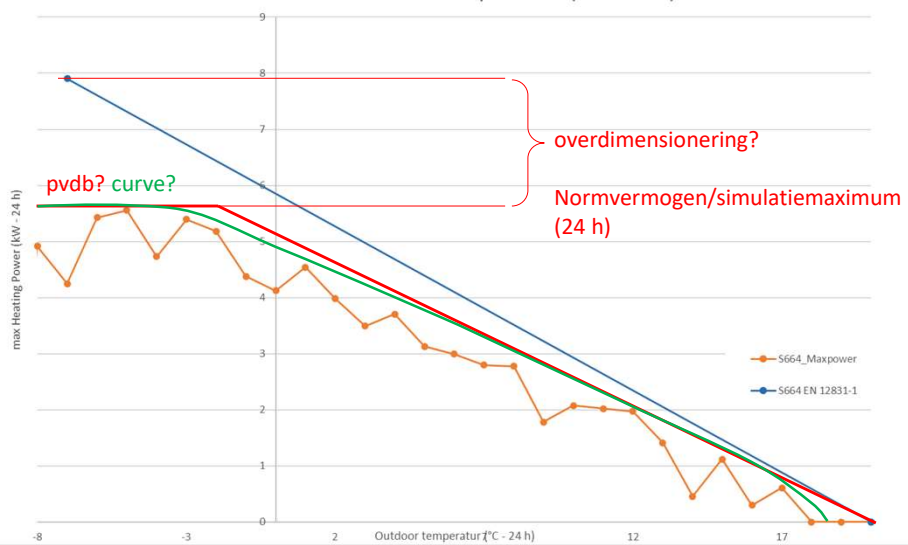
Maximum Heating Power(HP - time step 24 h) and NBN EN 12831-1 Heat Load related to the outdoor temperature (20201123)



198

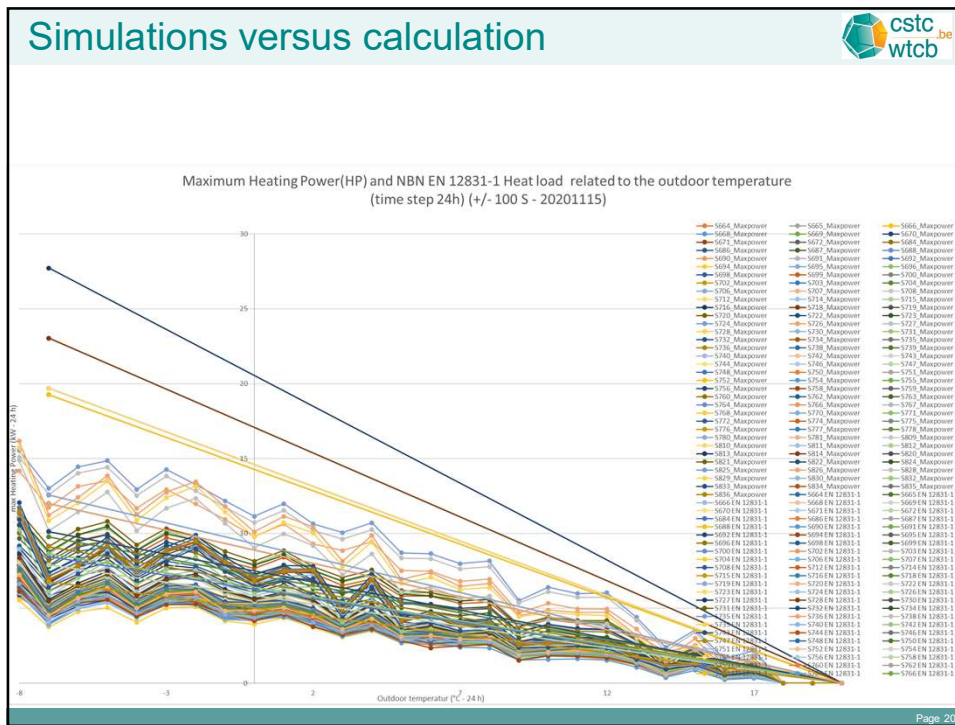
Simulations versus calculation

Maximum Heating Power(HP - time step 24 h) and NBN EN 12831-1 Heat Load related to the outdoor temperature (20201123)



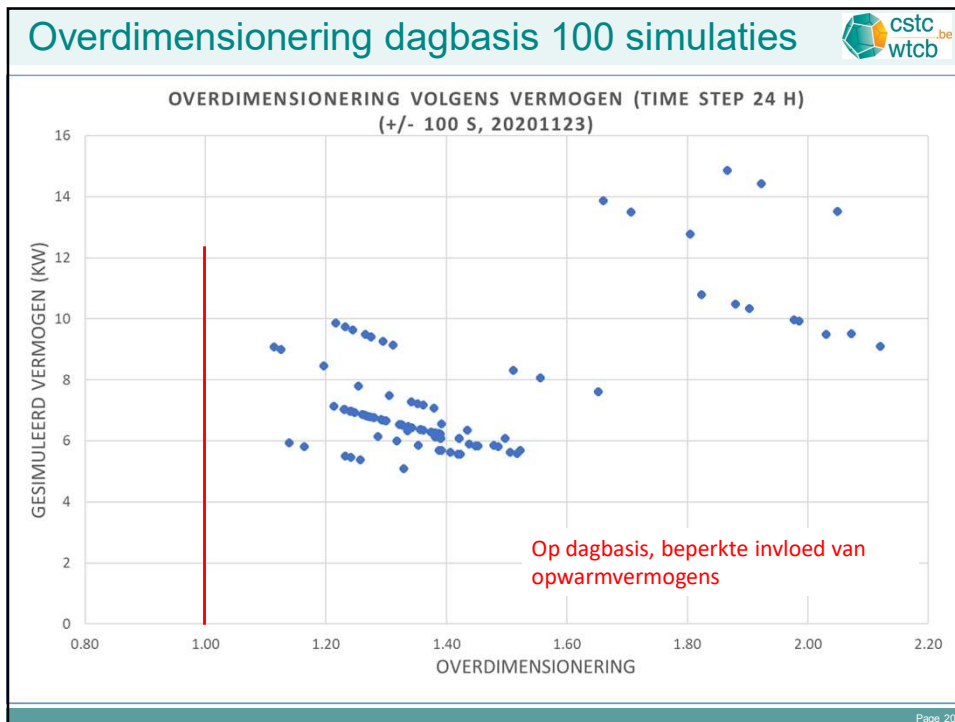
199

Simulations versus calculation

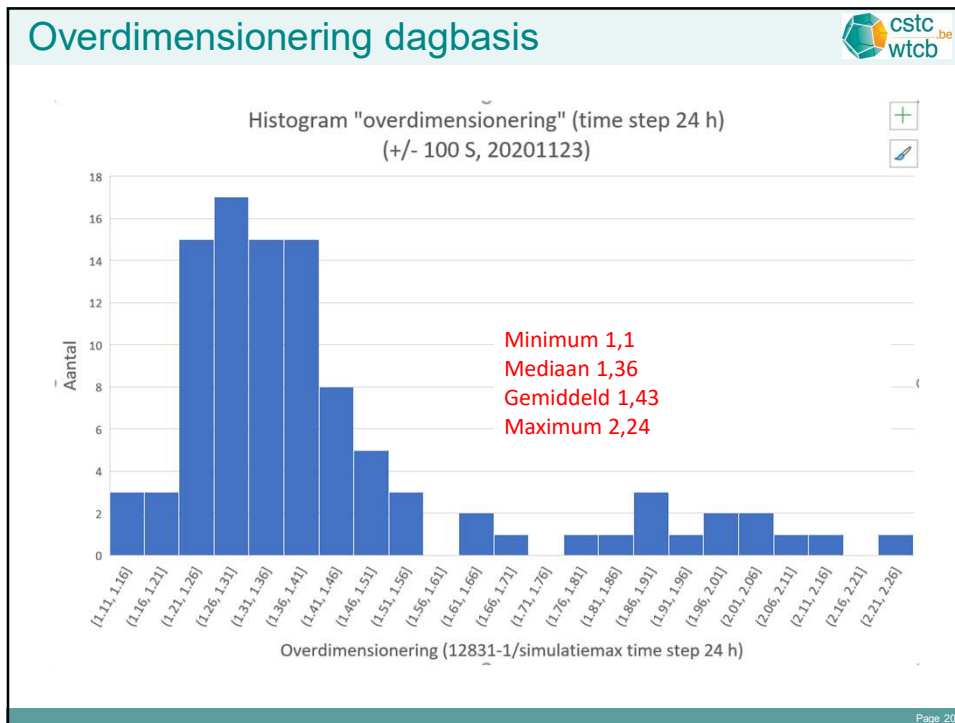


200

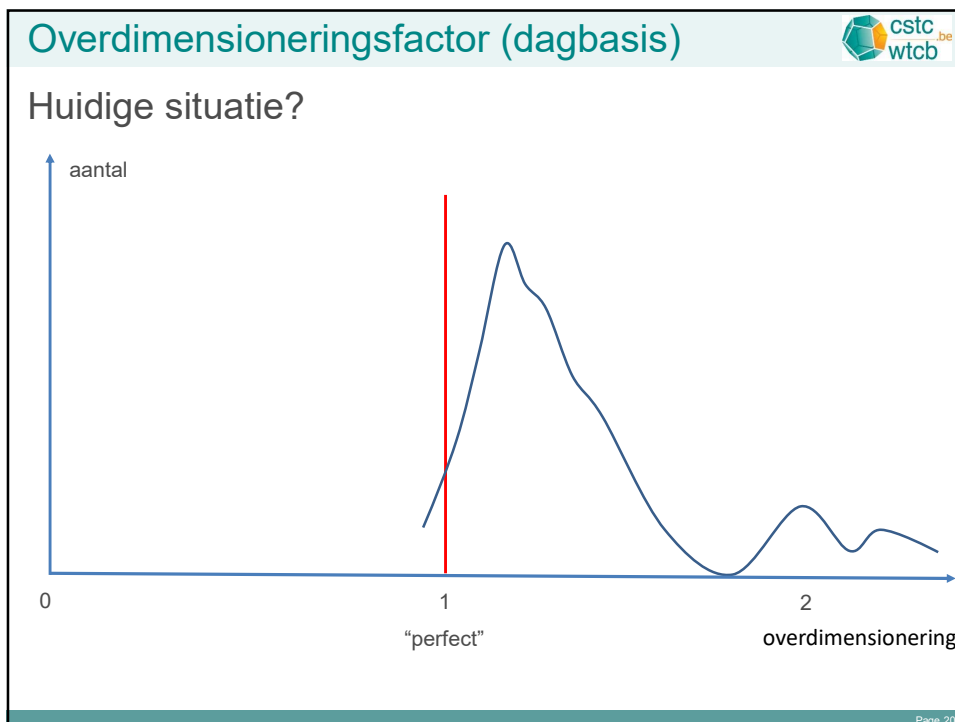
Overdimensionering dagbasis 100 simulaties



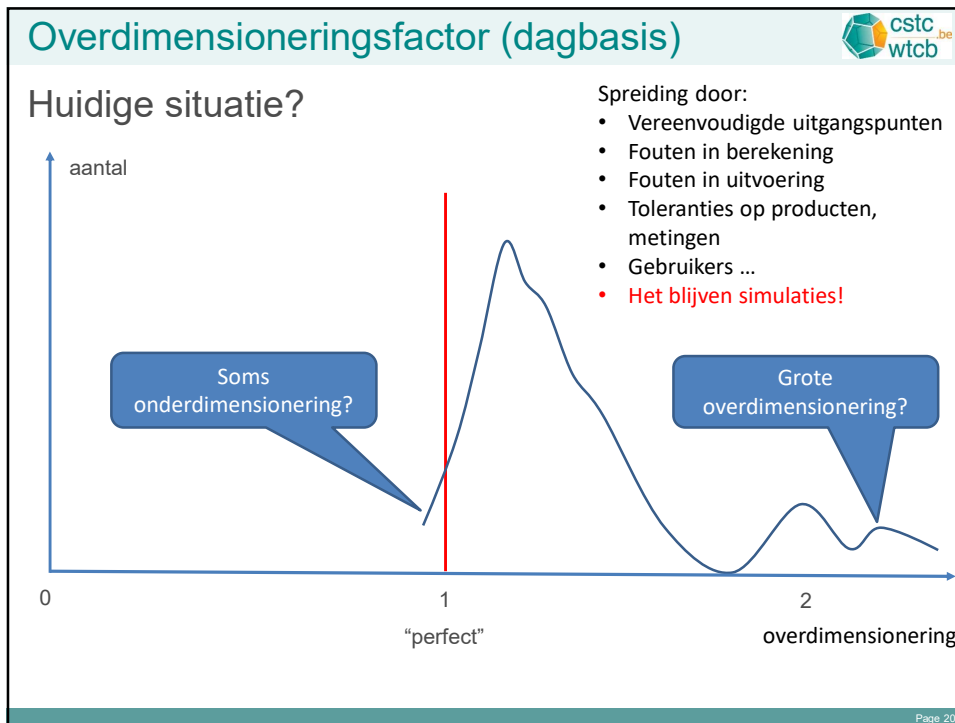
201



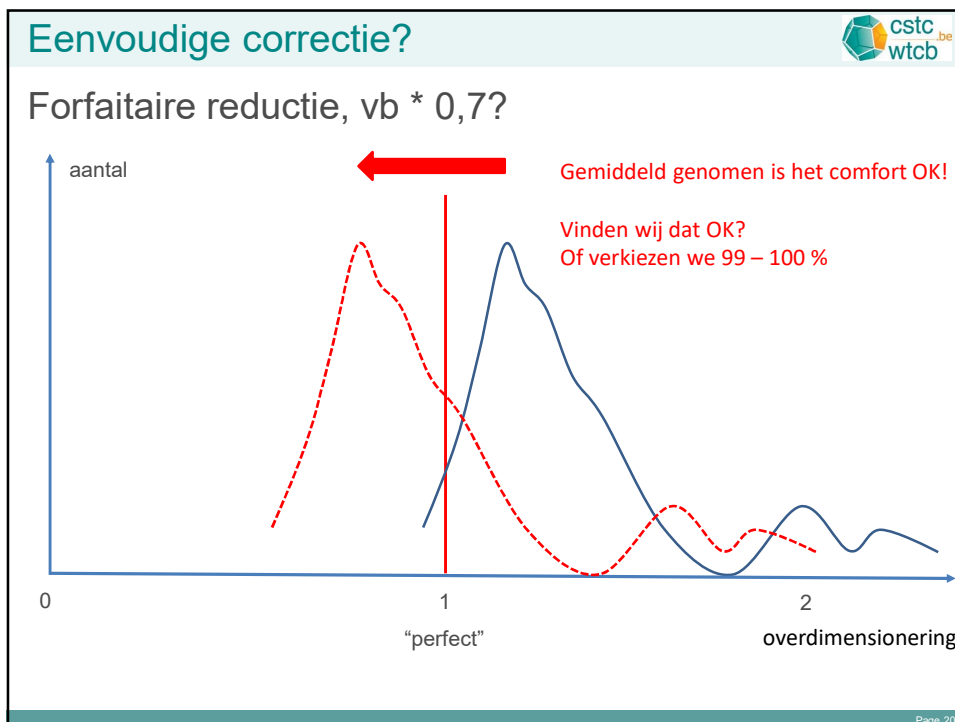
203



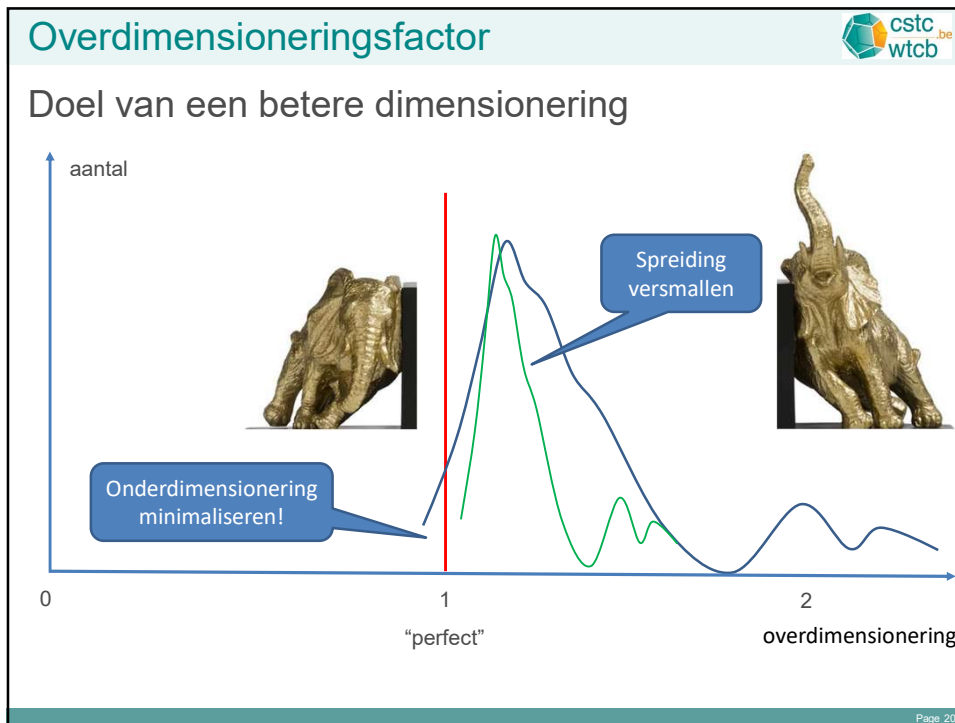
204



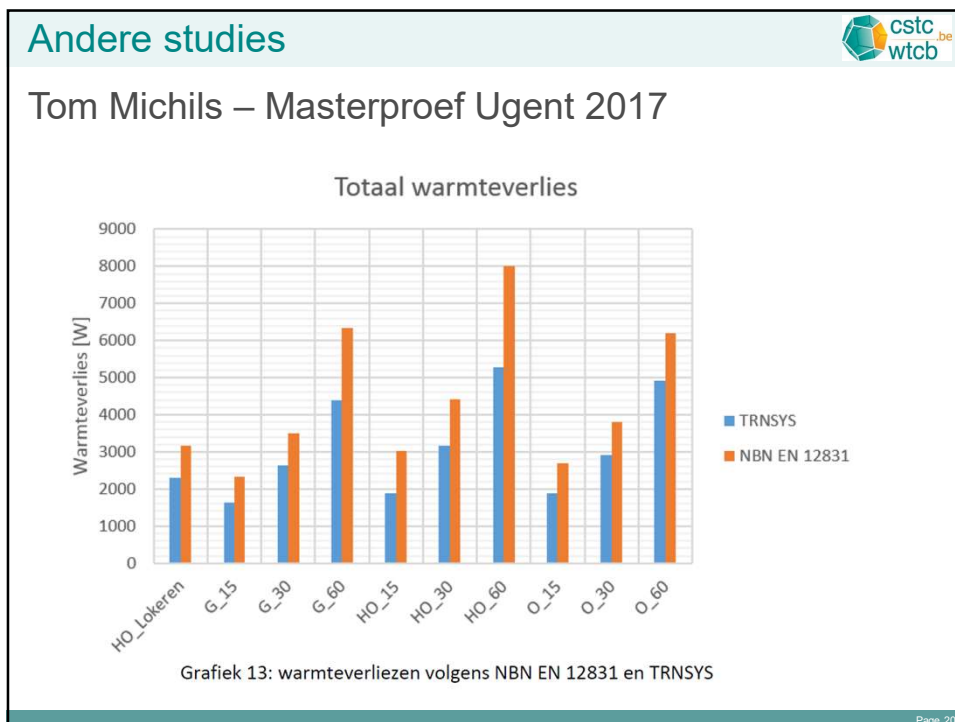
205



206



207



208

Nood aan waarschijnlijkheidsbenadering



- Vele parameters met verschillende benadering
 - **Isolatie:**
 - 90/90 lambda waarde
 - Invloed van kwaliteit van plaatsing
 - **Infiltratie**
 - Meting – forfaitair
 - LIR
 - ...
 - **Gebruikersgedrag**

Berekend vermogen: “waarschijnlijk aan de veilige kant”

Page 209

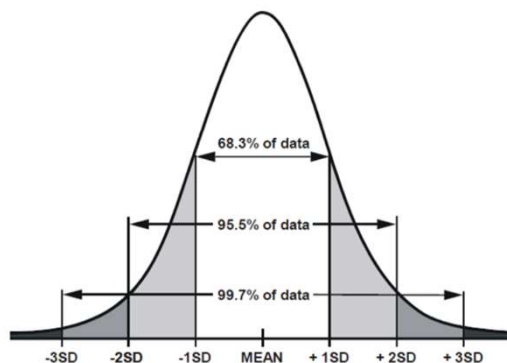
209

Nood aan waarschijnlijkheidsbenadering



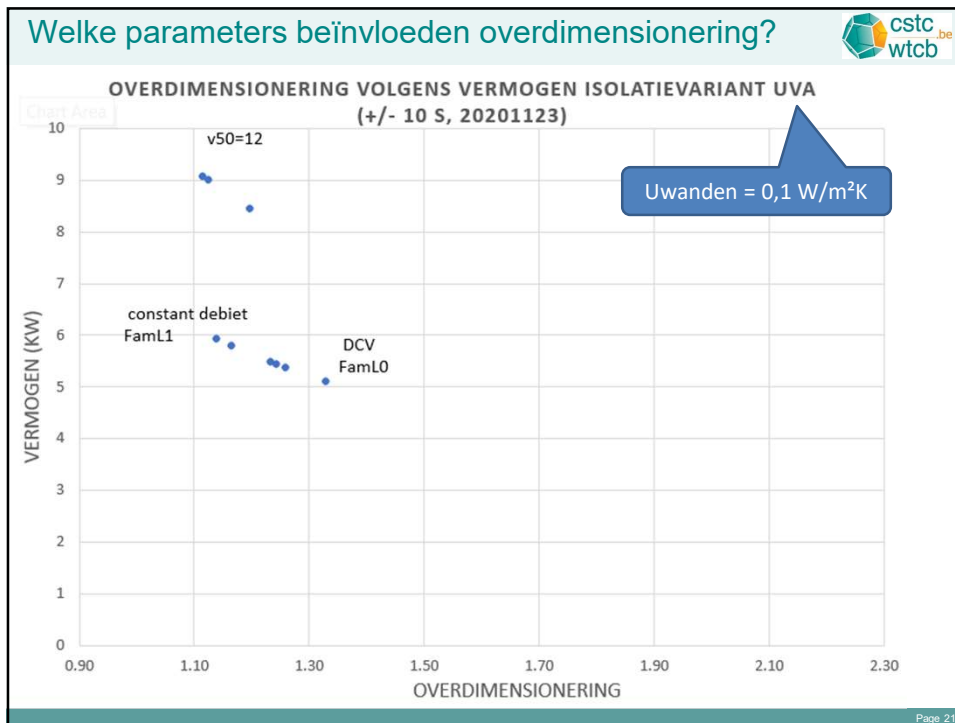
We zouden een beter zicht moeten krijgen op de werkelijke variabiliteit, zodat we een gefundeerde keuze kunnen maken

Ideaal: Vermogen + standaardafwijking

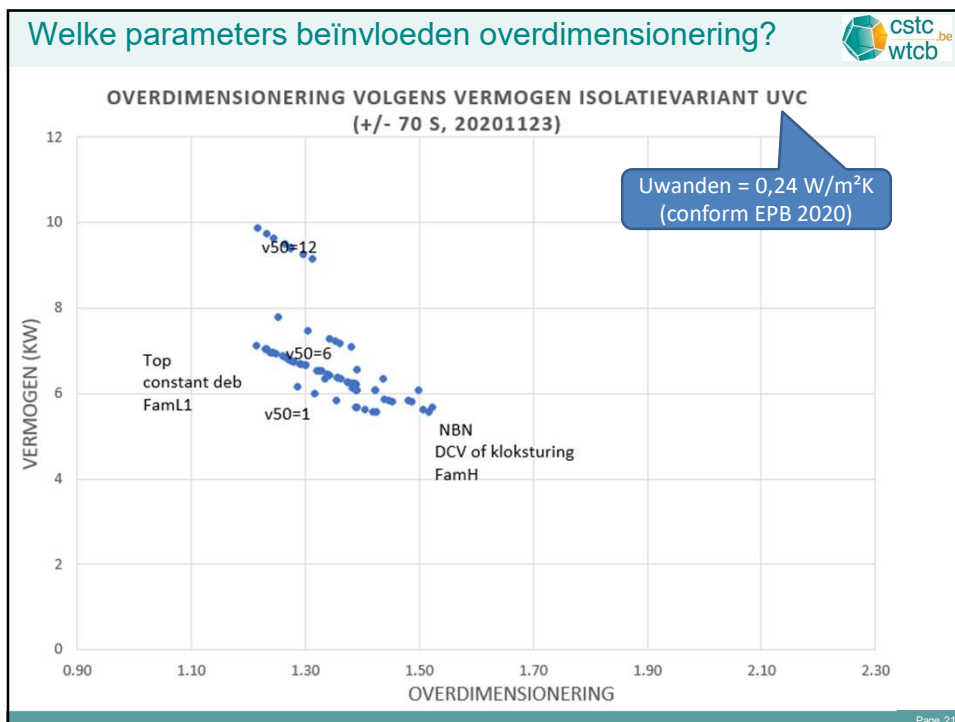


Page 210

210

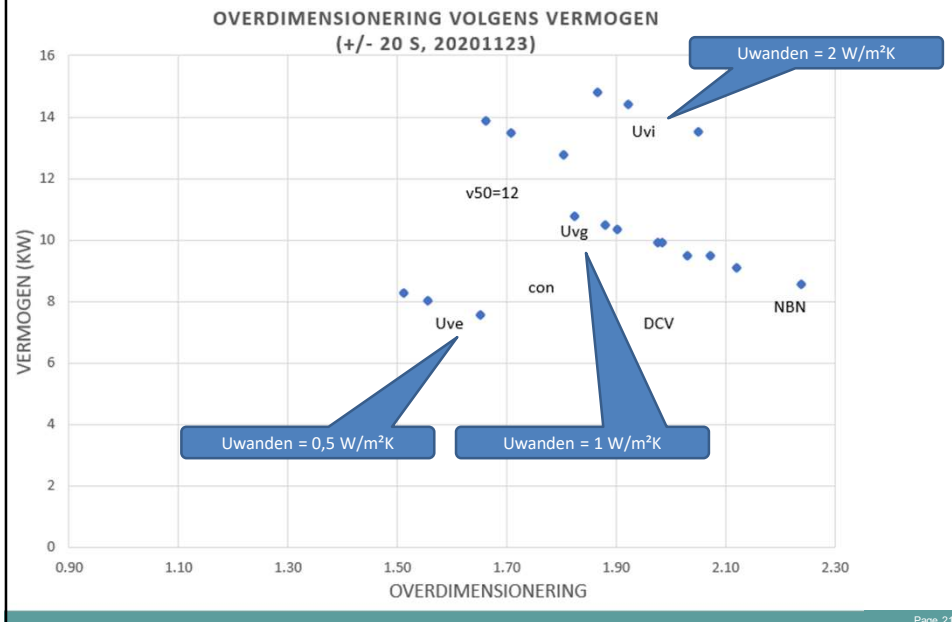


211



212

Welke parameters beïnvloeden overdimensionering?

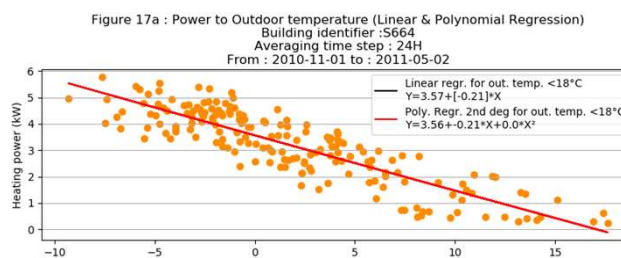
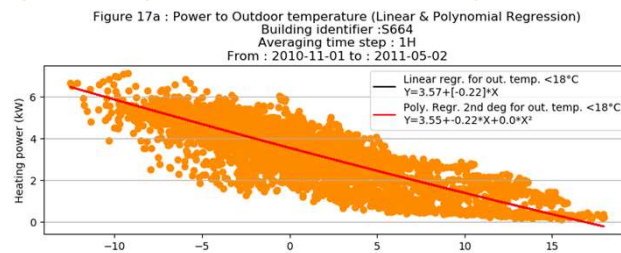


213

Verskil tijdsbasis 1h – 24 h

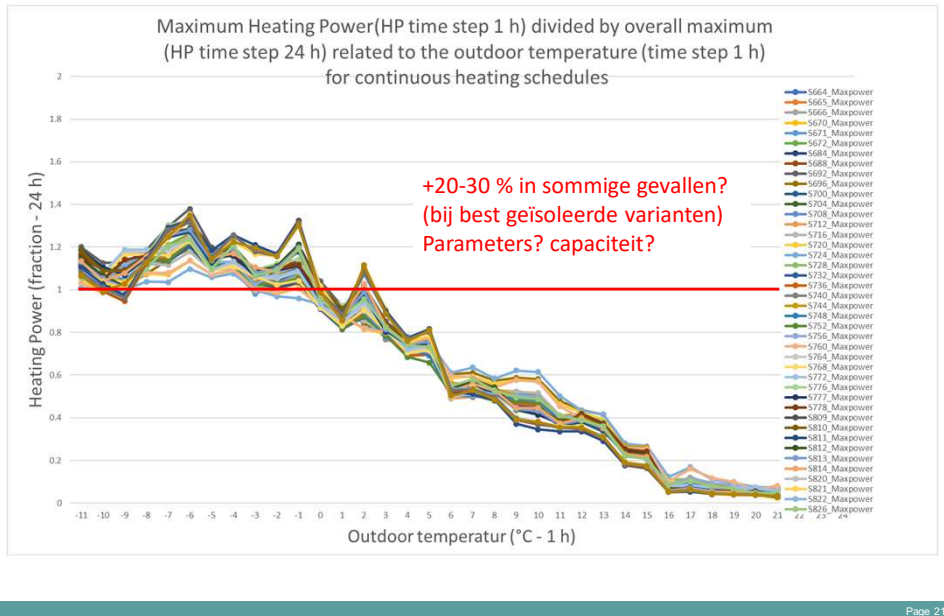
Is een benadering op dagbasis ok? (zoals NBN EN 12831-1 ANB:2020)

- Voorbeeld: verschil lijkt beperkt (zonder bewuste opstarttermen)



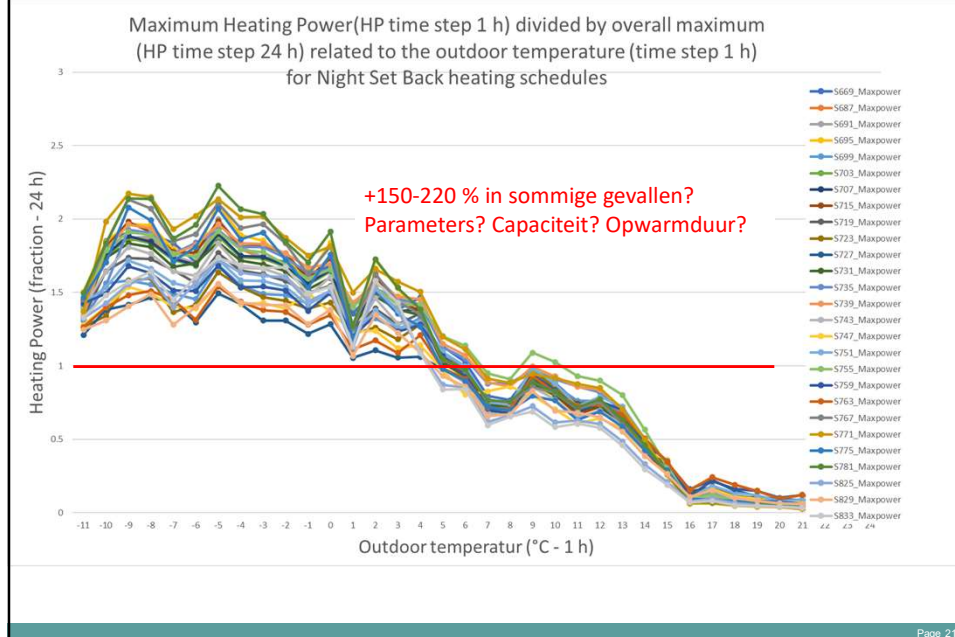
214

Zonder reheat, zonder DHW



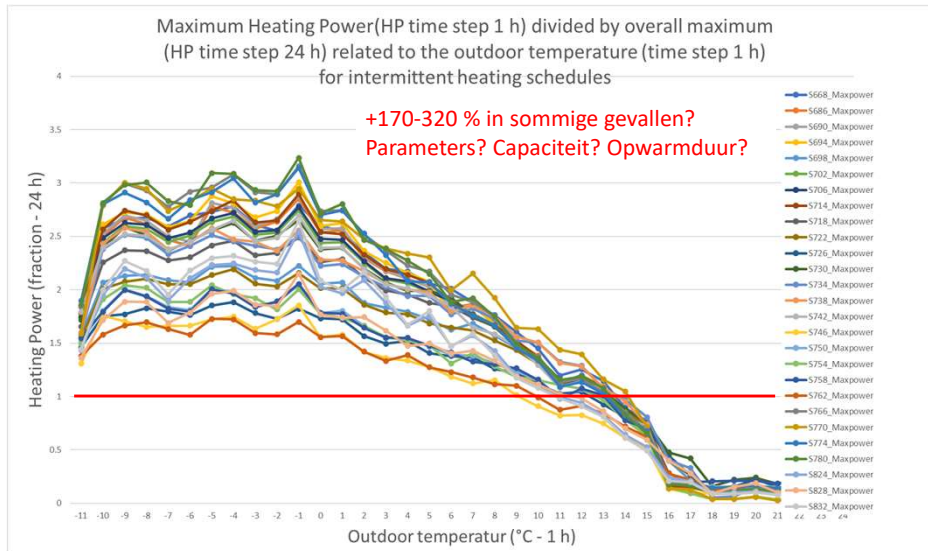
215

Enkel nachtverlaging



216

Nog meer intermittentie



217

Wordt vervolgd

- Vermogen generator (gebouwniveau)
 - Trends op basis van parameters
 - Opwarmvermogens
- Vermogen emissie (ruimteniveau)

218

Inhoud webinar



Wat en waarom dimensioneren?

Berekening volgens NBN EN 12831-1 ANB:2020

- Principes en vragen
- Toegepast op EPB gegevens
- En de praktijk: monitoring SmartPower

Analyses Smart Power

- Infiltratie
- Dynamische simulaties

Besluiten

Nu: keuzes voor maximaal realisme

Toekomst: aanpassingen berekeningsmethode?

Page 219

219

Actie



Nu: berekenen binnen de krijtlijnen van de norm:

benut de vrijheidsgraden voor maximale aansluiting met de praktijk!

- Transmissie
- Infiltratie
- Ventilatie
- Opwarmvermogen

Q1/2021

- Besluiten Smart Power I, met concrete suggesties?
- Bijkomende onderzoek?

Aanpassingen aan de norm?

- EN 12831-1
- NBN – ANB?

Page 220

220

Correct en in detail doorrekenen

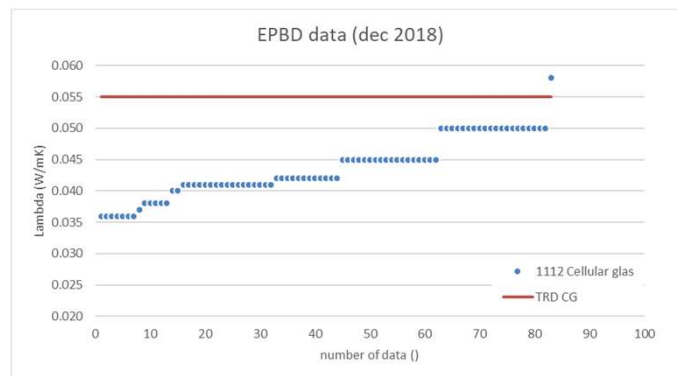
Transmissie (isolatie)

Op basis van default lambda-waarden?

- EPB transmissiereferentiedocument

Gebruik gedetailleerde productgegevens:

- Tot 60 % lager dan default (TRD), maar niet altijd!
- “90/90” waarden met enige reserve



www.epbd.be

Page 221

221

Correct en in detail doorrekenen

Infiltratie

Nieuwbouw:

- Meten (maar onmogelijk in ontwerpfase)
- Contractuele ambitiewaarde
- Default: $v_{50} = 6 - 8 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$

Bestaande bouw:

- Meten (en verbeteren)
- Weinig basis voor default: $v_{50} = 8 - 12 \text{ en } + \text{ m}^3/\text{h.m}^2$?
 - Maar $n_{50} = 6$ wellicht te laag voor kleine gebouwen

Page 222

222

Correcte en in detail doorrekenen

Ventilatie debieten op ruimteniveau

Reken met de echte ontwerpdebieten (vastgelegd door de ontwerper)

- EPB, of hoger door ontwerper
- Gebalanceerd per ruimte
 - Vb badkamer 50 m³/h afvoer, dan ook 50 m³/h toevoer vanuit de gang
- Dus niet de 'capaciteit @ 2 of 10 Pa' van RTO-DO
- En niet het minimale ventilatievoud (0,5/h)

Geef ook ontwerpdebieten in voor ruimten zonder ventilatie (gangen)

- Anders wordt er gerekend met een minimaal ventilatievoud @ buitentemperatuur (-7 tot -12 °C)
- In plaats van een doorstroomdebiet @ 16-20 °C

Page 223

223

Correcte en in detail doorrekenen

Ventilatie debieten op gebouwniveau

WTW rendement bij vorstrisico?

Werkelijk ontwerp toevoer debiet op gebouwniveau

Page 224

224

Correct en in detail doorrekenen

Opwarmvermogen

- Ruimten (vermogen emissie):
 - Waarde van de tabellen?
 - Belangrijk opwarmvermogen nodig voor badkamer en slaapkamer/bureau
 - Geen opwarmvermogen voor trage vloerverwarming
- Gebouw (vermogen generator)
 - Voorstel om geen toeslag toe te passen (zoals NBN EN 12831-1 ANB:2020)
 - Oplossen via aangepaste regeling
 - = geen verlaging als het zeer koud is

Page 226

226

Correct en in detail doorrekenen

Verschillen gebouw – ruimteberekening

$$\Phi_{\text{gebouw}} = \sum \Phi_{\text{ruimten}}?$$

Ruimten

- Alle ruimten in een woning gelijktijdig verwarmd?

Toevoegen aan Φ_{gebouw} :

- Echte verliezen vloerverwarming naar onder
 - Volle grond, kelder of kruipruimte, boven carport
 - Niet als ze binnen BV blijven
- Distributieverliezen; indien buiten beschermd volume

Reductie van Φ_{gebouw} :

- Ventilatie-debiet
 - Systeem C:
 - Reëel haalbaar maximaal debiet van de ventilator
 - Factor vraagsturing?
- Opwarmvermogen
 - Niet meerekenen voor warmtegenerator

Page 227

227

Suggesties Smart Power I?

- (voorontwerpmethoden)
 - Op basis van EPB gegevens
 - Herdistributie naar ruimten?
- Basismethode
 - Beter berekenen, zonder verhogen van complexiteit van ingave?
 - Onderscheid ruimte – entiteit – gebouw
 - Berekening (in achtergrond) van vermogen per temperatuurinterval
 - Infiltratie
 - Verdelen volgens oppervlakte
 - Onderbouwde LIR (Leak Infiltration Rate), link met ventilatie
 - En ruimte/gebouw onderscheid
 - Ventilatie
 - Reëel regelgedrag
 - Warmtewinsten
 - Opwarmvermogens
 - Al dan niet bereiken settemperatuur
 - Traagheid emitter
 - En ruimte/gebouw onderscheid

Page 228

228

Conclusies



- Berekeningsmethode: voor verbetering vatbaar
 - Conclusies SmartPower nog formuleren
- Nu al:
 - Vrijheidsgraden binnen de normberekening gebruiken

Page 229

229

Dank voor uw aandacht