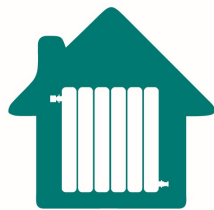


Warmtebelasting van gebouwen

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

Reflecties en discussie?

Niet zo gemakkelijk met dit Corona-proof formaat

Dus

- Voorafgaande vragen
- Vragen via de chat
- Paul Van den Bossche - pvdb@bbri.be

Andere projectmedewerkers:

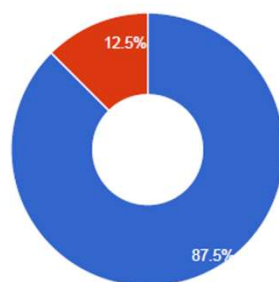
- Jeroen Van der Veken, Benoit Poncelet, Sébastien Peccue, Xavier Kuborn
- Stijn Verbeke (UAntwerpen)

3

Resultaten enquête

Doet U of uw organisatie momenteel zelf warmteverliesberekeningen?

Total Responses: 16



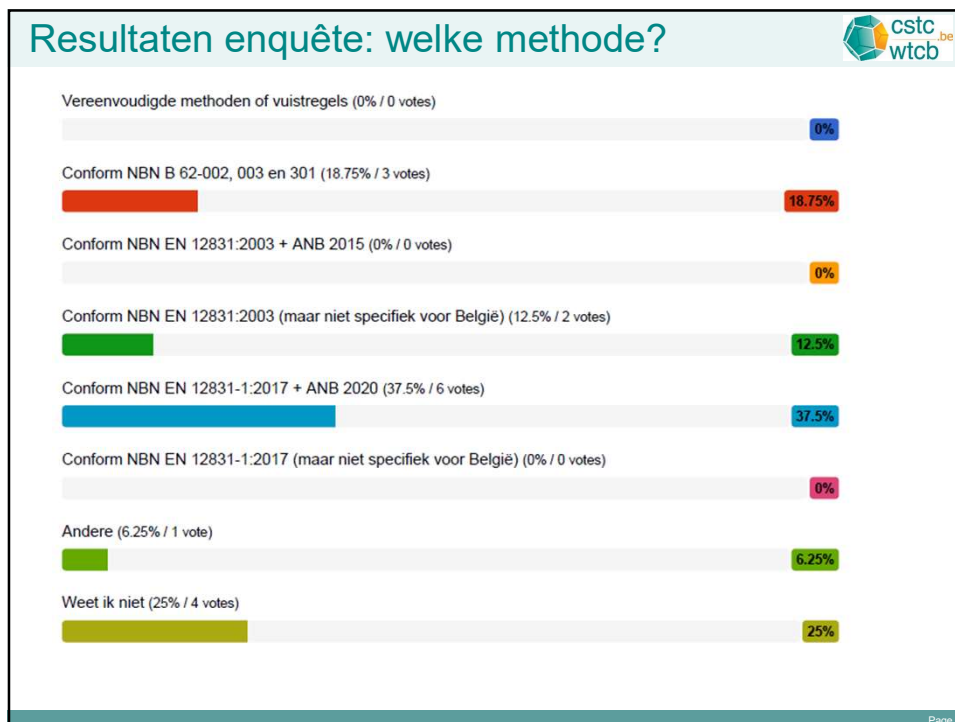
JA (87.5% / 14 votes)



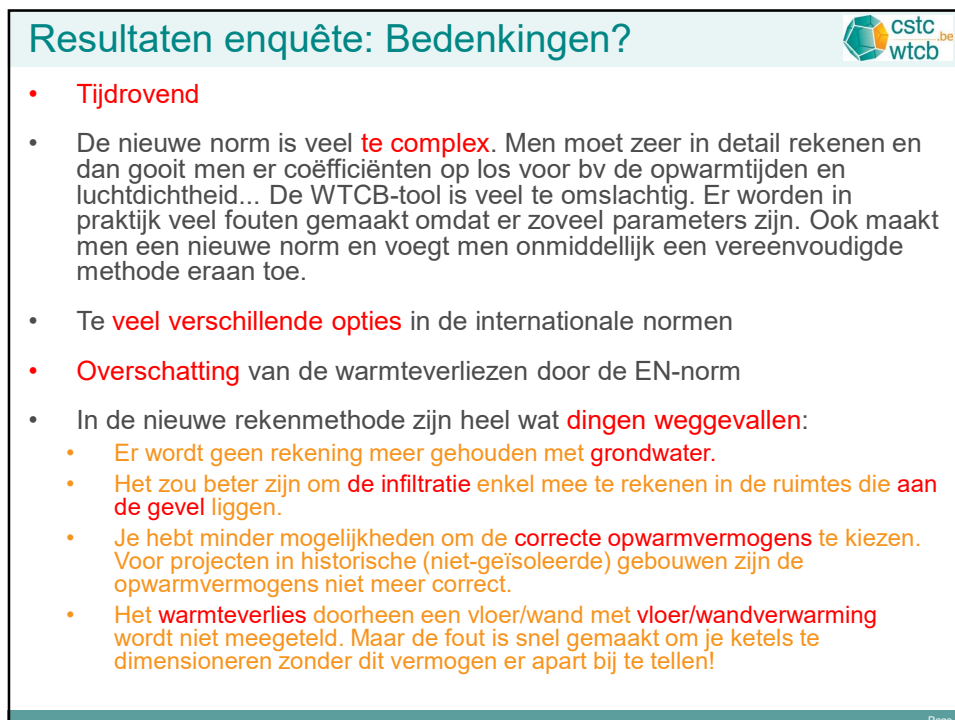
NEEN (12.5% / 2 votes)



6



7



8

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

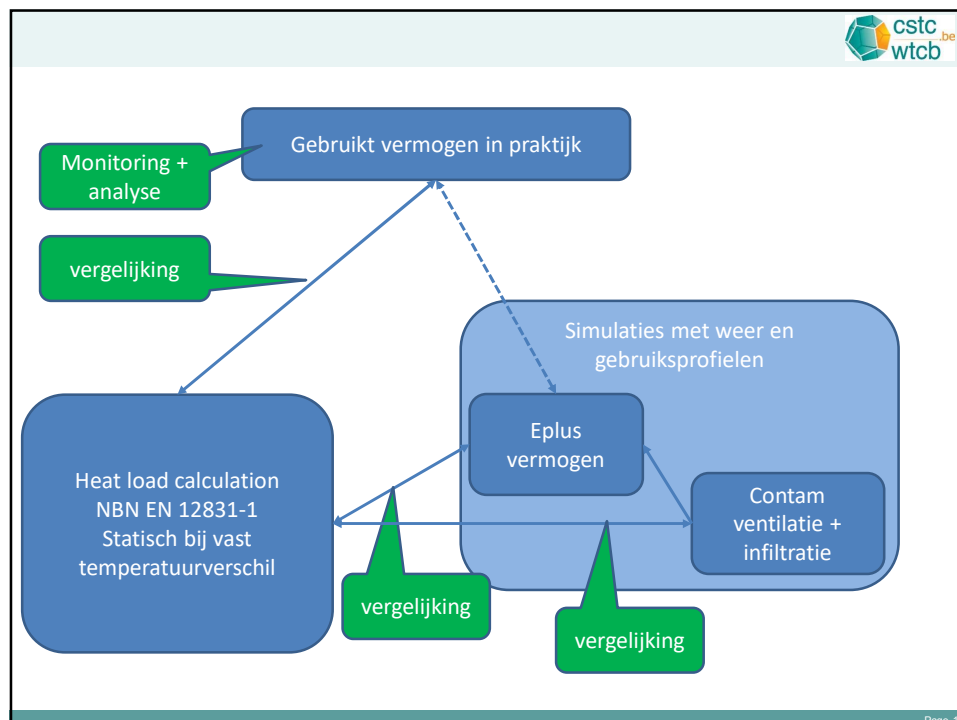
Besluiten

Nu: keuzes voor maximaal realisme

Toekomst: aanpassingen berekeningsmethode?

Page 10

10



Page 11

11

Waarom dimensioneren

Vermogen, afmetingen, ruimtegebruik, ... van:

- Van de energievoorziening (naar het gebouw):
 - Capaciteit leverpunt (gas, elektriciteit, warmtenet)
 - Dimensionering WP captatienet
- Van de warmtegenerator (gebouw):
 - Gas-, olie-, biomassaketel, WP, WKK, ...
- Van het distributienet (tussen gebouw en ruimten):
 - Leidingdiameters
 - Pompen, ventilatoren
 - Distributienet
- Van het warmteafgiftesysteem (in de ruimten):
 - Radiatoren, convectoren
 - Vloer, wand, plafondverwarming
- Voor sanitair warm water
 - Boiler (volume en WW)
 - Extra vermogen voor generator



Page 12

12

Versterkt belang van vermogensberekening

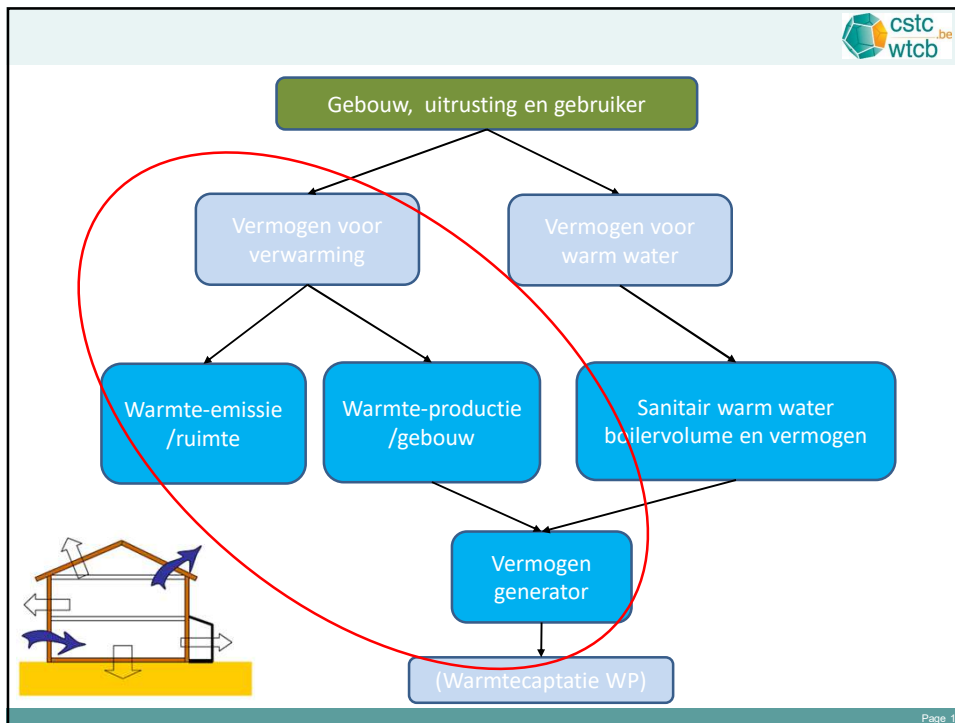
- Overdimensionering nog groter dan vroeger
 - Effect op werking/efficiëntie systemen
- Vermogen heeft een kost
 - Installatie: vb HE (WP, WKK,...)
 - Capaciteitstarief (kwartiervermogen)
- Nood aan voorspelbaarheid

Vermits groter aandeel infiltratie, ventilatie, winsten,... tov transmissie: voorspelbaarheid ↓

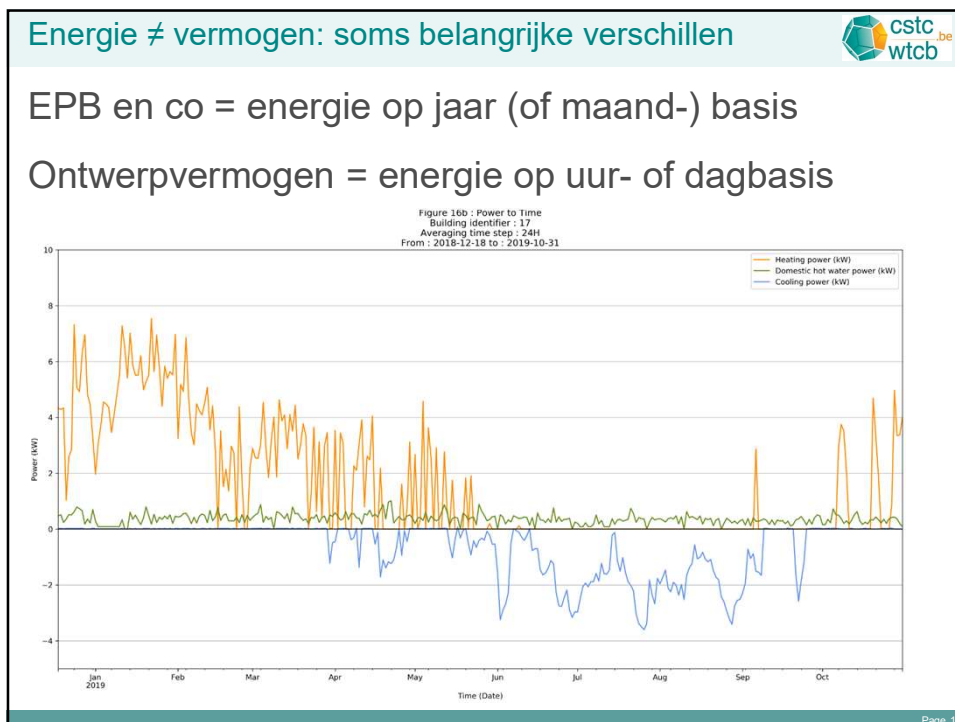
 - SMART regeling in het gebouw (met trage emissie)
 - SMART koppeling aan net (electriciteit, warmtenet,...)
- Berekeningen moeten ook eenvoudiger/sneller kunnen, bv. berekening tijdens voorontwerp

Page 13

13



14



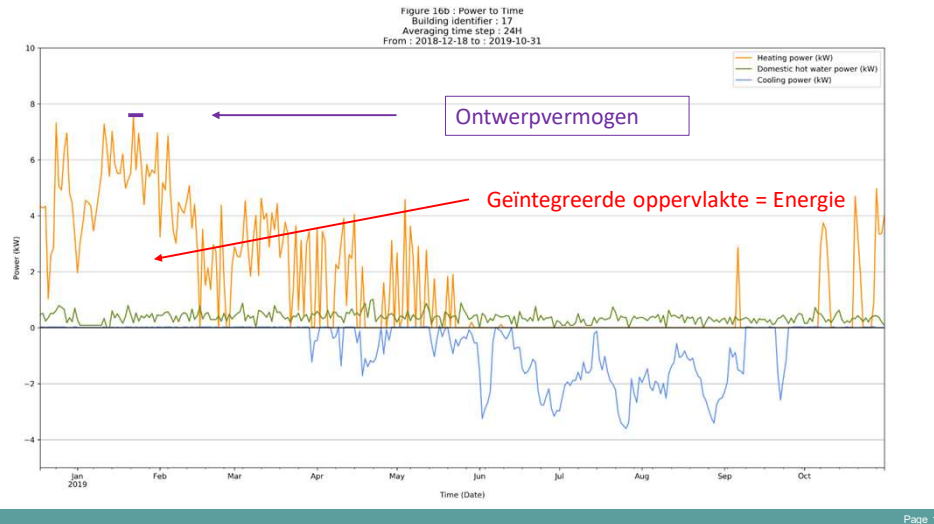
15

Energie ≠ vermogen: soms belangrijke verschillen



EPB en co = energie op jaar (of maand-) basis

Ontwerpvermogen = energie op uur- of dagbasis



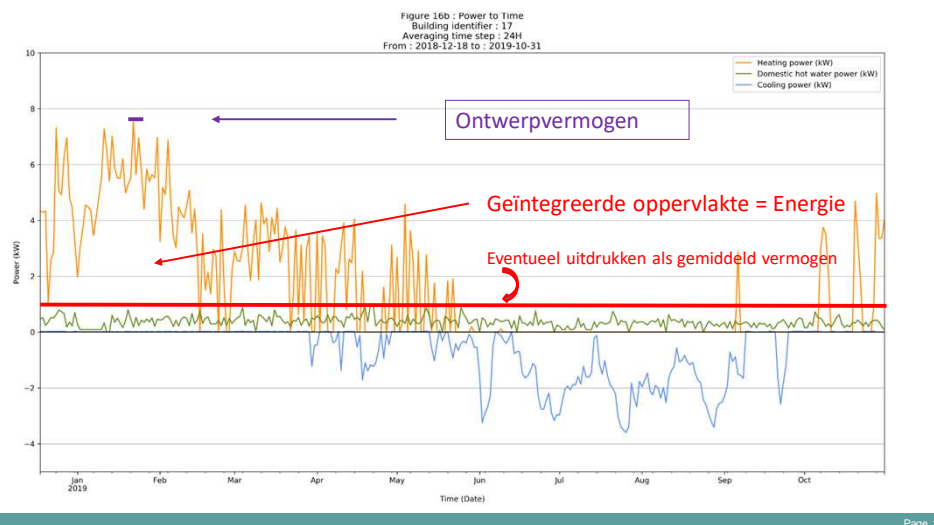
16

Energie ≠ vermogen: soms belangrijke verschillen



EPB en co = energie op jaar (of maand-) basis

Ontwerpvermogen = energie op uur- of dagbasis



17

Tijdbasis: steeds in overweging nemen



Energie: kWh (/jaar)

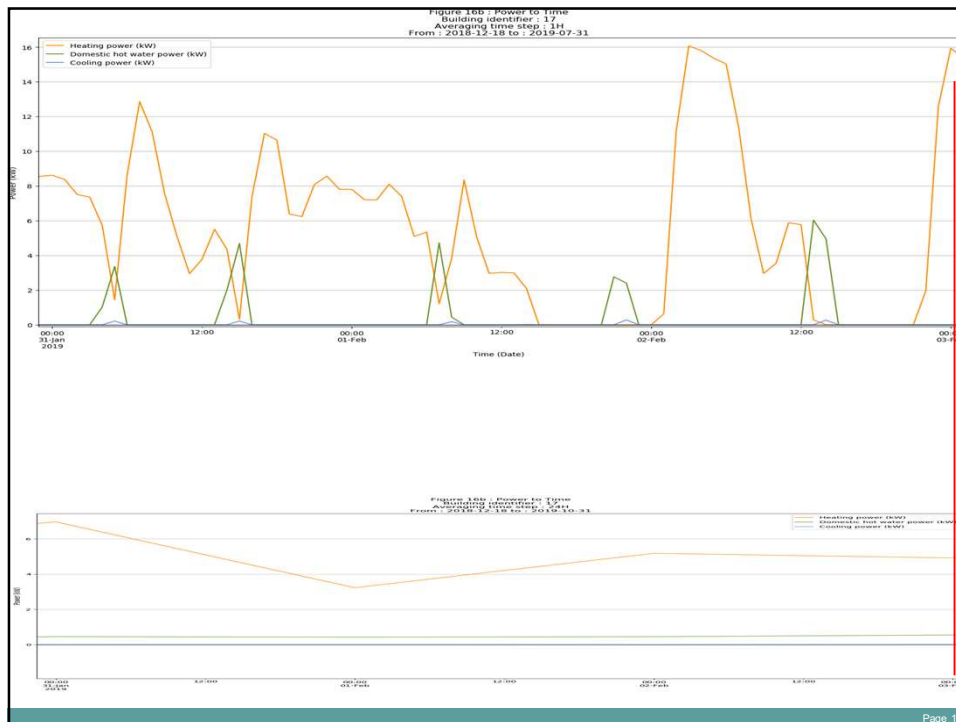
- bv. woningverwarming 10.000 kWh / gemiddeld jaar
- $10.000 / 8.760 = 1,14 \text{ kW} = 1140 \text{ J/s}$

Een vermogen van 1,14 kW zou in theorie volstaan om deze woning te verwarmen

- Als elk jaar gelijk zou zijn
- Als we een ideale warmteopslag hadden ($\eta = 100 \%$, 100 % flexibel)
- Maar in praktijk:
 - Op dagbasis: x 8 en meer
 - Op uurbasis: x 10-20
 - Op secondebasis: $W = J/s$ – is een seconde relevant?
 - Bijna ogenblikkelijk vermogen (vb sanitair)
 - Maar niet voor verwarming (wegens dempend effect van generator, distributie- of emissiesysteem, (lucht, maar vooral) massa in de ruimte)

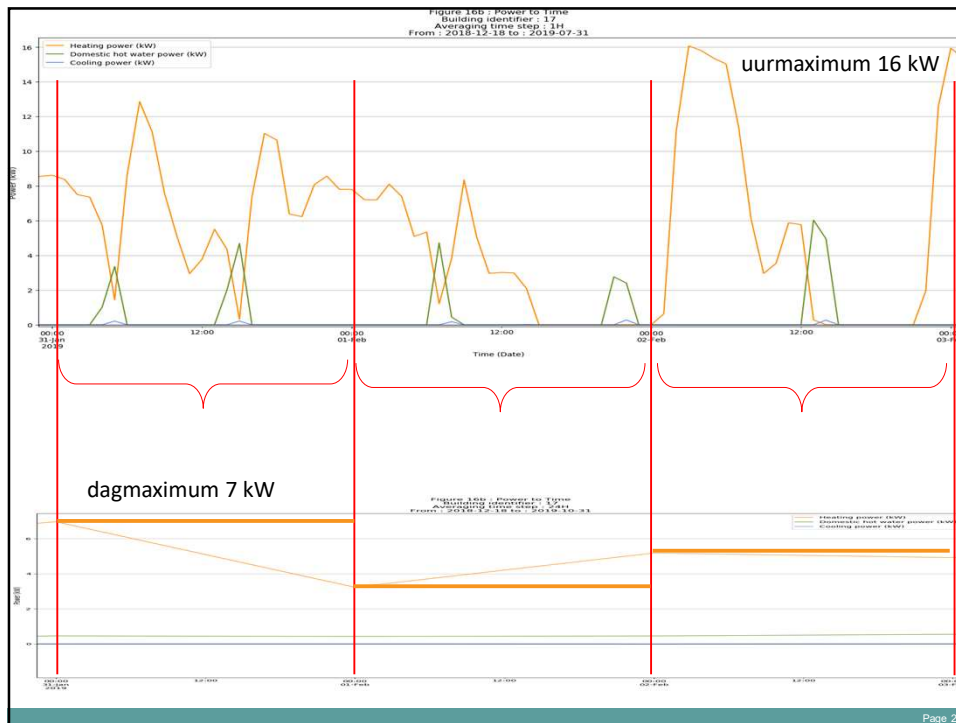
Page 18

18



Page 19

19



20

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 21

21

Europese norm en nationale bijlage



NBN EN 12831-1:2017

- Energy performance of buildings - Method for calculation of the design heat load - Part 1: Space heating load
 - Uitgebreide standaardmethode

NBN EN 12831-1 ANB:2020

- Energieprestatie van gebouwen - Methode voor de berekening van de ontwerpwarmtebelasting - Deel 1: Warmtebelasting voor ruimteverwarming - Nationale bijlage
 - Belgische gegevens voor standaardmethode
 - Vereenvoudigde methode (ANB Bijlage B)
 - = basis voor xls rekentool (WTCB)

Page 22

22

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

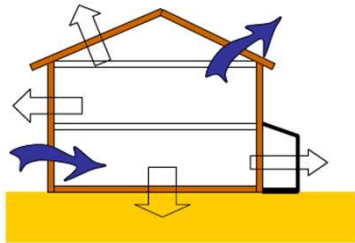
Toekomst: aanpassingen berekeningsmethode?

Page 25

25

Warmtebelasting van gebouwen

= compenseren van verliezen



→ Transmissie (isolatie, koudebruggen,...)

→ Ventilatie(bewust) en infiltratie (lekken)

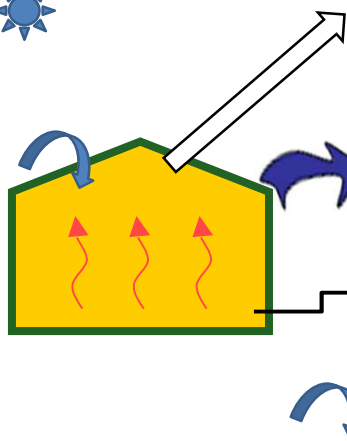
→ De warmtebelasting van een verwarmde ruimte (i) is gelijk aan de som van de transmissie- en de ventilatieverliezen

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}$$

Page 26

26

Methode NBN EN12831-1:2017 (+ ANB:2020)



Transmissie

- Oppervlakte * U-waarde * ΔT
- Koudebruggen * ΔT

Ventilatie:

- debiet * ΔT * (1-%WTW)

Infiltratie

- Lekken_{50Pa} * factor * ΔT

Opwarmvermogen ("Reheat" optioneel)

- Vloeroppervlakte * forfaitaire waarden

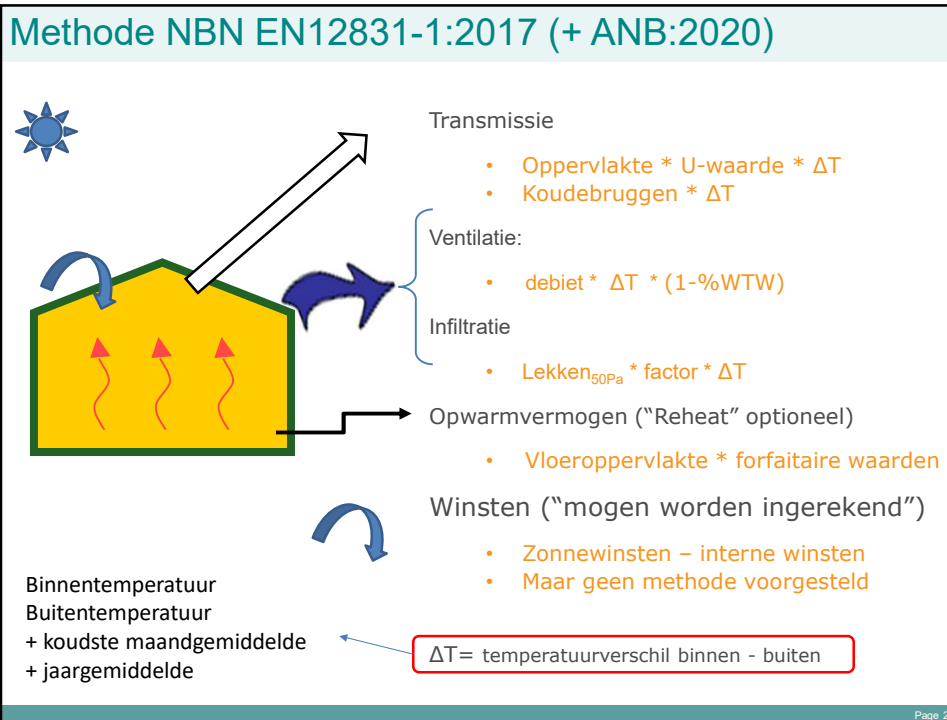
Winsten ("mogen worden ingerekend")

- Zonnewinsten – interne winsten
- Maar geen methode voorgesteld

ΔT = temperatuurverschil binnen - buiten

Page 28

28



29

Basisbinnentemperatuur (operationele T°)

Tabel NA.2 Basisbinnentemperatuur


Bestemming van de ruimte	$\theta_{int,i}$ °C
Ruimte waar normaal geklede mensen in rust verblijven of een zeer lichte fysieke activiteit uitoefenen VOORBEELD Woonkamer, keuken, kantoor, klaslokaal, spreekkamer, hotelkamer, cafetaria, restaurant, vergaderruimte, conferentiezaal, auditorium, commerciële ruimte, kinderopvang	20
Ruimte waar licht geklede of naakte mensen in rust verblijven of een zeer lichte fysieke activiteit uitoefenen VOORBEELD Badkamer, consultatieruimte	24
Slaapkamer, omkleedruimte (dressing)	18
Ruimte waar normaal geklede mensen een lichte fysieke activiteit uitoefenen VOORBEELD Atelier, winkel, kerk, museum, galerij	16
Ruimte waar licht geklede mensen een intense fysieke activiteit uitoefenen VOORBEELD Turnzaal, sportzaal, industriële ruimte,	16
Ruimte die enkel als doorgang dient of voor een kort oponthoud voor normaal geklede mensen VOORBEELD Hal, bergruimte, wasplaats, traphal, vestiaire, wc	16
Stookafdeling	10
Ruimte die men enkel voor vorst wil beschermen VOORBEELD Garage	5
Ruimte waarvan de bestemming niet nader bepaald is	18

Maar andere waarden mogelijk in overleg met opdrachtgever

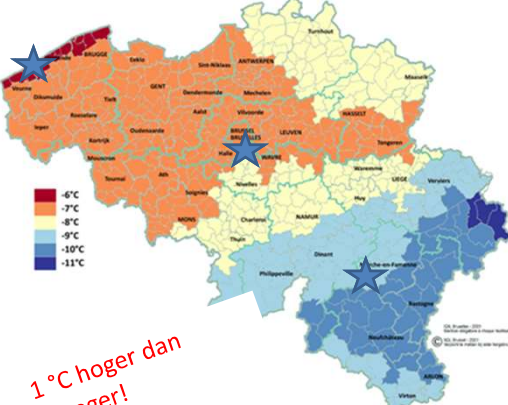
Page 30

30

Welke buitentemperatuur T_e (Θ_e)?



Post code	Gemeente	Θ_e °C	Θ_{min} °C	$\Theta_{e,m}$ °C
4890	Thimister-Clermont	-9	-2	9
6530	Thuin	-8	-1	10
8700	Tielt	-7	0	10
3390	Tielt-Winge	-7	0	10
3300	Tienen	-7	0	10
4557	Tinlot	-9	-2	9



1 °C hoger dan vroeger!

Definitie basisbuitentemperatuur

- Daggemiddelde luchttemperatuur die gemiddeld 1 keer per jaar voorkomt
- In ANB:2020 o.b.v daggemiddelde temperaturen KMI '96-'15


Opmerkingen

- 1 °C hoger dan vorige norm
- Het kan kouder
 - 02/2011: koudegolf tot -10°C
- In onze klimaatset KMI (2009-2020): 1 °C hoger

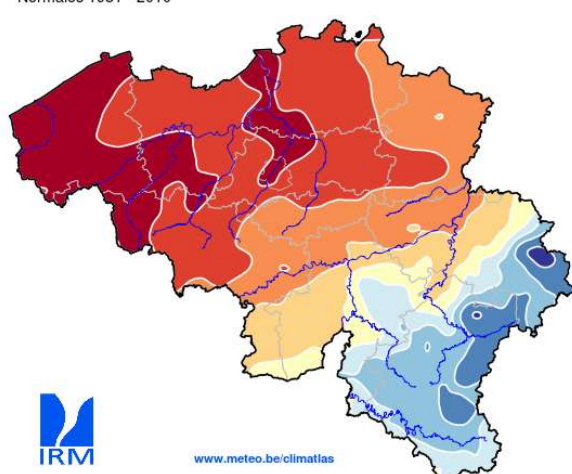
Page 31

31

Gemiddelde minimumtemperatuur van de koudste maand



Températures minimales, moyennes mensuelles - février
Normales 1981 - 2010



°C

1

0.5

0

-0.5

-1


-1.5

-2

-2.5

-3

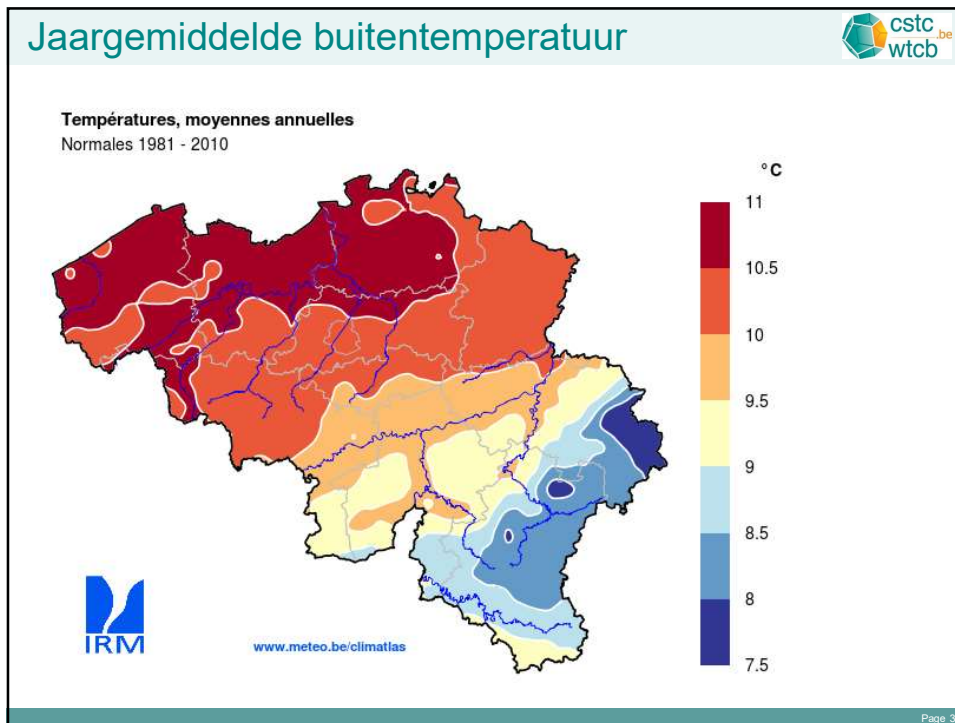
-3.5



www.meteo.be/climatlas


Page 32

32



33

Basisbuitentemperatuur



Tabel NA.1 - Basisbuitentemperatuur θ_e , gemiddelde minimum buitentemperatuur van de koudste maand θ_{min} en jaargemiddelde buitentemperatuur $\theta_{e,m}$

Post code	Gemeente	θ_e °C	θ_{min} °C	$\theta_{e,m}$ °C	Post code	Gemeente	θ_e °C	θ_{min} °C	$\theta_{e,m}$ °C
9300	Aalst	-7	0	10	4890	Thimister-Clermont	-9	-2	9
9880	Aalter	-7	0	10	6530	Thuin	-8	-1	10
3200	Aarschot	-7	0	10	8700	Tielt	-7	0	10
2630	Aartselaar	-7	0	10	3390	Tielt-Winge	-7	0	10
1790	Affligem	-7	0	10	3300	Tienen	-7	0	10
6250	Aiseau-Prezles	-8	-1	10	4557	Tinlot	-9	-2	9
3570	Alken	-7	0	10	6730	Tintigny	-10	-3	8
8690	Alveringem	-7	0	10	3700	Tongeren	-7	0	10
4540	Amay	-8	-1	10	8820	Torhout	-7	0	10
					7500	Tournai	-7	0	10
					3120	Tremelo	-7	0	10
					4980	Trois-Ponts	-10	-3	8
					4870	Trooz	-8	-1	10
					1480	Tubize	-7	0	10
					2300	Turnhout	-8	-1	10
					1180	Uccle	-7	0	10
					1180	Ukkel	-7	0	10

Als je de norm niet hebt, ook in WTCB rekentool

Page 34

34

Doel van de norm

Berekening van de warmtebelasting

- Voor het gehele gebouw, voor de dimensionering van de warmtegenerator
 - ketel, WP, warmtenetaansluiting,...
- Voor een gebouwdeel (appartement), voor de dimensionering van de warmtegenerator
 - ketel, WP, afleverset,...
- Vertrek per vertrek, voor de dimensionering van de verwarmingslichamen
 - radiator, convector, vloer,...

Berekeningsniveau

Voor één ruimte i:

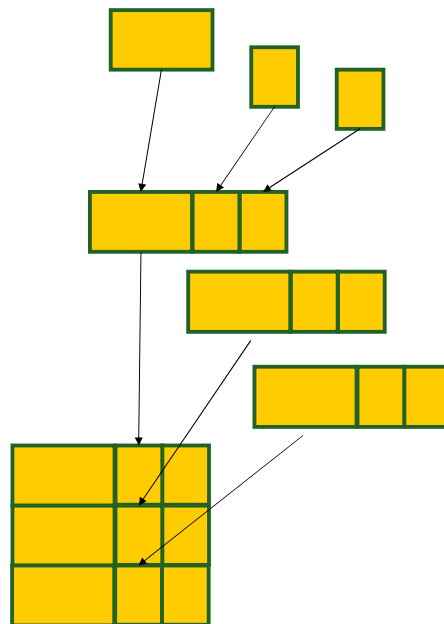
$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$$

Voor een gebouwentiteit
(wooneenheid):

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i^*} + \sum \Phi_{RH,i}$$

Voor het volledige gebouw

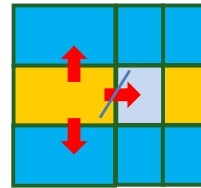
$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i^*} + \sum \Phi_{RH,i}$$



Gevolgen van uitgangspunten

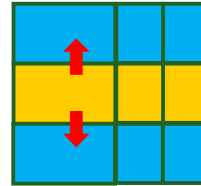
Voor één ruimte i:

- Eigen ruimten allemaal verwarmd
 - Wellicht onderschatting van ϕ_{emissie}
- Naastliggende entiteiten beperkt verwarmd (10 °C)
 - Redelijk realistisch



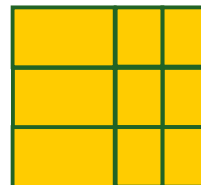
Voor een gebouwentiteit (wooneenheid):

- Eigen ruimten allemaal verwarmd
 - OK voor $\phi_{\text{generator entiteit}}$
- Naastliggend beperkt verwarmd (10 °C)
 - Redelijk realistisch (behalve als het er veel zijn)



Voor het volledige gebouw

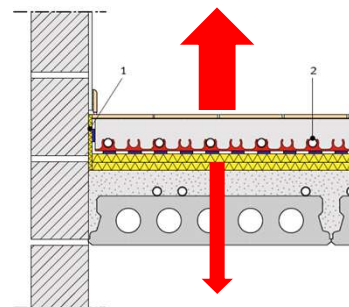
- Alle ruimten verwarmd
 - Zonder onderlinge transmissies! OK
 - → Individuele entiteiten anders berekenen



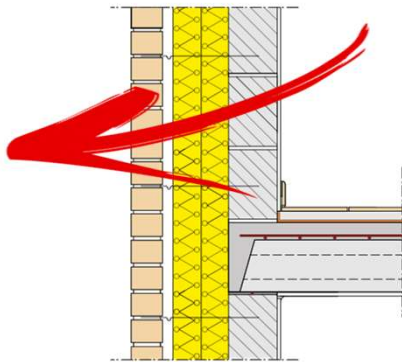
Speciaal geval: vloerverwarming

Startpunt (in de ruimte) is: nodige emissie van de vloer (naar boven) voor de verwarming van de ruimte

- Maar de emissie naar onder:
 - Zit daar niet in
 - Kan belangrijk zijn
 - En kan verdwijnen uit het gebouw
- Afzonderlijk bijtellen voor ontwerp vloerverwarming en voor generator



Hoofdelementen van de berekening



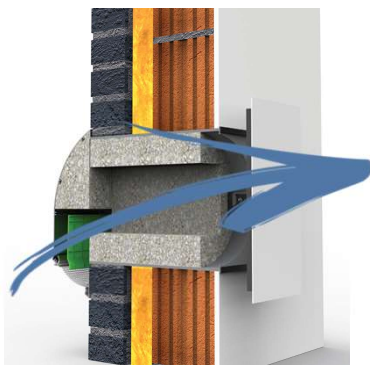
Warmteverliezen door transmissie

Warmteoverdracht doorheen de wanden (U-waarden en koudebruggen)

Page 43

43

Hoofdelementen van de berekening



Warmteverliezen door luchtverversing

Opwarming van de binnenkomende koude lucht (ventilatie en infiltratie)

Page 44

44

Vragen bij aanpak ventilatie



- Δ Ontwerpdebiet ruimte - gebouw
- Vraagsturing?
- WTW – vorstbeveiliging

Page 45

45

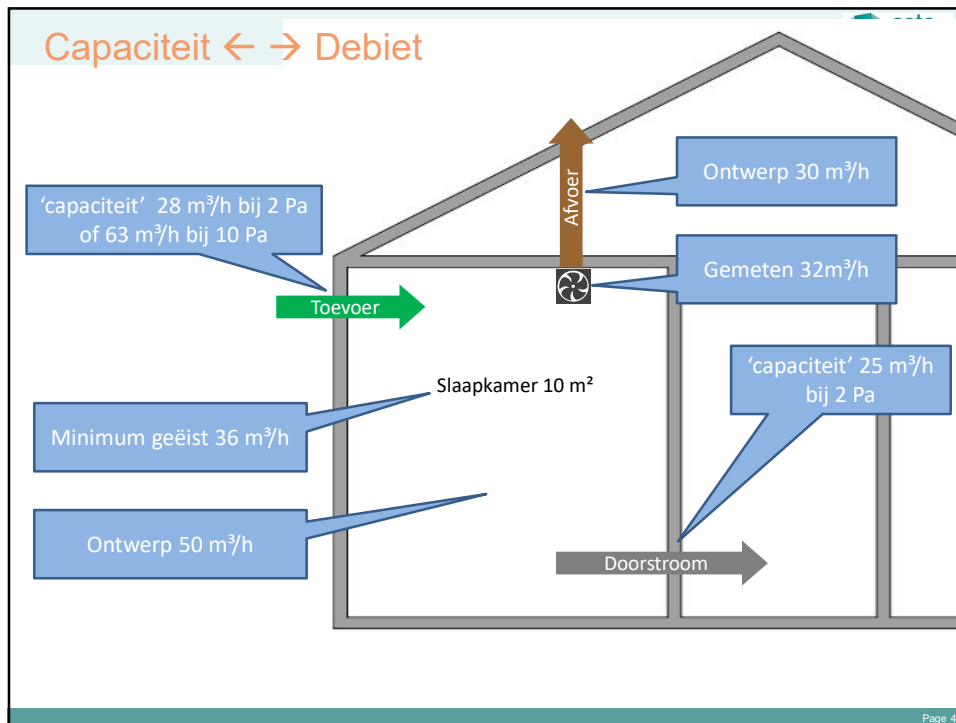
Wat zijn ontwerpdebieten?



- Niet eenduidig gedefinieerd in de norm
 - “Debiet opgelegd door de ontwerper?”
 - Enige vrijheid voor architect, studiebureel, V-installateur
 - Indien onbekend: minimaal ventilatievoud (0,5/h)
 - +/- OK op woningniveau
 - Maar niet steeds op ruimteniveau
 - Basisregel $3,6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2 = x 1,5$
 - Utiliteit, (pre-covid) klaslokalen?
- Belang van temperatuur van de toevoerlucht
 - Van buiten, of via WTW
 - Vanuit andere ruimten: doorstroomlucht

Page 46

46



47

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 50

50

Ventilatie debieten op gebouwniveau



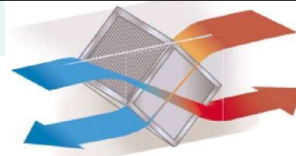
Door samentellen ruimtevermogen worden alle ruimtedebieten samengesteld

- D systemen zijn normaal ontworpen om alle debieten gelijktijdig te kunnen realiseren
- C systemen zijn echter “afvoergestuurd”
 - Het ontwerpdebiet van de ventilator is meestal (behalve voor kleine woningen) kleiner dan de som van de toevoerdebieten
 - → kleiner toevoerdebiet op gebouwniveau

Page 51

51

Systeem D - warmterecuperatie



Ventilatie – systeem D

Temperatuur toevoerlucht: warmterecuperatierendement inrekenen

- Zie www.epbd.be productgegevensdatabank



Rekening houden met strategie vorstbeveiliging

- Elektrische weerstand → η wtw = OK
- Luchtbatterij op CV
 - → η wtw = OK per ruimte
 - → η wtw = NOK op gebouwniveau
- By-pass → η wtw = NOK
- Reductie van debiet ???

Page 52

52

Vragen bij aanpak infiltratie (luchtdichtheid)



- **Default waarde**
 - Uitgedrukt in n50 (infiltratievoud bij 50 Pa)
 - Default van 6 /h?

- **Verdeling over ruimten**
 - In functie van volume?
 - Ongelijkmatige lekverdeling?

- **Vaste factor 0.1**
 - Europese waarden: variabel – zie tabel B.8
 - Onafhankelijk van locatie, omgeving, hoogte, oriëntatie,
 - Zie specifieke analyse infiltratie

Page 53

53

NBN EN 12831-1:2017



Table B.6 – Air permeability $q_{env,50}$, default values

Air tightness class	Criteria for the categorization of air tightness		$q_{env,50}$ [m ³ /(m ² ·h)]
	Air tightness test	Requirement regarding air tightness	
I	An air tightness test will be performed after completion	High	2
II		Mid-level	3
III	An air tightness test has not been and will not be performed	Low ^a	6
IV			12

^a In building stock, with no data on air tightness available, a low requirement regarding air tightness may be assumed in buildings:

- with low requirements regarding internal temperatures,
- for the storage of temperature-insensible/-resistant goods,
- with hardly any occupancy or a high amount of obvious leakages.

Table B.8 – Coefficient for the volume flow ratio, default values

Number of exposed facades	Height of the zone (z) above ground level	Shielding	Zone height Δh_z			
			$\Delta h_z \leq 5$ m	5 m < $\Delta h_z \leq 10$ m	10 m < $\Delta h_z \leq 20$ m	$\Delta h_z > 20$ m
One external facade	-	-	0,03	0,05	0,08	0,11
More than one external facade and	0 m < $h_{gz} \leq 50$ m	intensive ^a	0,05	0,07	0,08	0,11
		normal ^b				
	$h_{gz} > 50$ m	none ^c	0,07	0,09		

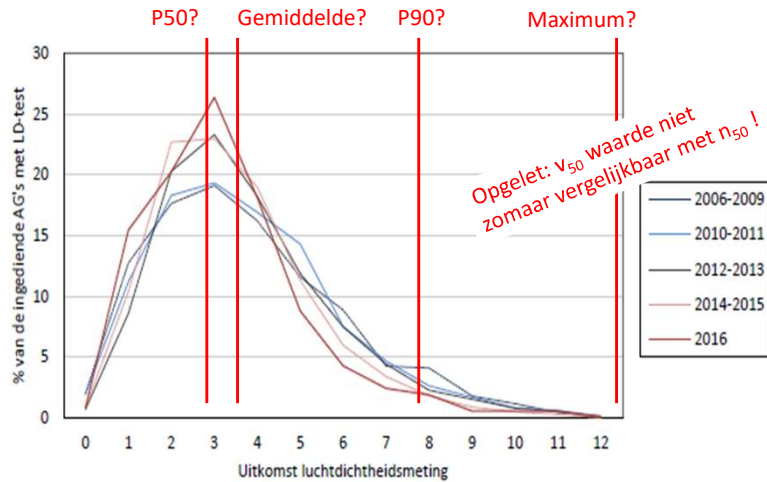
^a Intensive shielding: e.g. inner city centre or forest.
^b Normal shielding: e.g. loosely surrounded by few buildings or trees.
^c No shielding: in the open.

Page 54

54

Infiltratie in EPB

Wat moet een defaultwaarde uitdrukken? Wat is "aan de veilige kant"?



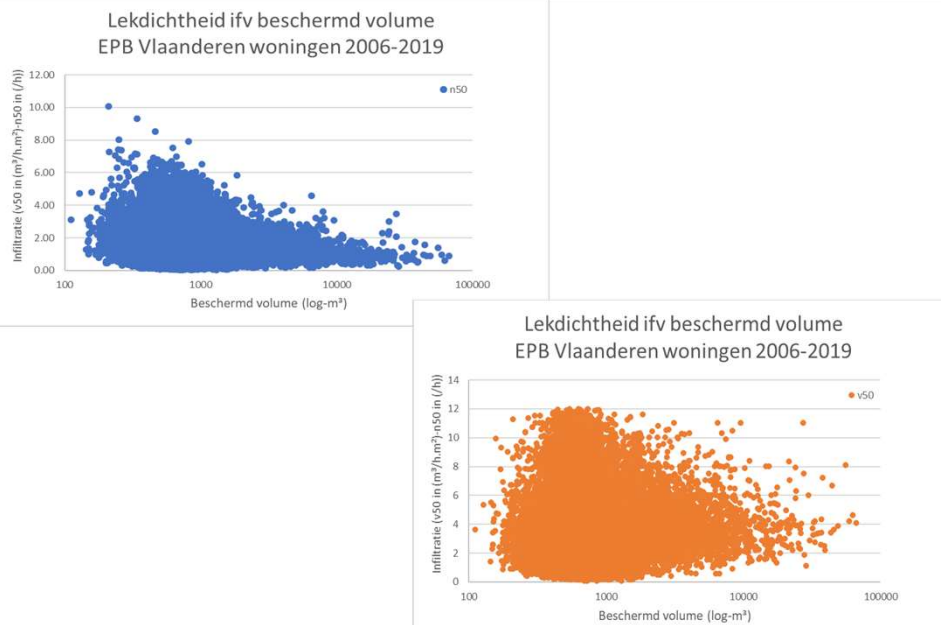
Grafiek 52 - spreiding van aantal EPB-aangiften van woongebouwen met uitgevoerde luchtdichtheidsmeting, volgens behaald resultaat, per aanvraagjaar

VFA – EPB in cijfers

Page 56

56

Analyse EPB cijfers (nieuwbouw 2006-2019)

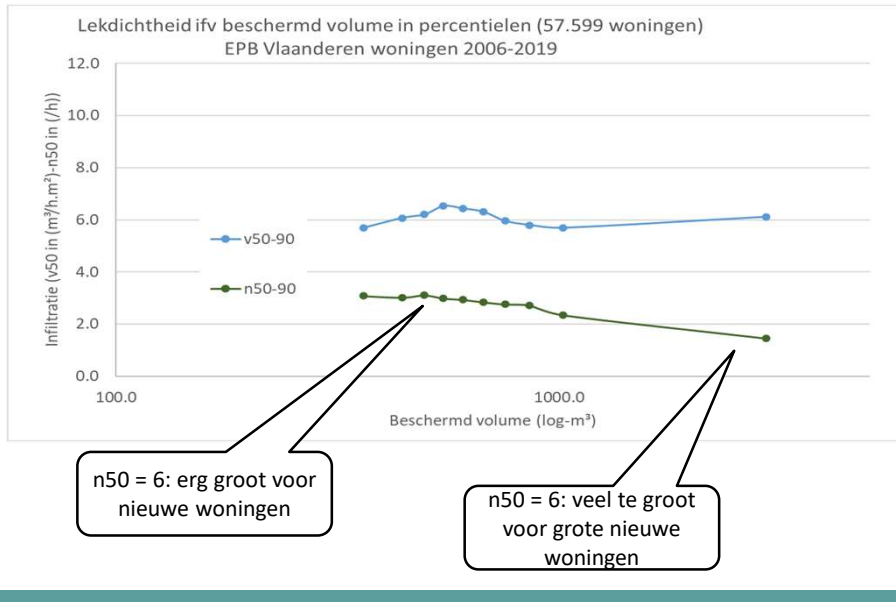


Page 57

57

EPB Woningen 2006-2019: uitgedrukt in percentielen

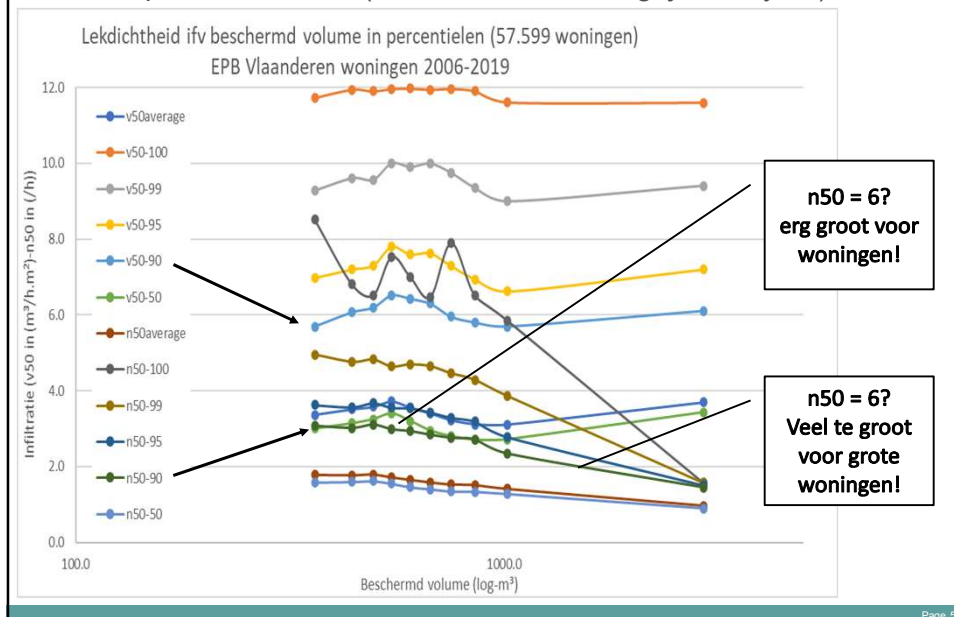
Default op basis van P90?



58

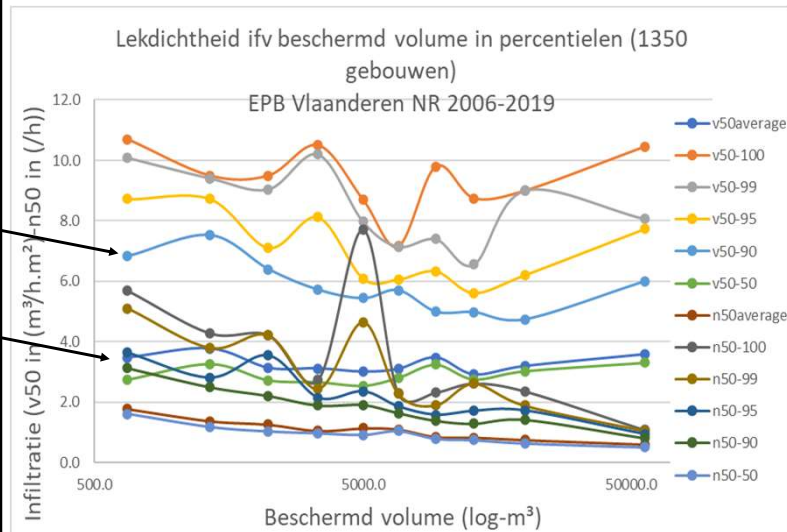
Woningen 2006-2019: uitgedrukt in percentielen

Default op basis van P90 (arbitrair, soms belangrijke outliers)



59

Niet residentieel 2006-2019



60

EPB cijfers

Voor recente gemeten gebouwen

Vlaanderen, zonder de niet gemeten gebouwen

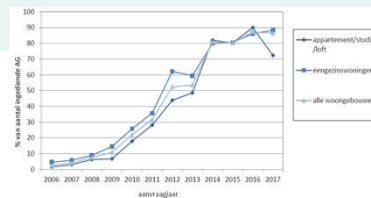
- Ondertussen tot 90 % gemeten

n50

- Erg volumeafhankelijk
- Dus niet erg geschikt om een default uit te drukken
- Maxima = 6-8 (/h)
 - Maar veel kleiner voor grote gebouwen
 - En P90 duidelijk lager

v50

- Weinig volumegevoelig
 - Maxima = 10-12 (m³/h.m²)
 - Mediaan = 3-4 (m³/h.m²)
 - P90 = +/- 6 (m³/h.m²)
 - Wellicht een beetje hoger voor niet gemeten gebouwen



Grafiek 31: % van de EPB aangiften woongebouwen met uitgeoefende luchtdichtheidsmeting, per aanvraagjaar

61

Infiltratie

Voorstel, toepasbaar binnen de krijtlijnen van de norm

Nieuwbouw:

- Meten (maar mogelijk in ontwerpfase installatie?)
- 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 62

62

Hoofdelementen van de berekening



Bijkomend opwarmvermogen (reheat)

Stijging van de temperatuur in de ruimten na tijdelijke verlaging

Page 63

63

Opwarmvermogen (na verlagingperiode)



$$\Phi_{hu,i} = A_i \cdot \phi_{hu,i}$$

Opwarmvermogen:

- Op basis van de vloeroppervlakte van de ruimte
- En een factor op basis van tabellen
 - Tijdsduur verlaging, tijdsduur opwarming, te overwinnen dT, ventilatie, gebouwcapaciteit
 - Geldigheid van de factoren?
- Ruimten (vermogen emissie):
 - Belangrijk opwarmvermogen nodig voor badkamer en slaapkamer/bureau
 - Veronderstelt 100 % reactief emissie-systeem
 - dus niet realistisch voor trage vloerverwarming
 - = geen verlaging toepassen
- Gebouw (vermogen generator)
 - Voorstel om geen toeslag toe te passen
 - Oplossen via aangepaste regeling
 - = geen verlaging als het zeer koud is

Page 64

64

Opwarmvermogen-Puissance de relance



Tableau F.1 — Puissance spécifique de préchauffage pour des temps sans utilisation compris entre 8 h et 168 h

Période de non-utilisation t_{hu} [h]	8		14		62		168	
	abaissement nocturne dans les bâtiments résidentiels exploitation avec deux équipes		abaissement nocturne dans les bureaux exploitation avec une équipe		abaissement de fin de semaine			
Taux de renouvellement de l'air pendant l'abaissement ^a n_{hu} [h]	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	-	
Temps de préchauffage	Capacité de stockage thermique ^b							
t_{hu} [h]	1	h	1	h	1	h	1	h

Tableau F.2 — Puissance spécifique de préchauffage pour les chutes de température comprises entre 1 K et 5 K

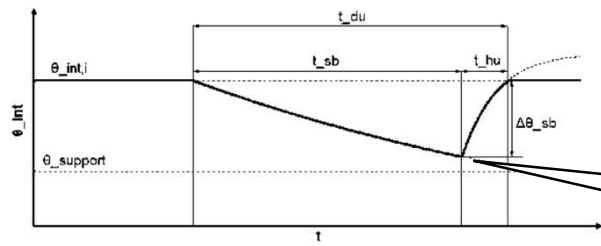
t_{hu} [h]	Puissance spécifique de préchauffage ϕ_{hu} [W/m ²]												Chute de température $\Delta\theta_{hu}$ [K]	Taux de renouvellement de l'air pendant l'abaissement ^a n_{hu} [h]									
	Capacité de stockage thermique ^b													1		2		3		4		5	
0,5	63	16	74	26	88	38	91	56	92	> 100	92	> 100	92	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
1	34	10	43	16	50	29	50	43	55	100	55	> 100	55	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
2	14	3	21	8	28	18	28	29	32	86	32	> 100	32	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
3	5	0	10	2	17	12	18	21	23	73	22	94	23	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
4	0	0	3	0	11	7	12	15	17	64	17	84	17	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
6	0	0	0	0	3	1	5	5	10	52	10	70	10	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5
12	0	0	0	0	0	0	0	0	2	31	2	45	2	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5

^a Un taux de renouvellement de l'air de $n_{hu} = 0,1 \text{ h}^{-1}$ peut être supposé si les fenêtres et les portes sont fermées.
^b 1 - basse ; h - moyenne/élevée ; voir c_{p} Paragraphes 6.3.5. Paragraphes A.2.7/B.2.7.

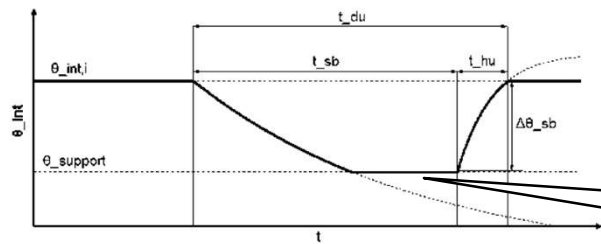
^a Un taux de renouvellement de l'air de $n_{hu} = 0,1 \text{ h}^{-1}$ peut être supposé si les fenêtres et les portes sont fermées.
^b 1 - basse ; h - moyenne/élevée ; voir c_{p} Paragraphes 6.3.5. Paragraphes A.2.7/B.2.7.

Page 65

65



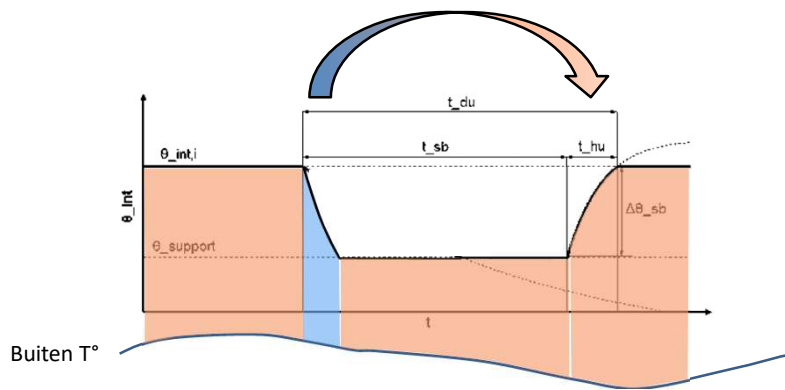
a) Free temperature drop until heating-up begins; internal temperature stays above support temperature



b) Free temperature drop until support temperature is reached; support temperature maintained by room temperature control until heating-up begins

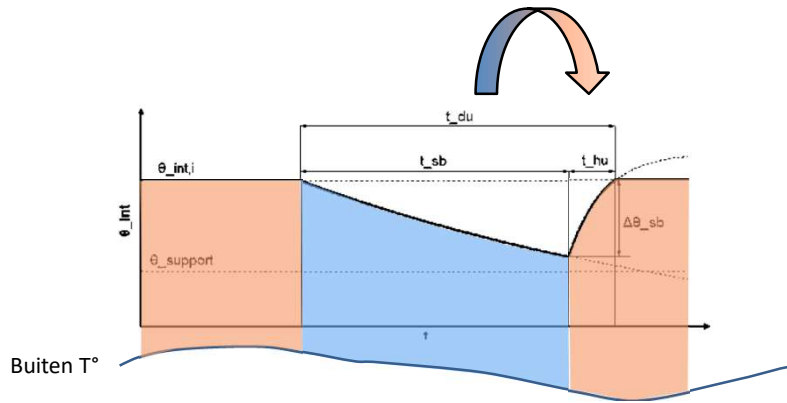
66

Verlaagde temperatuur snel bereikt



67

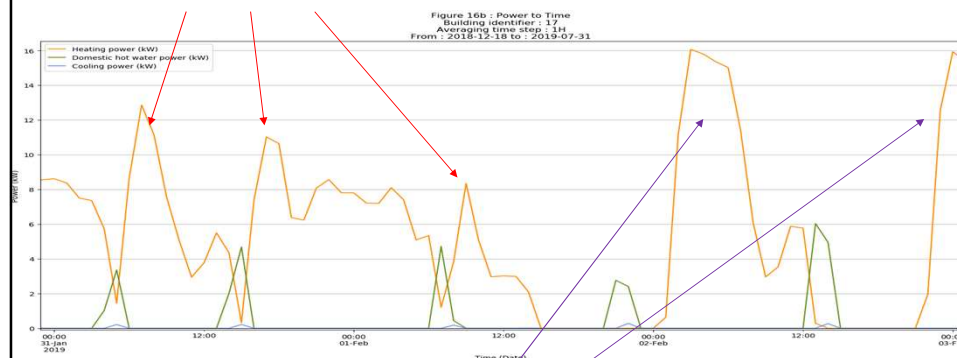
Verlaagde temperatuur niet bereikt



68

Opwarmvermogen (Reheat)

- Voor ingeplande, tijdelijke verlaging
 - Maar ook
 - “sanitair reheat” (zie NBN EN 12831-3)



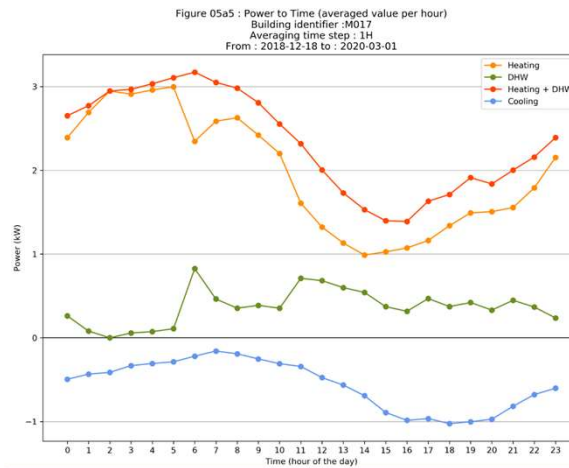
- “high capacity emitter reheat”

70

Benut vermogen in praktijk (Monitoring)

Sterk dagprofiel

- Risico op achterstand?
- Kan de overdag niet nodige energie worden opgeslagen in het gebouw?



73

Weer (KMI) en vermogenvariaties (Simulaties)

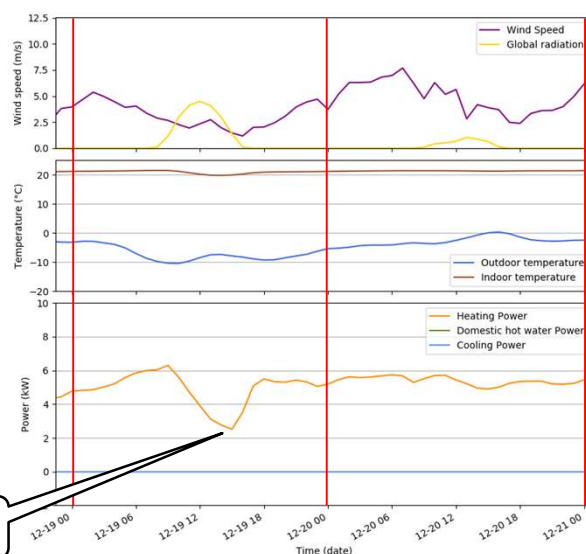
Figure 01 : Climate and Power to Time
Building identifier : S664
Averaging time step : 1h
From : 2010-11-01 to : 2011-05-02

Zeer koude, zonnige dag

- Verschil tot 8 K

- Vermogen zakt sterk in namiddag

Vermogendip, ondanks lage temperatuur

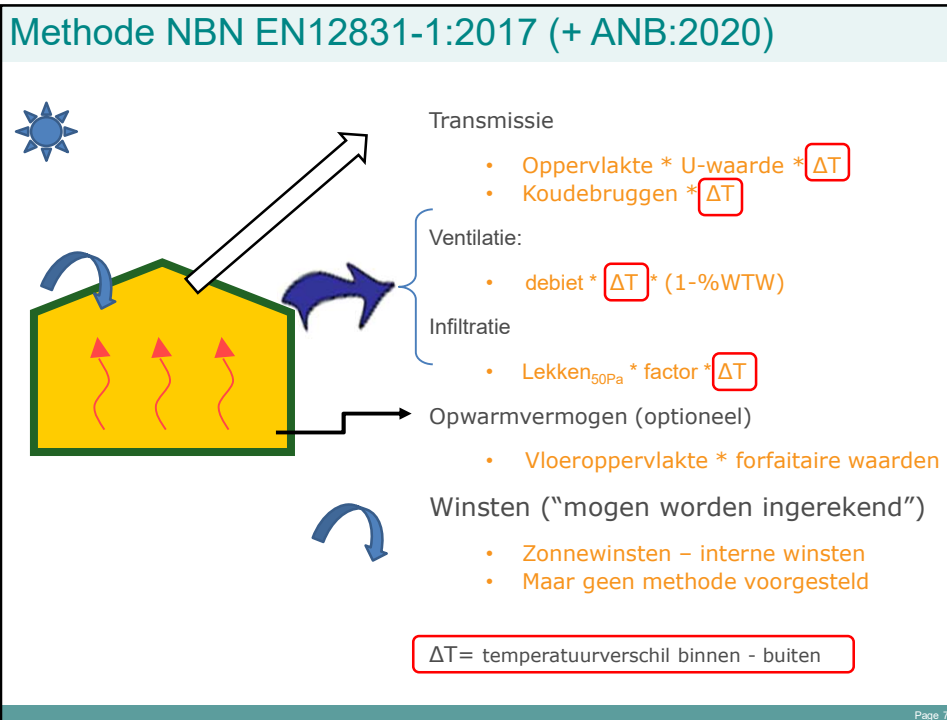


Minder koude, minder zonnige dag

- Verschil tot 5 K

- Vermogen redelijk stabiel

74



78

Vermogen in functie van temperatuurverschil

Men beschouwt bijna alle andere parameters = cst

- Oppervlakken, koudebruggen, U/λ – waarden
- Ventilatie debieten, WTW rendement
- Infiltratievoud n_{50} , lekverdeling, vermenigvuldigingsfactor (LIR)
- Behalve Reheat (temperatuurafhankelijk)

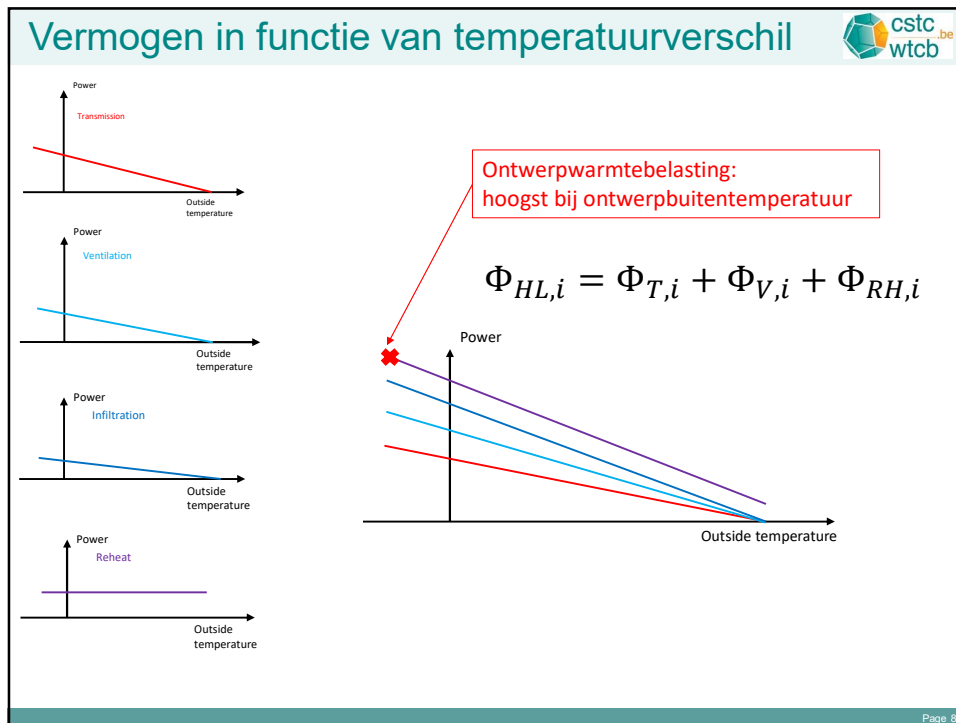
→ $\Phi \sim \Delta T$ (lineair)

→ Φ_{max} bij Δt_{max} ,
dus bij de laagste buitentemperatuur (T_e)

En voor het bepalen van de "stooklijn" veronderstelt men een lineaire relatie

Page 79

79



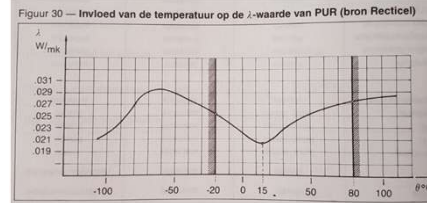
80

- ### Men vereenvoudigt dus:
- Enkel buiten T° variabel
 - Gelijkijdigheid vermogenbepalende factoren
 - 100 % cumulatief voor verliezen
 - 0 % voor winsten
 - En de praktijk? Zie monitoring
- Page 81

81

Andere factoren dan ΔT constant?

- Transmissie?
 - Lambda beperkt temperatuurafhankelijk
 - Lambda vochtafhankelijk?
 - Effect van windspoeling, convectiespoeling, G?



82

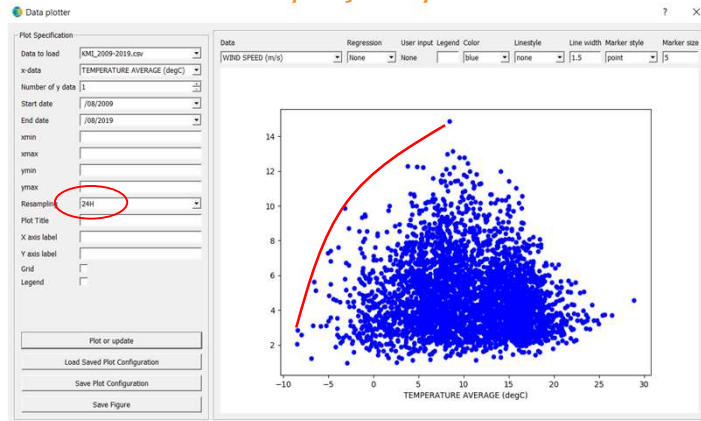
Ventilatie = onafhankelijk van het weer?

- Ventilatie
 - Ventilatie debieten aangepast aan buiten T° ?
 - Om te sterke uitdroging te vermijden bij lage T°
 - Bij vraagsturing
 - Indien veel infiltratie \rightarrow minder bewuste ventilatie?
 - WTW rendement = 0 bij lage temperaturen?
 - In functie van strategie vorstbeveiliging?

83

Infiltratie = onafhankelijk van het weer?

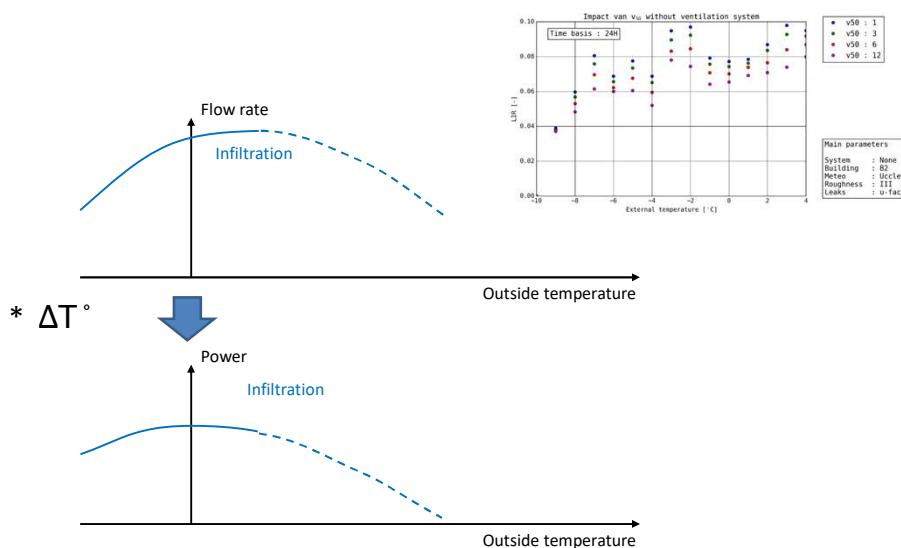
- Infiltratie
 - Windeffect >> thermische trek
 - Windmaximum treedt niet op bij temperatuurminimum



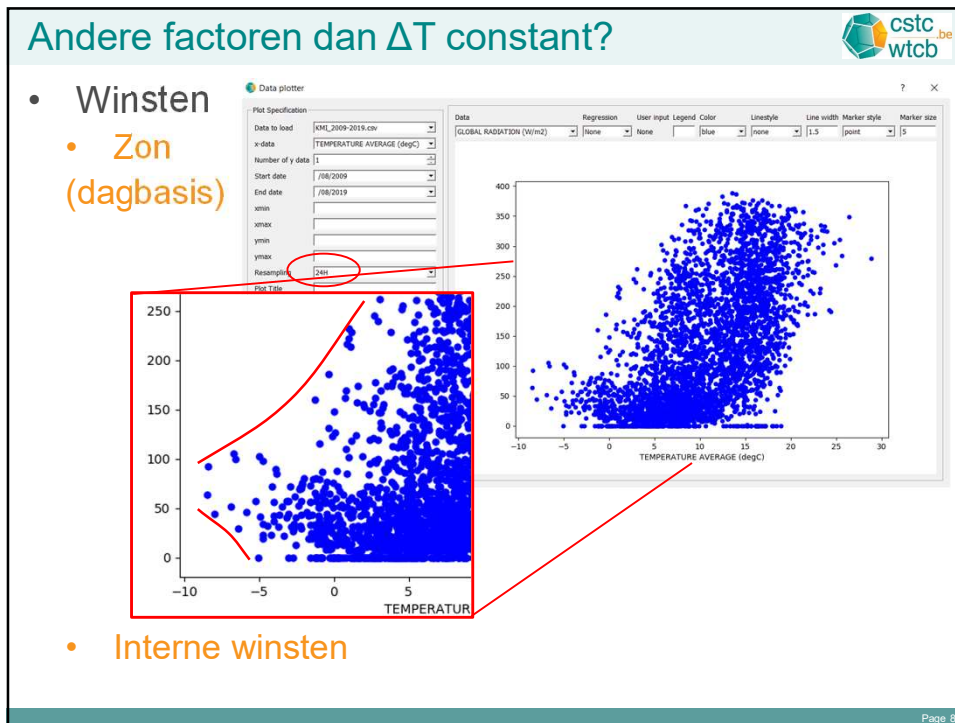
→ Zie analyse infiltratie

85

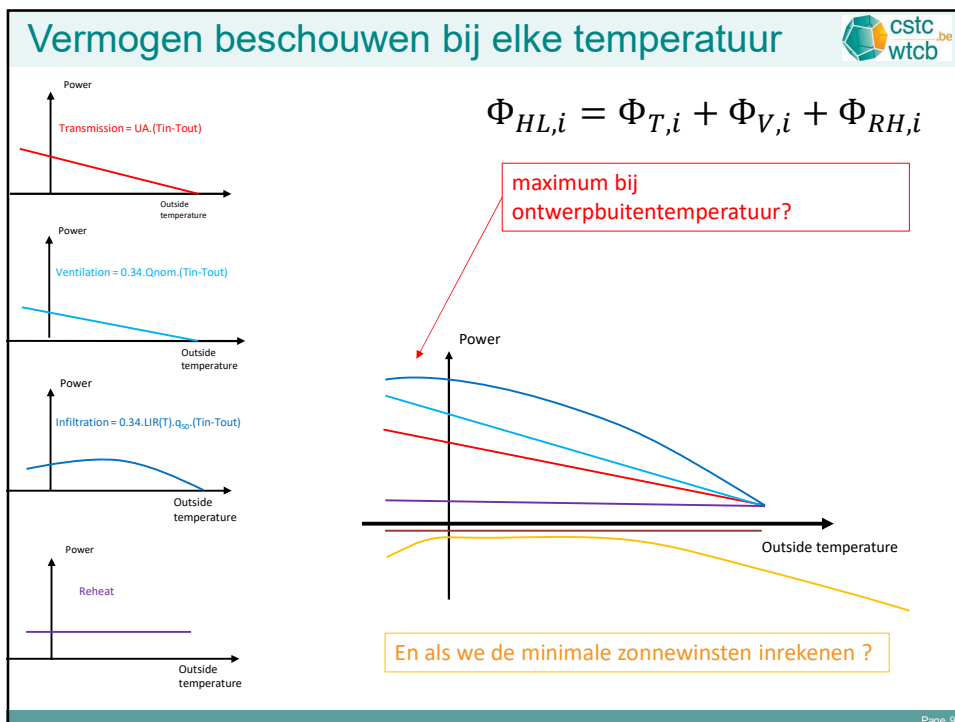
Infiltratie sterk windgebonden



86



87



90

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 93

93

Analyse EPB-aangiften



- Nieuwe woningen
 - **Opdeling rij, halfopen, vrijstaand, appartement**
 - **+ woning met kantoor**
- Stedenbouwkundige aanvragen 2018

Page 94

94

Berekening gebouwvermogen



Conform principes van de norm

- Maar enkel op gebouwniveau
 - Binnentemperatuur uniform (20°C)
 - Ukkel (-7°C)
 - **Geen verliezen naar aangrenzende gebouwen!**
 - Infiltratie: 8 (m³/h)/m² indien niet gemeten
 - Ontwerpventilatie debiet
 - Op basis van beschermd volume (BV) formule
 - Geen m-factor, geen f-reduc
 - D: WTW rendement 75 %, ook bij laagste T°
 - Opwarmvermogen 15 W/m²
 - 2 K verlaging, 2 H opwarmtijd, 0.1 ventilatievoud, hoge capaciteit
 - **Zonder sanitair warm water!**

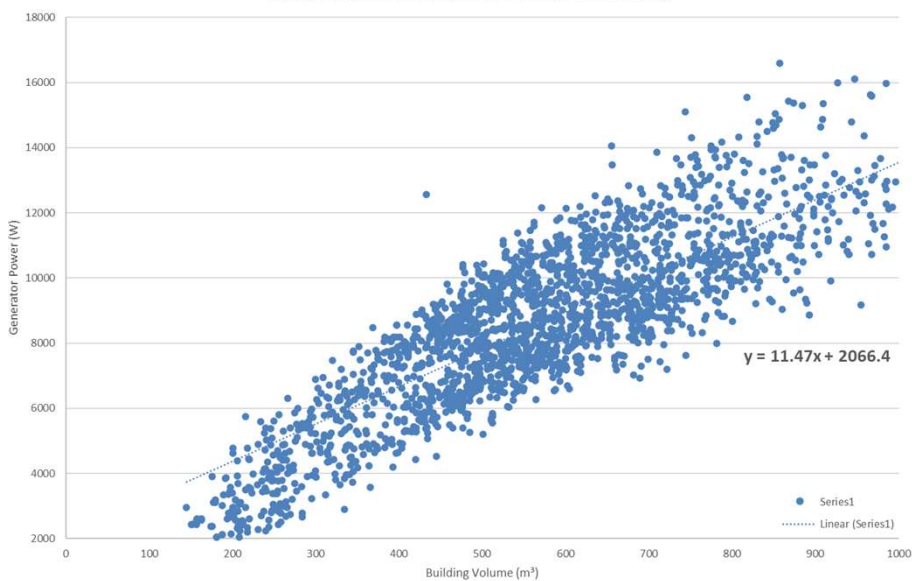
Page 95

95

In functie van beschermd volume

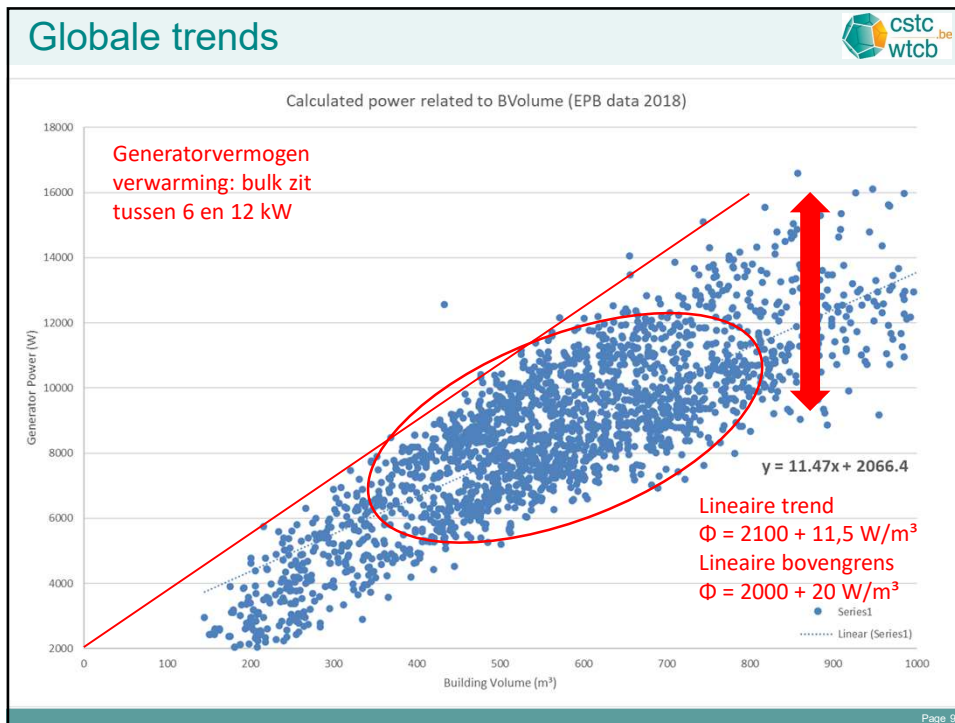


Calculated power related to BVVolume (EPB data 2018)

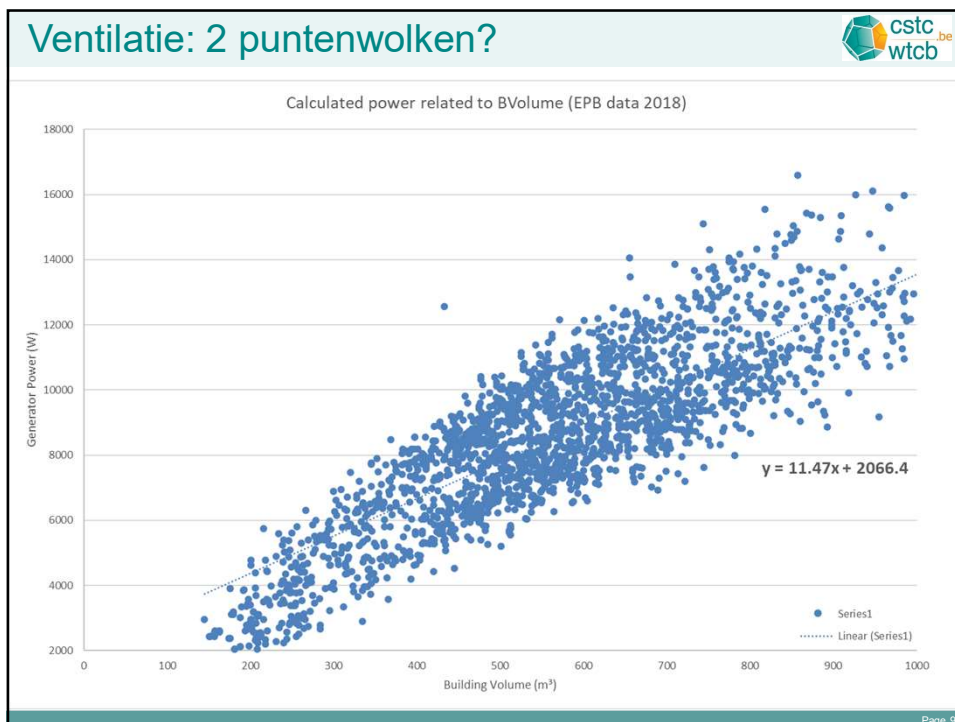


Page 96

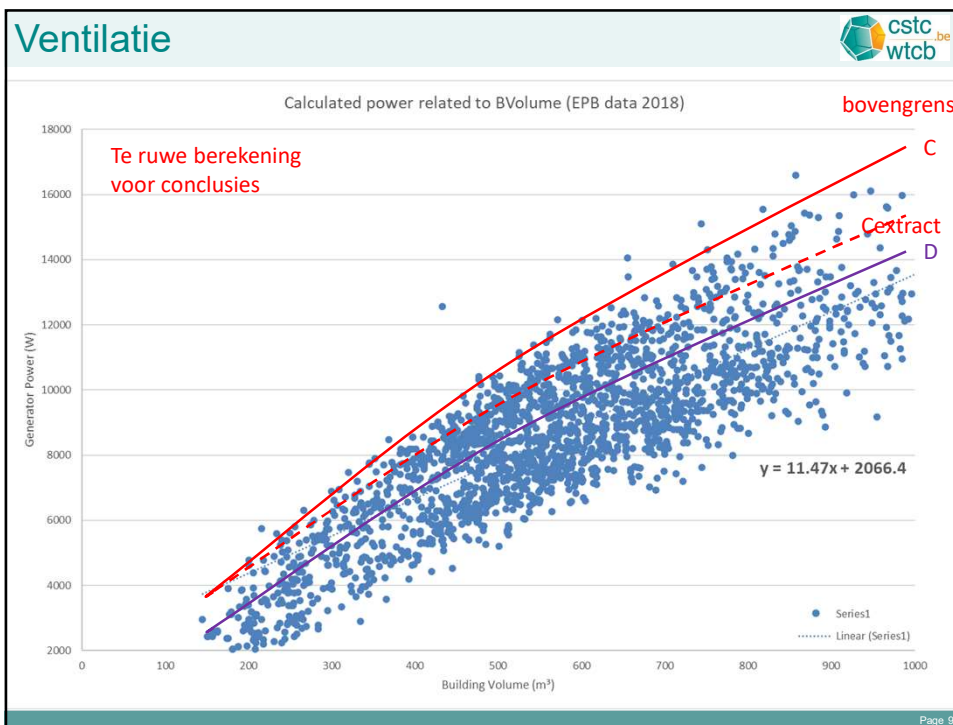
96



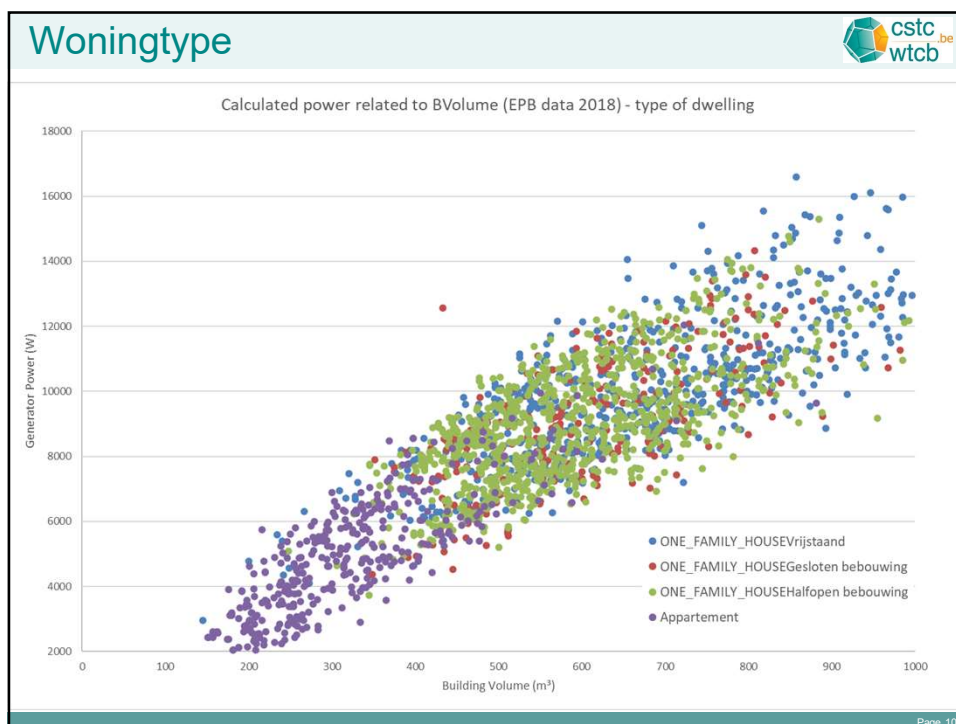
97



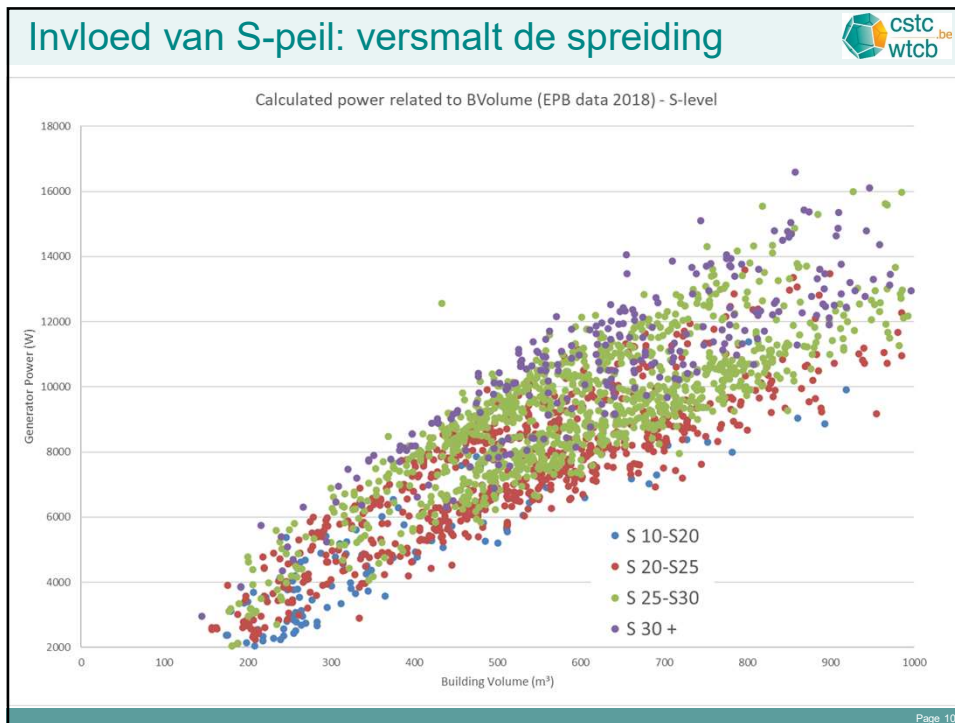
98



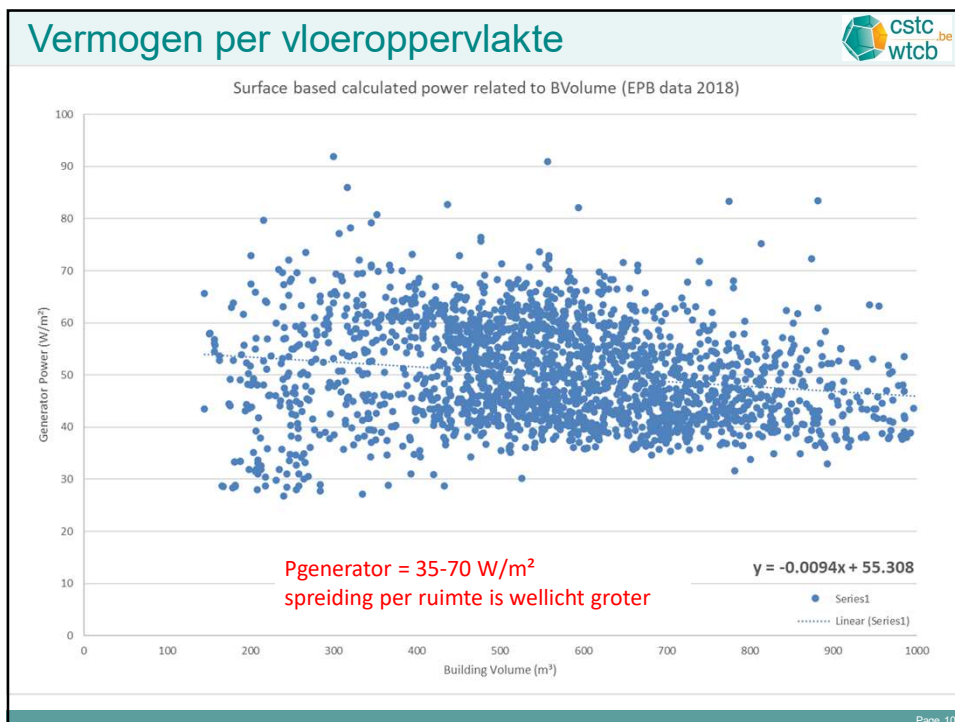
99



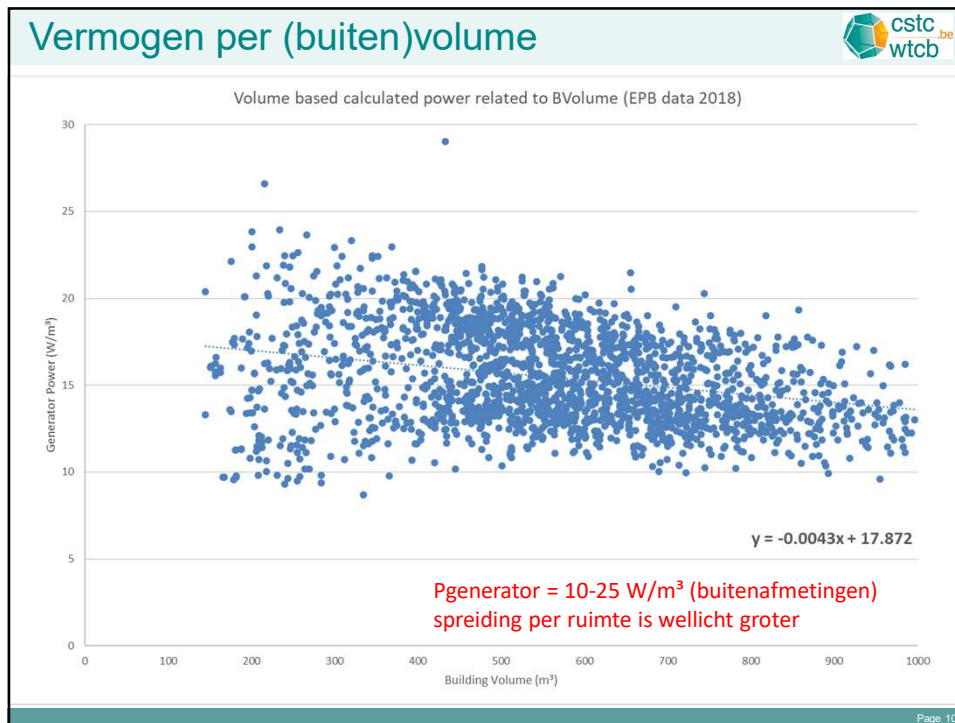
100



101



102



103

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 104

104

Monitoring: oorsprong van gegevens

Gebouwen in gebruik/bewoning

Intentie was: benutten van “inclusief” meetsysteem

= integraal onderdeel deel van de warmtegenerator (meting, logging, communicatie via internet)

In praktijk ook veelal toegevoegde meetapparatuur

Representatief? Een beetje voorbehoud!

Aantal: 50-tal

- Vooral Vlaanderen
- Vooral recente woningen
- Vooral warmtepompen

Gebruikt volgens uitgangspunten van de norm?

- Binnentemperaturen? alle ruimten verwarmd?
- Reëel weer: niet altijd strikt volgens de norm
 - We hebben niet altijd -7°C

Page 107

107

Time step: 10 s

Weer

- Zon
- wind

Temperatuur

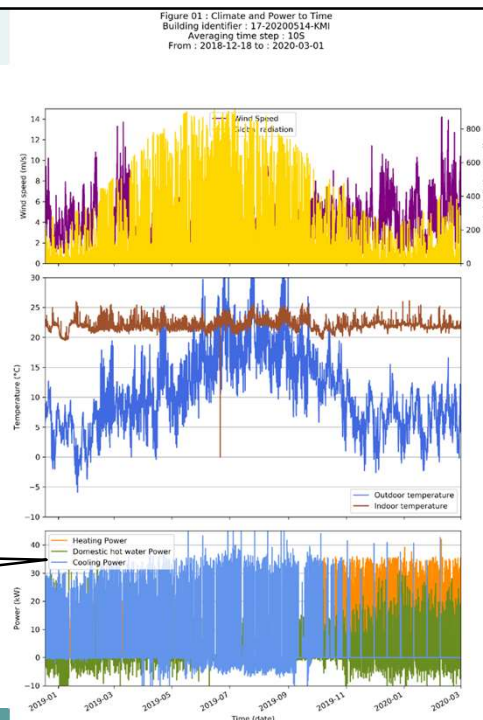
- Binnen
- Buiten

Vermogen

- Heating
- DHW
- (Cooling)

35 kW?

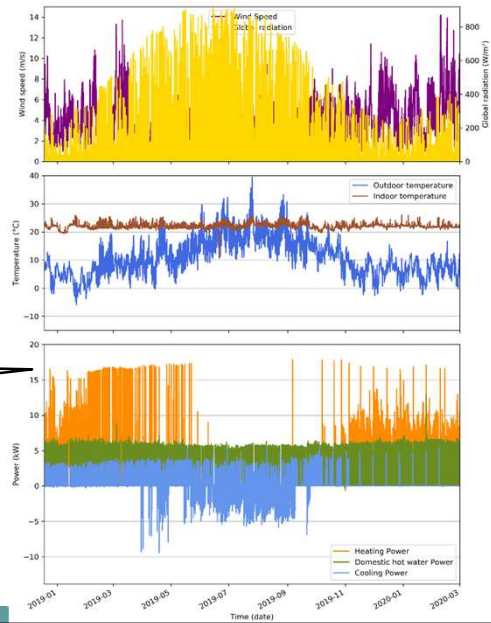
10 sec: veel meetruis!



109

Time step: 5 min

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

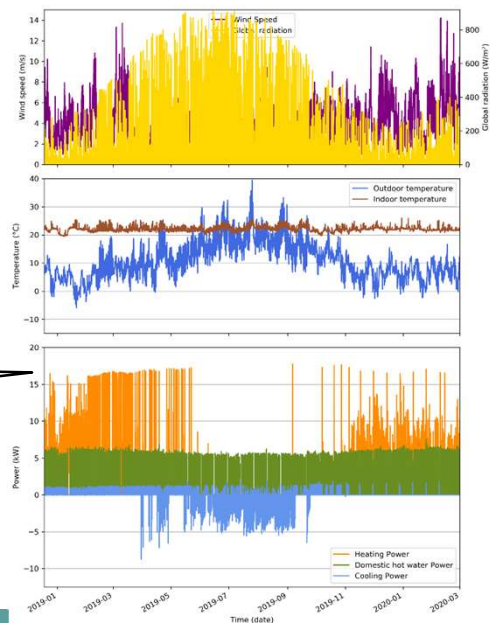


17 kW?

110

Time step: 15 min

Figure 01 - Climate and Power to Time
Building Identifier : 17-20200602-KMI
Averaging time step : 15min
From : 2018-12-18 to : 2020-03-01

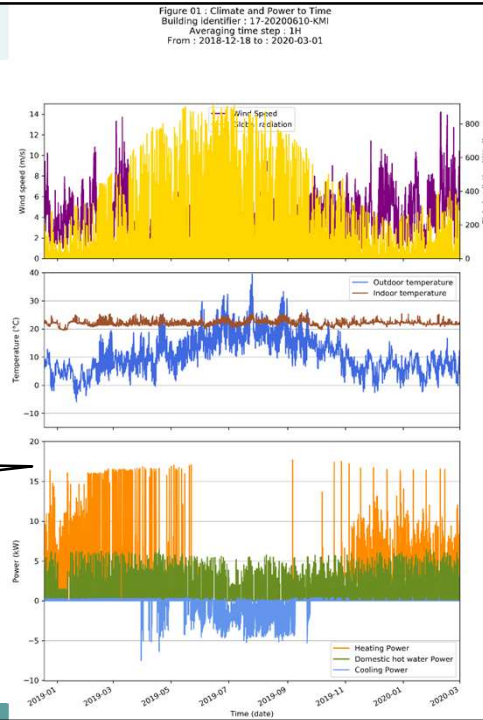


17 kW?

DHW peak << Heating peak

111

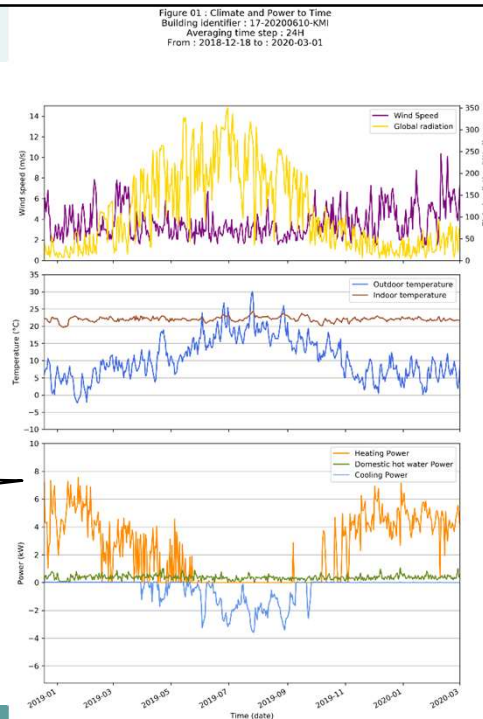
Time step: 1 h



17 kW?

112

Time step: 24 h

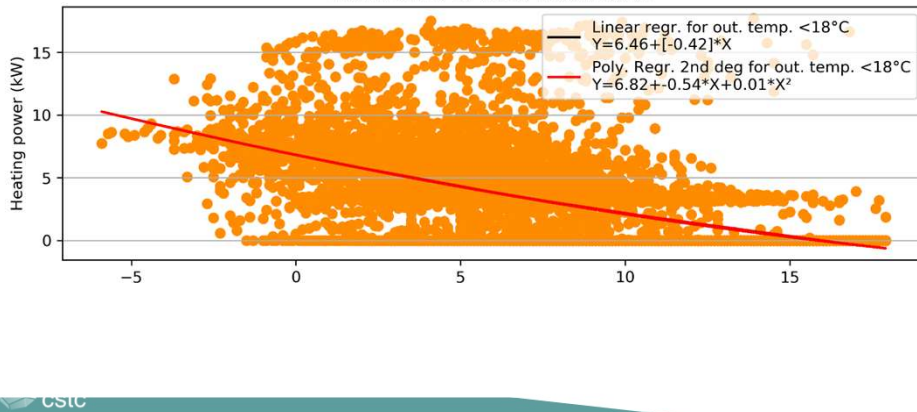


7.5 kW?

113

Power as a function of outdoor temperature

Figure 17b : Power (heating + DHW) to Outdoor temperature (Linear & Polynomial Regression)
 Building identifier :M017
 Averaging time step : 1H
 From : 2018-12-18 to : 2020-03-01



115

Which time step?

Figure 17b : Power (heating + DHW) to Outdoor temperature (Linear & Polynomial Regression)
 Building identifier :M017
 Averaging time step : 1H
 From : 2018-12-18 to : 2020-03-01

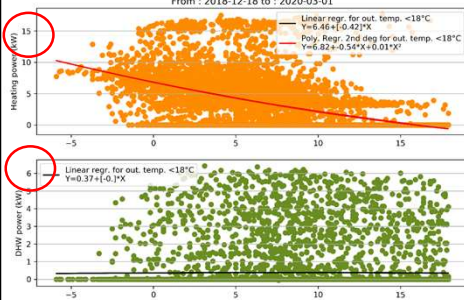
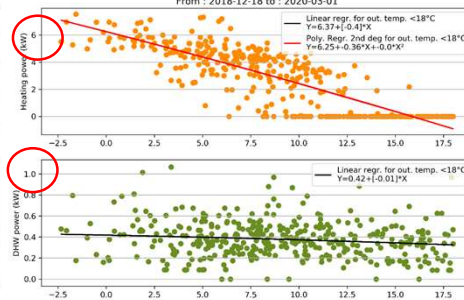


Figure 17b : Power (heating + DHW) to Outdoor temperature (Linear & Polynomial Regression)
 Building identifier :M017
 Averaging time step : 24H
 From : 2018-12-18 to : 2020-03-01



1 h vermogen: sterk beïnvloed door systeemparameters:
 generatorvermogen, regeling, reheat, sanitair

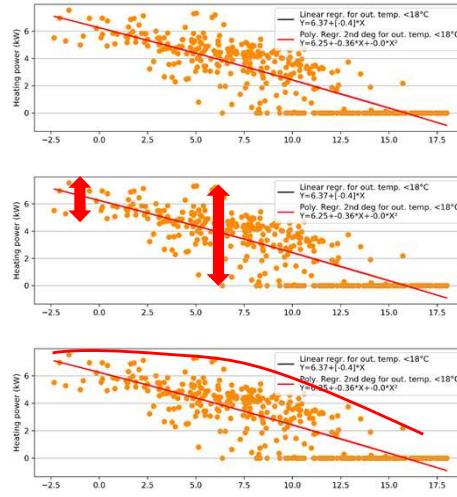
117

What to evaluate?

Global trend
for energy?

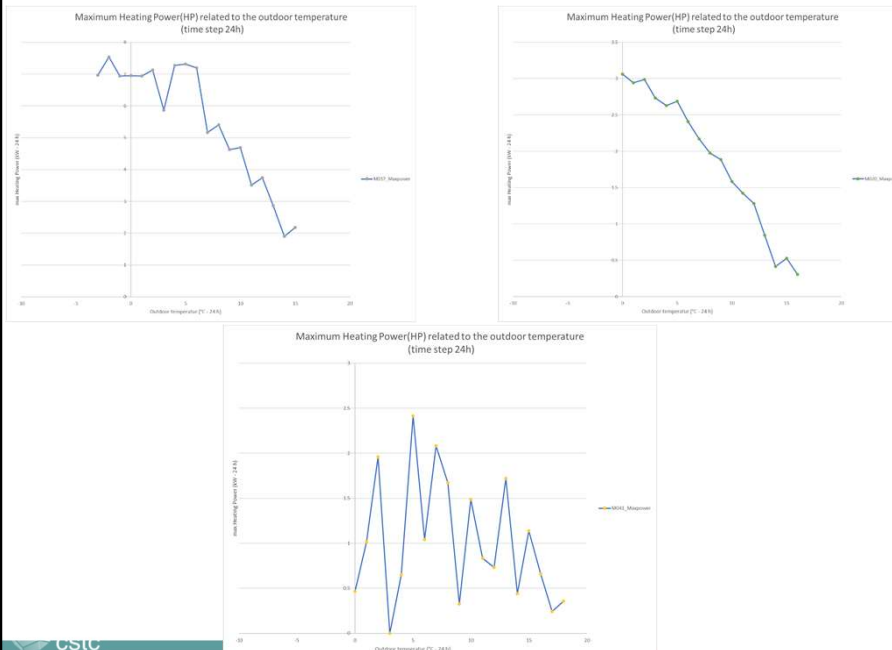
Wide scatter

Trend of maxima



118

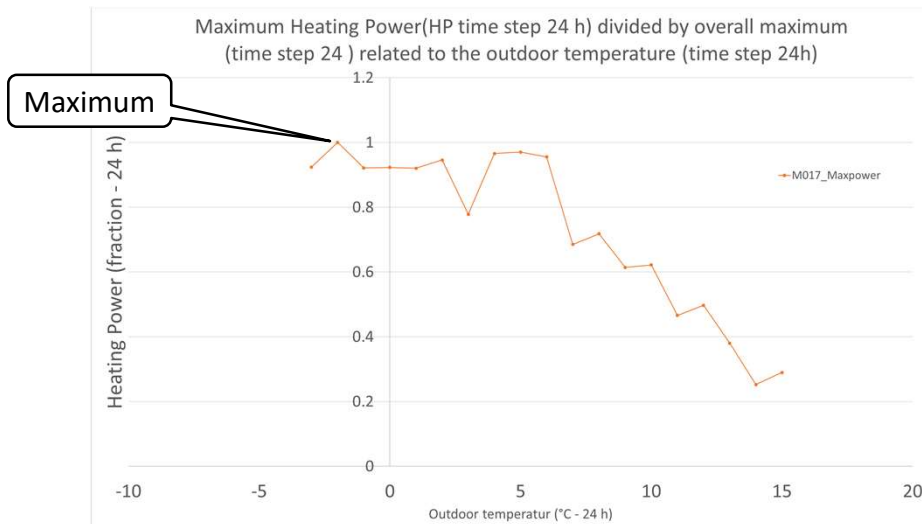
Various graph forms (time step 24 h)



119

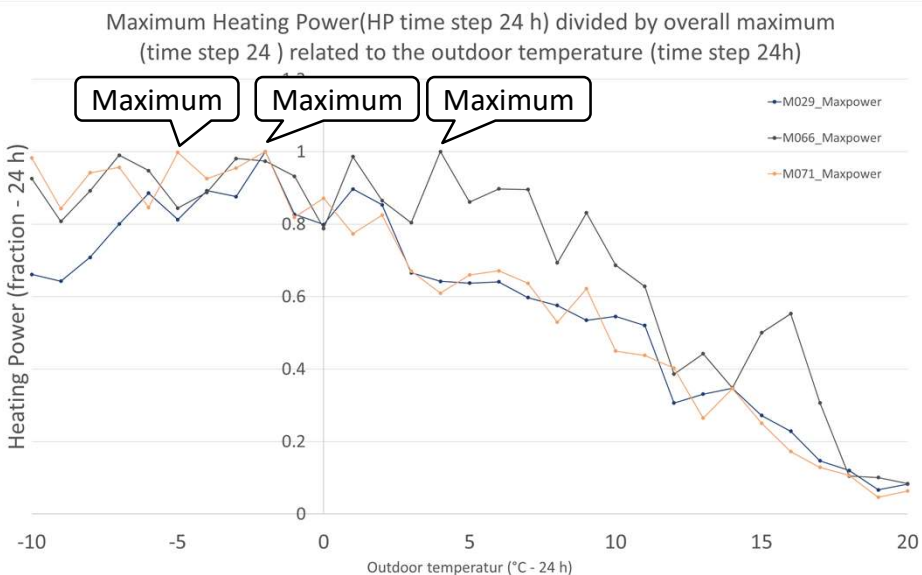
Related to maximum power

To compare various cases

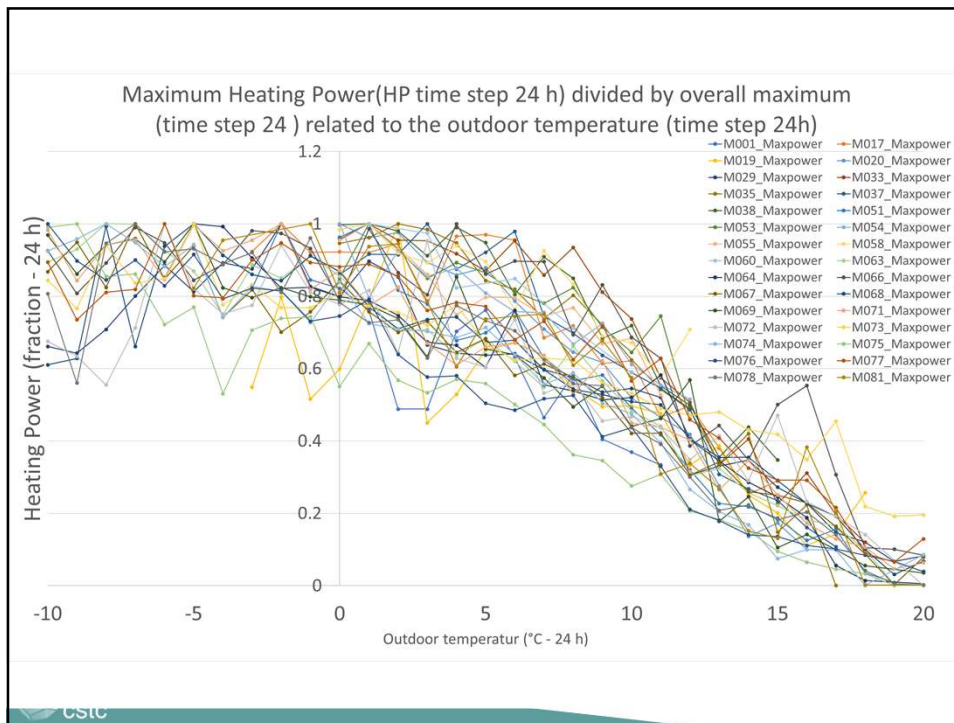


120

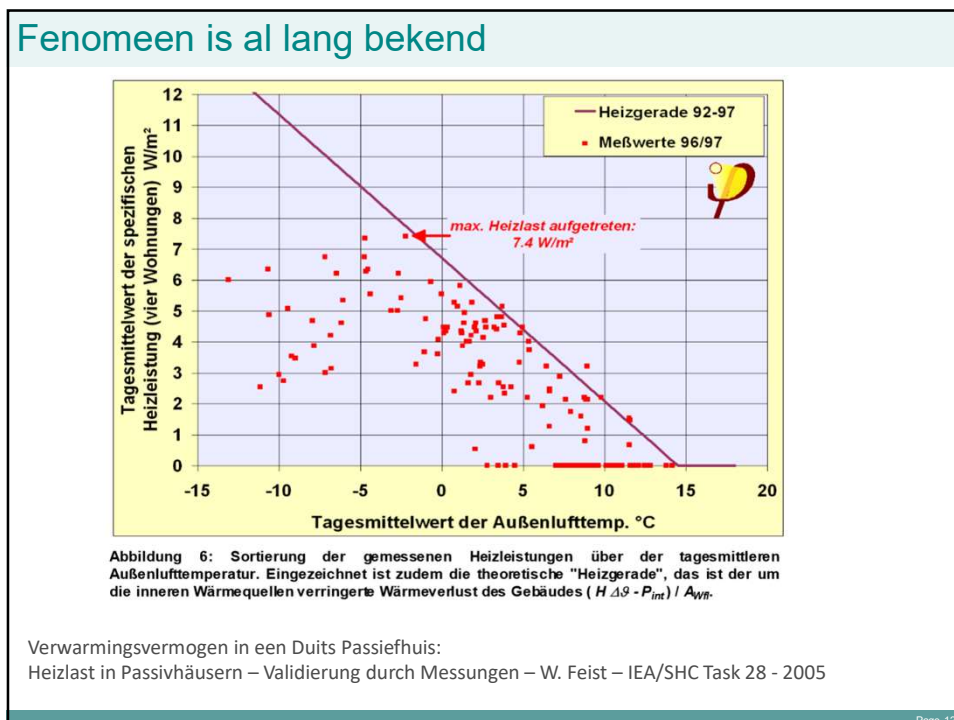
Ook cases met zeer lage temperatuur



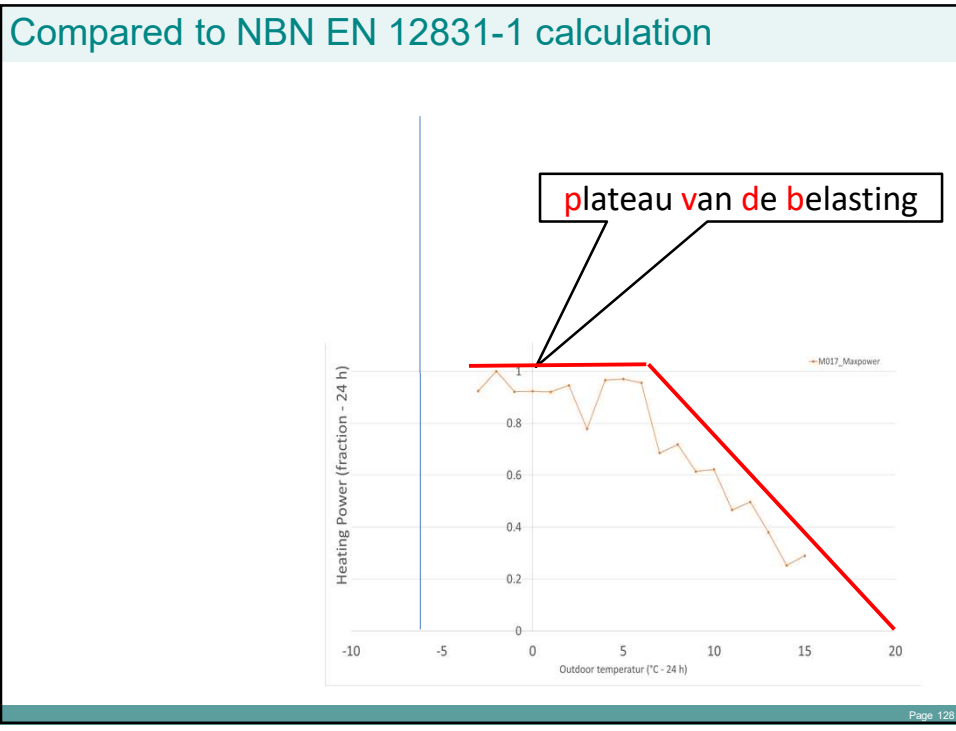
121



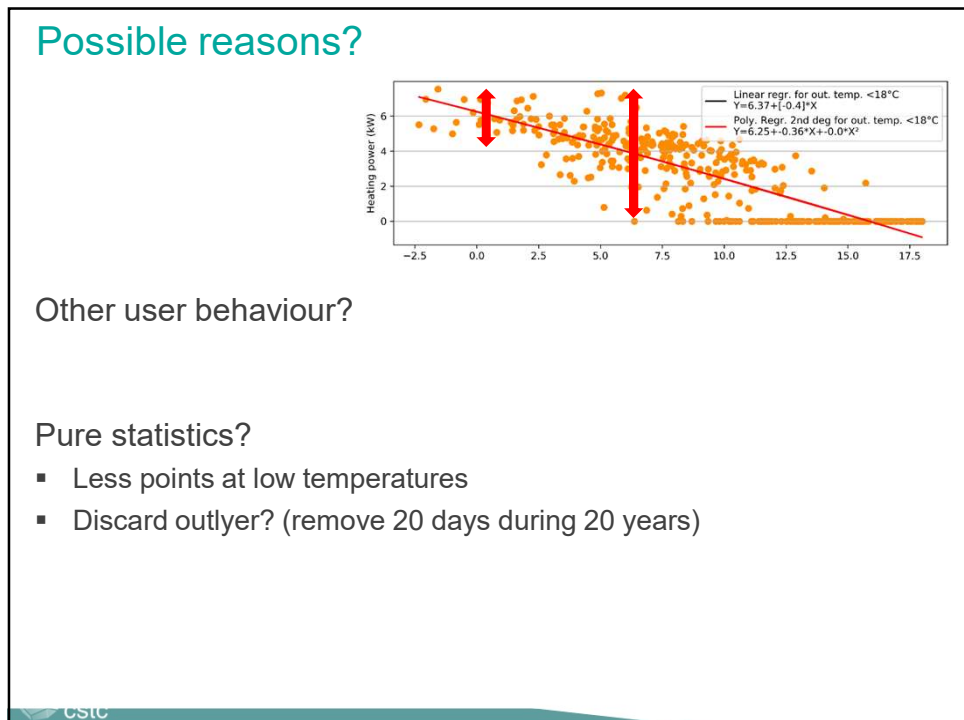
122



127

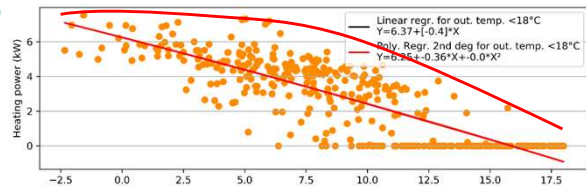


128



129

Possible reasons?



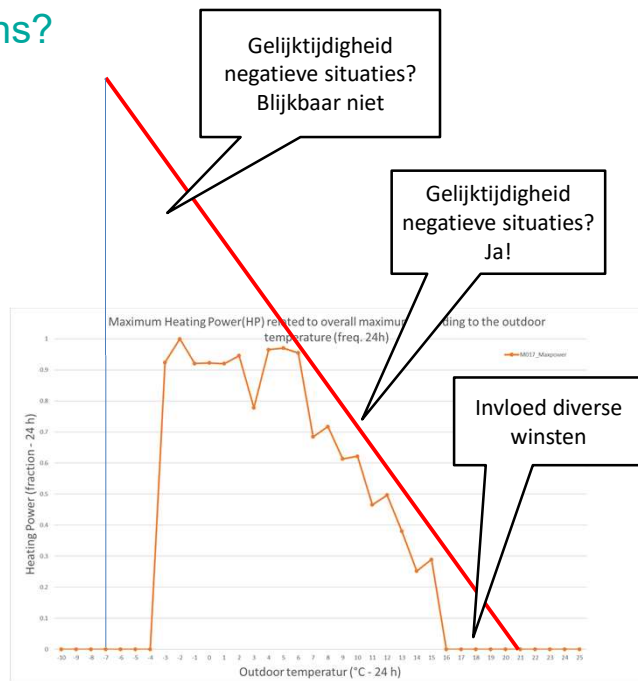
Simultaneous occurrence of:

- Less wind infiltration at low temperatures?
- → Contam simulations
- Lower ventilation rates?
- Cold and sunny days
- → E+ simulations

CSTC

130

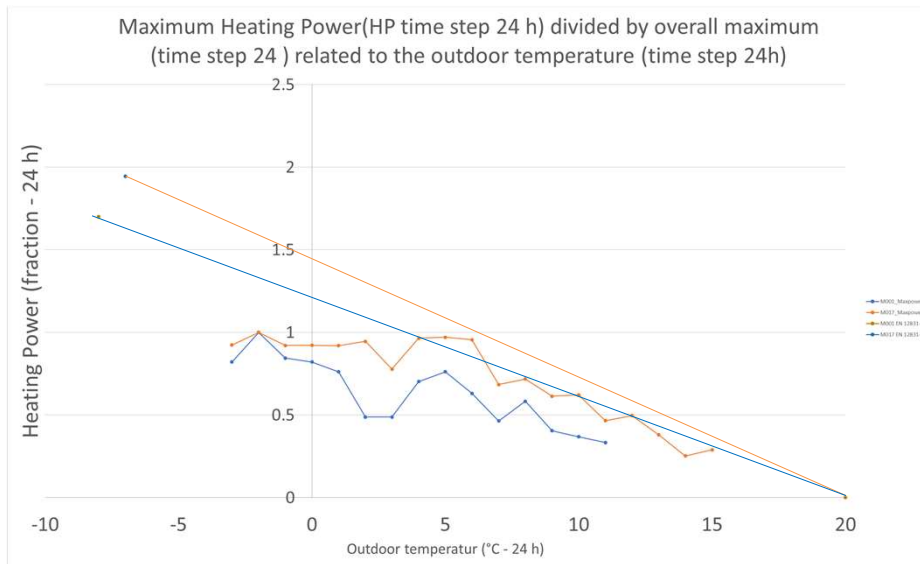
Possible reasons?



CSTC

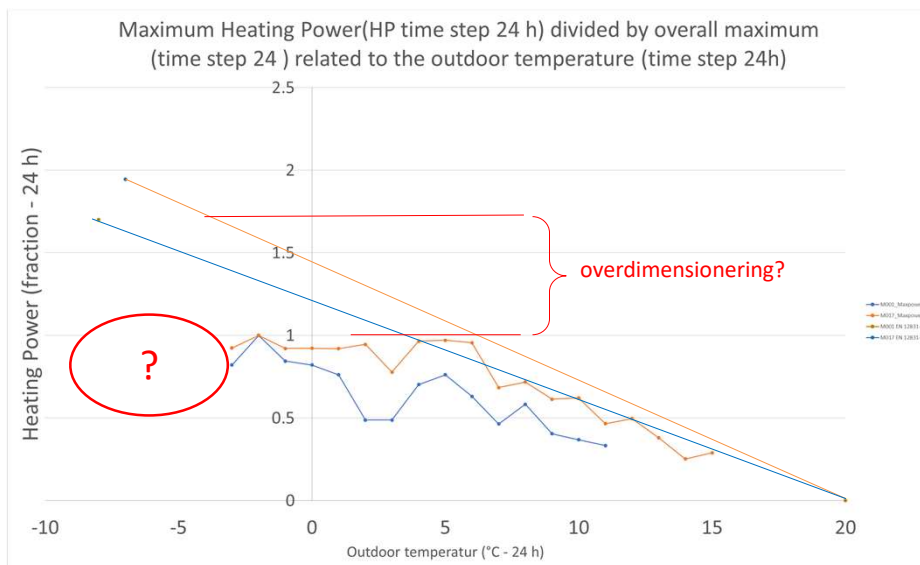
131

Calculated heat load compared to monitored max



132

Calculated heat load compared to monitored max



133

And with time step 1 h?

Recall: standard refers to 24h

Reheat

- Setpoint setback
- DHW reheat
- High capacity emitter

Generator capacity

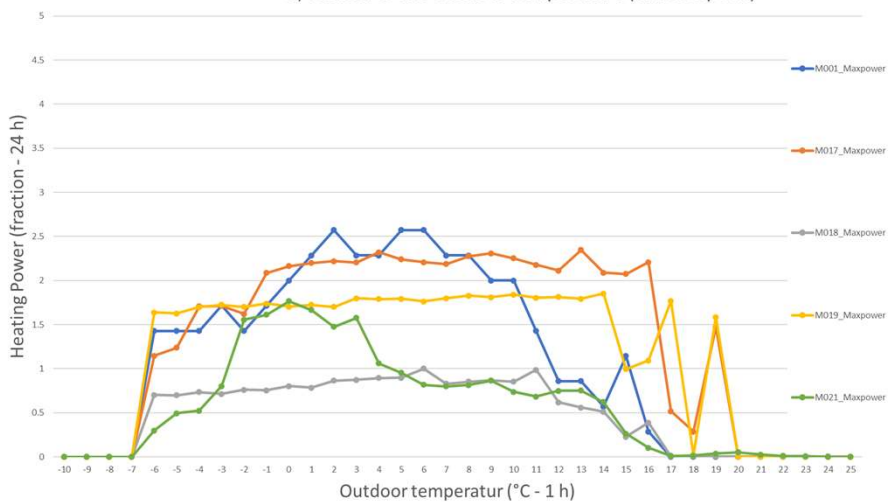
Control

CSTC

135

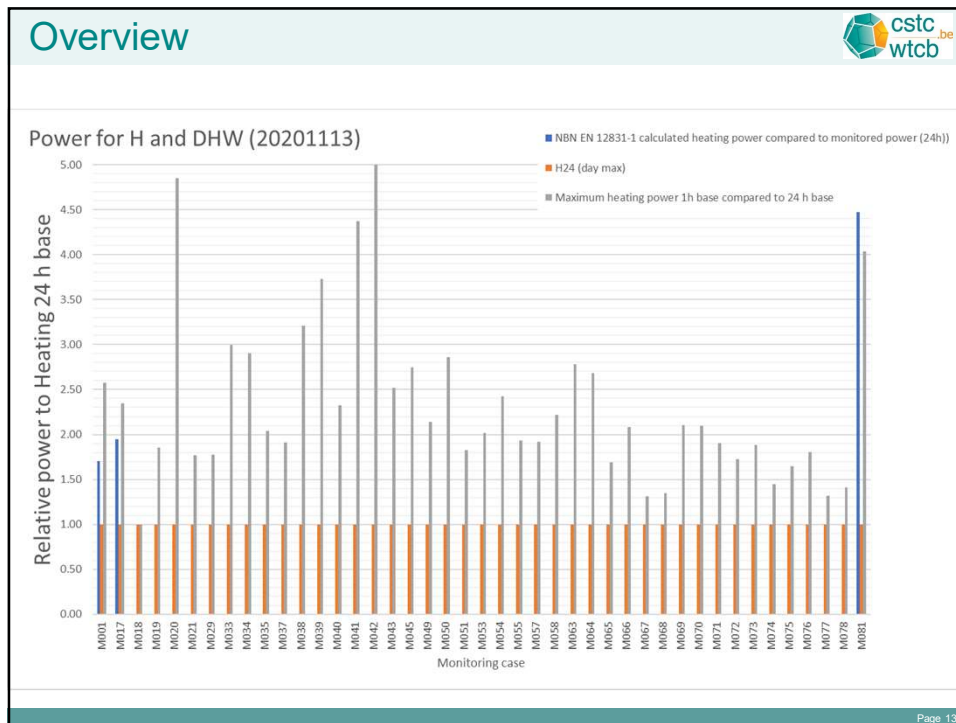
HP (1h) compared to HP (24h)

Maximum Heating Power(HP time step 1 h) divided by overall maximum (time step 24 h) related to the outdoor temperature (time step 1 h)



CSTC

136



137

“En wat hebben we geleerd vandaag?”

- Weersafhankelijke regeling
 - Stooklijn
 - ≠ rechte lijn
 - ≠ lijn, maar een wolk
 - Gevolgen voor de praktijk
 - Stookkromme als maximumgrens voor temperatuurregime?
 - Sommige regelingen gebruiken ook zon- en windinvloed
 - Fijnregeling noodzakelijk (thermostatische radiatorcransen, ruimtcompensatie per zone,...)
 - MPC?
 - = Model predictive Control
 - modelgebaseerde voorspellende regeling

Page 138

138