



15 Maart 2019

Onderzoekrapport

Verschil bepalingsmethode
NEN 7120 en NTA 8800

Lars Verkade
14095971

Verschil bepalingsmethode NEN 7120 en NTA 8800.

DE HAAGSE
HOGESCHOOL



Document	Onderzoek verschillen bepalingsmethode NEN 7120 en NTA 8800
Datum	15 Maart 2019
Locatie	Delft
Student	Lars Verkade
Studentnummer	14095971
Begeleider	Bram van der Vlugt
Tweede lezer	T.B. Salcedo
Gecommitteerde	De heer Bookholt
Instituut	De Haagse Hogeschool
Opleiding	Werktuigbouwkunde
Onderzoekperiode	12 November 2019 t/m 15 Maart 2019
Stage bedrijf	Vabi Software
Bedrijf begeleider	Wim Plokker

Samenvatting

Het milieu, en daarmee het verduurzamen van gebouwen is in de afgelopen jaren iets dat steeds meer in de belangstelling is komen te staan. Om Nederland te kunnen houden aan de gestelde klimaateisen is er een groot belang om de energieprestatie van woningen en utiliteitsgebouwen zo nauwkeurig mogelijk te kunnen bepalen.

Hiervoor is er een nieuwe bepalingsmethode in ontwikkeling, de NTA 8800. Deze bepalingsmethode zal in 2020 zijn intrede maken en de oude methode, de NEN 7120, vervangen. Er is momenteel nog veel onduidelijkheid over deze nieuwe methode, waardoor er een vraag is naar duidelijkheid over de gevolgen voor de huidig berekende bouwprestatie van deze nieuwe bepalingsmethode. Dit onderzoek probeert de onduidelijkheid hier weg te nemen door beide methoden met elkaar te vergelijken. Tijdens dit onderzoek is gekeken naar situaties waarbij een warmtepomp wordt gebruikt als de opwekker. Naast deze twee methoden is ook het resultaat van een gebouwssimulatie vergeleken, dit om te kijken of er grote verschillen zitten tussen de berekening van Vabi en een van de methoden.

Tijdens het onderzoek is er antwoord gegeven op de volgende onderzoeksvraag:

“Is er de mogelijkheid om de NEN 7120, NTA 8800 en gebouwssimulatie met elkaar te vergelijken op de punten energiegebruik voor warmte, koude en warmtapwater opgewekt met behulp van een warmtepomp, waarbij de factoren die de verschillen veroorzaken en de efficiëntie van de warmtepomp in de toegepaste situatie duidelijk wordt?”

Om deze vraag te kunnen beantwoorden is er stapsgewijs gewerkt. Eerst is de betreffende literatuur onderzocht (hoofdstuk 4) en zijn hiermee de factoren die invloed hebben op de energieberekeningen vastgesteld (hoofdstuk 5). Vervolgens is er met behulp van gebouwssimulatie een centrale warmte- of koude behoefte bepaald en zijn de lokale factoren aan de hand hiervan berekend.

De test cases en bijbehorende vergelijking tussen de bepalingsmethoden zijn terug te vinden in hoofdstuk 6. De verschillen die hier te zien zijn worden toegelicht, bij deze toelichting wordt ook uitgelegd hoe dit verschil verklaart kan worden. De resultaten per factor, op jaarbasis, zijn ten slotte te lezen in hoofdstuk 7.

De conclusie van dit onderzoek is dat de twee bepalingsmethoden op ieder thema goed met elkaar vergeleken konden worden. De verschillen in het thema verwarming zijn nihil, met het grootste verschil rond de 1%. Binnen het thema koeling zijn de totaal verschillen niet groot, echter zijn de verschillen tussen de specifieke factoren wel groot. Het grootste verschil was te zien bij bepaling van de hulpenergie, in de NEN 7120 wordt deze gekoppeld aan de oppervlakte van het gebouw en bij de NTA 8800 niet. Dit resulteert bij grote utiliteitsgebouwen tot grote verschillen. De vergelijking van het energiegebruik voor tapwater was lastiger omdat de netto behoefte niet met behulp van gebouwssimulatie kon worden berekend. De verschillende startgegevens resulteerde hier tot een verschil in de lokale factoren.

Een opvallend punt van het onderzoek is het primair opwekrendement dat gehanteerd wordt in de NTA 8800. Dit opwekrendement is 69% (factor 1.45) terwijl deze voorheen nog 39% (factor 2.56) was. Dit verschil laat een grote toename zien in de groene opwekking van elektriciteit, de vraag blijft echter is dit rendement een realistische afspiegeling van de huidige opwekking in Nederland?

Voorwoord

De afgelopen maanden heb ik mij ingezet om dit onderzoek en rapport op te stellen. Een onderzoek om meer inzicht te creëren op de interessante ontwikkelingen op het gebied van energieprestatie en duurzaamheid, in opdracht van Vabi Software. Daarnaast is dit rapport het resultaat en de toetsing van de competenties die zijn opgedaan tijdens de opleiding werktuigbouwkunde aan de Haagse Hogeschool.

Ik wil graag de medewerkers van Vabi bedanken voor de prettige samenwerking en ondersteuning. De begeleiding van Wim Plokker en Bram van der Vlugt hebben mij geholpen om dit optimale resultaat te kunnen bereiken in mijn afstudeerperiode.

- Delft 2019

Inhoudsopgave

1. Begrip en symbolenlijst	12
2. Inleiding	14
2.1 Aanleiding	15
2.2 Projectgrenzen	15
3. Probleemstelling	16
3.1 Doelstelling	16
3.2 Onderzoekvraag	16
3.2.1 Deelvragen	17
3.3 Werkwijze	18
3.4 Beoogd resultaat	20
3.5 Hypothese	20
4. Literatuurverkenning	22
4.1 De NEN 7120	22
4.2 De NTA 8800	22
4.3 Vabi Elements	23
5. Opzet & uitwerking	24
5.1 Gebouwsimulatie	24
5.2 Werking warmtepomp	25
5.3 Energieberekeningen	26
5.3.1 Verwarming	26
5.3.2 Koeling	26
5.3.3 Tapwater	28
6. Resultaten	30
6.1 Verwarming	30
6.1.1 Invloed factoren	30
6.1.2 NEN 7120 bepalingmethode	30
6.1.2.1 Invoer NEN 7120	30
6.1.3 NTA 8800 bepalingmethode	31
6.1.3.1 Invoer NTA 8800	31
6.1.3.2 Bepaling f_{prak}	31
6.1.4 Gebouwsimulatie	32
6.1.4.1 Maandverdeling	32
6.1.5 Case 1: Woning	33
6.1.6 Resultaten case 1	34
6.1.7 Maandverdeling case 1	35
6.1.6 Case 2: Utiliteitsgebouw	36
6.1.9 Resultaten case 2	37

6.1.10 Maandverdeling case 2	38
6.2 Koeling	39
6.2.1 Invloed factoren	39
6.2.2 NEN 7120 bepalingmethode	39
6.2.2.1 Invoer NEN 7120	39
6.2.3 NTA 8800 bepalingmethode	40
6.2.3.1 Invoer NTA 8800	40
6.2.4 Gebouwsimulatie	41
6.2.5 Case 1: Woning	41
6.2.6 Resultaten Case 1	43
6.2.7 Case 2: Utiliteitsgebouw	44
6.2.8 Resultaten Case 2	45
6.3 Tapwater	46
6.3.1 Invloed factoren	46
6.3.2 NEN 7120 bepalingmethode	46
6.3.2.1 Invoer NEN 7120	46
6.3.3 NTA 8800 bepalingmethode	47
6.3.3.1 Invoer volgens de NTA 8800	47
6.3.4 Gebouwsimulatie	48
6.3.5 Case 1: Woning	49
6.3.6 Resultaten Case 1	49
6.7 Case 2: <i>Utiliteit</i>	50
6.8 Resultaten Case 2	51
7 Conclusie cases	52
7.1 <i>Verwarming</i>	52
7.1.1 Case 1	52
7.1.2 Case 2	53
7.2 <i>Koeling</i>	53
7.2.1 Case 1	53
7.2.2 Case 2	54
7.3 <i>Tapwater</i>	55
7.3.1 Case 1	55
7.3.2 Case 2	55
8. Conclusie	56
8.1 <i>Hoofdvraag</i>	56
8.2 <i>Deelvragen</i>	56
8.3 <i>Rekenkern</i>	57
9. Aanbevelingen	57
Literatuurlijst	58
Bijlage	62
I. <i>Competentieverantwoording</i>	62
II. <i>Tabel Tijdsduur en warmtevraag als functie van buitentemperatuur</i>	63
NEN 7120	63
NTA 8800	64

III.	<i>Complete energieberekeningen – Koeling</i>	65
IV.	<i>Complete energieberekeningen – Tapwater</i>	71
V.	<i>Complete invoer gebouwsimulatie</i>	75
	Verwarming case 1: Woning	75
	Verwarming case 2: Utiliteit	77
	Koeling case 1: Woning	79
	Koeling case 2: Utiliteit	81
VI.	<i>Voorbeeldberekening – Verwarming</i>	83
VII.	<i>Voorbeeldberekening – Koeling</i>	86
VIII.	<i>Voorbeeldberekening – Tapwater</i>	90
IX.	<i>Stage beoordeling</i>	94
X.	<i>Reflectie</i>	96

1. Begrip en symbolenlijst

Begrippen	Onderbouwing
NTA	Nederlandse Technische Afspraak
BENG	Bijna Energie Neutrale Gebouwen, een aanduiding voor moderne gebouwen.
COP	Coëfficiënt Of Performance, de verhouding tussen de warmte die geleverd wordt en de elektriciteit die hiervoor nodig is.
EER	Energy Efficiency Ratio, de verhouding tussen de koude die geleverd wordt en de elektriciteit die hiervoor nodig is.
WTW	Warmte Terug Winning, deel van verloren warmte dat teruggewonnen kan worden en daarna weer voor nuttig gebruik wordt ingezet.
DWTW	Douchewater Warmte Terug Winning, deel van verloren warmte dat teruggewonnen kan worden en daarna weer voor nuttig gebruik wordt ingezet uit douchewater.
WHE	Woning Hoog Energiegebruik, een woning dat meer dan 150MJ/m ² gebruikt voor verwarmen.
WLE	Woning Laag Energiegebruik, een woning dat minder dan 150MJ/m ² gebruikt voor verwarmen.
UHE	Utiliteitgebouw Hoog Energiegebruik, een utiliteitgebouw dat meer dan 250MJ/m ² gebruikt voor verwarmen.
ULE	Utiliteitgebouw Laag Energiegebruik, een utiliteitgebouw dat minder dan 250MJ/m ² gebruikt voor verwarmen.
Primaire energie	De hoeveelheid energie die nodig is om de gewenste elektrische energie op te wekken.
Forfaitaire waarde	Berekende gemiddelde waarden die aangereikt worden in bepalingmethode.
Behoefte	Hoeveelheid benodigd om ingestelde waarde eisen te behalen.
Vabi Elements	Software platform van Vabi die gebruikt wordt om energieprestaties te berekenen.
Gebouwsimulatie	Module van Vabi Elements, hier kan een zelfontworpen gebouw worden gesimuleerd; meer informatie on hoofdstuk 5.1.
kWh	Kilowattuur, het aantal kilowatt dat gebruikt wordt wanneer een apparaat een uur aan staat.
kW	Kilowatt, de eenheid voor het vermogen van een apparaat.
MJ	Megajoule, de eenheid voor het vermogen van een apparaat. 1 Megajoule is 3.6 Kilowattuur.
h	Uren.
Ventilatie type C	Ventilatie waarbij gebruik gemaakt wordt van mechanische afvoer en natuurlijke toevoer.
Ventilatie type D	Ventilatie waarbij gebruik gemaakt wordt van mechanische toevoer en afvoer.
CW-waarde	Label dat aangeeft hoeveel warm water de opwekker kan leveren.
PV-Paneel	Zonne- of fotovoltaïsch paneel
EPC	Energie Prestatie Coëfficiënt
Symbolen	Onderbouwing
Q	Hoeveelheid warmte (of koude)
E	Hoeveelheid energie
A	Oppervlakte
t	Tijd
f	Factor
W	Hulpenergie
N	Aantal
η	Rendement
θ	Temperatuur

Subscripten	Onderbouwing
H	Heat (verwarming)
hp	Heat Pump (warmtepomp)
θ_i	Specifieke temperatuur
el	Electric (elektrisch)
prim	Primair
C	Cooling (koeling)
nd	Behoeft
mi	Teller voor maand
AHU	Luchtbehandelingskast
dhum	Dehumidification (ontvochtiging)
dis	Distribution (distributie)
ext	Extern
distant	Levering op afstand
ls	Loss (verlies)
req	Required (benodigd)
rvd	Recovered (teruggewonnen)
tot	Totaal
g	Gebouw
an	Annual (jaarlijks)
w	Woning
spec	Specifiek
p	Personen
em	Emissie
rcd	Reclaimed (teruggewonnen)
sto	Storage (opslag)
conv	Conversie
gen	Generated (opwekking)

2. Inleiding

Het verduurzamen van gebouwen is een onderwerp dat steeds meer in de belangstelling komt te staan. Vanuit de overheid worden er eisen gesteld om ervoor te zorgen dat Nederland zich kan houden aan de afgesproken klimaatdoelstellingen.

Zo is kabinet Rutte III van plan om in 2030 de uitstoot van broeikasgassen te verminderen met 40 procent ten opzichte van 1990. Dit doel is onlangs ook opgesteld in het Nederlandse klimaatakkoord. De internationale afspraak, om de mondiale temperatuurstijging onder de 2 graden Celsius te houden, wordt met deze maatregel niet behaald.

Rijksoverheid

Om te bepalen wat de energieprestatie van een gebouw is, wordt vanaf 2020 de nieuwe bepalingmethode NTA 8800 gebruikt. De NTA 8800 zal de oude bepalingmethode NEN 7120 vervangen. De NTA 8800 houdt vast aan Europese normen en zorgt ervoor dat bij de berekening van de energiebehoefte wordt voldaan aan deze normen. De NTA 8800 zal gebruikt worden voor nieuwbouw, bestaande bouw en voor woningen als utiliteit.

Het is belangrijk om te benadrukken dat de NTA 8800 geen eisen bevat. De NTA 8800 is een bepalingmethode en is dus een manier om de energiebehoefte van een gebouw te bepalen. In de NTA 8800 wordt niet voorgeschreven dat een gebouw onder een grenswaarde moet zitten, dit wordt apart bepaald door de overheid, hier wordt momenteel druk over gedebatteerd.

RVO, NEN

Vabi Software is een bedrijf dat zich bezighoudt met de energieberekening van woningen en utiliteitsgebouwen. Ze leveren verschillende softwareprogramma's die gebruikt kunnen worden om maatwerkadvies te geven op het gebied van energieprestatie, warmte/koude verlies en het inzichtelijk maken van energiestromen.

Een van deze programma's is gebouwsimulatie. Dit programma maakt het mogelijk een gebouw te ontwerpen en vervolgens het energiegebruik en binnenklimaat te berekenen. Gebouwsimulatie maakt hiervoor gebruik van fysische formules om dit per ruimte te berekenen en vervolgens tot een totaalresultaat samen te vatten.

Dit onderzoek zal de verschillen onderzoeken tussen deze drie methoden. Hierbij zal enkel gekeken worden naar de behoeften die door een warmtepomp gedekt kunnen worden; warmte, koude en warmtapwater.

Naast installatie en energie technische maatwerkoplossingen werken ze ook aan software voor vastgoeddata, leiding ontwerp en de toekenning van energie labels. Door deze brede selectie van werkgebieden is de klantengroep van Vabi zeer divers van student, tot adviseur en woningcorporatie.

Vabi Software

2.1 Aanleiding

Er bestaat momenteel nog veel onduidelijkheid over de gevolgen van de NTA 8800. Vabi is er in geïnteresseerd om te weten wat het verschil is tussen de oude methodiek, de nieuwe methodiek en de resultaten van hun simulatiesoftware.

Omdat de klanten van Vabi de software met name gebruiken om te controleren of hun gebouw voldoet aan eisen en regelgeving, zorgt Vabi ervoor dat hun software de huidige methodiek en regelgeving ondersteunt.

Daarnaast kan dit onderzoek gebruikt worden om een inschatting te maken van de verschillen in energieprestatie voor de klanten van Vabi. Zo staan deze niet zonder enige waarschuwing voor een mogelijk grote verandering van de energieprestatie beoordeling van hun pand.

De aanleiding van dit onderzoek is om Vabi en haar klanten te kunnen informeren over de te verwachten invloed die de NTA 8800 zal hebben ten opzichte van de huidige bepalingmethode.

De opzet en toepassing van de NTA 8800 en NEN 7120 worden toegelicht in het hoofdstuk literatuurverkenning.

2.2 Projectgrenzen

Dit onderzoek richt zich uitsluitend op het bepalen van de energiebehoefte, het primair energiegebruik van warmte, koude en warm tapwater wanneer deze worden opgewekt door een warmtepomp. Met behulp van zelf opgestelde testcases zal er naar zowel woningen als utiliteitsbouw worden gekeken.

3. Probleemstelling

3.1 Doelstelling

Gedurende de afstudeerperiode is er onderzoek gedaan naar de verschillen tussen de oude bepalingsmethode NEN 7120, de nieuwe bepalingsmethode NTA 8800 en de simulatiesoftware van Vabi; Gebouwsimulatie. Hierbij moet er rekening mee worden gehouden dat beide bepalingsmethoden gebruik maken van statische berekeningen, oftewel; er wordt per maand of per temperatuur een energiebehoefte bepaald met formules. De software van Vabi maakt gebruik van fysische formules en bepaalt per uur wat de energiebehoefte is. Deze zullen met elkaar gekoppeld moeten worden om zo een gelijke vergelijking te kunnen maken.

De bepaling van deze energiebehoefte is afhankelijk van meerdere factoren die samen de totale behoefte vormen. Ieder van deze factoren wordt apart bepaald tijdens dit onderzoek, hierdoor kan aangegeven worden welk van deze factoren een grote of juist kleine invloed heeft op het eindresultaat.

De doelstelling van deze stage is om een gebouw te berekenen met beide bepalingsmethoden en de simulatiesoftware alsmede een manier vinden waarmee dit resultaat op een gelijke manier met elkaar kan worden vergeleken.

Bij het vergelijken van deze resultaten zal gekeken worden naar de factoren die het meeste van elkaar verschillen. De reden van dit verschil zal worden gediscussieerd. In deze discussie zal worden besproken wat er gedaan kan worden om deze verschillen te minimaliseren tussen de NTA 8800 en gebouwsimulatie.

3.2 Onderzoekvraag

Het resultaat van de doelstelling levert de volgende onderzoeksvraag op:

“Is er de mogelijkheid om de NEN 7120, NTA 8800 en gebouwsimulatie met elkaar te vergelijken op de punten energieverbruik voor warmte, koude en warmtapwater opgewekt met behulp van een warmtepomp, waarbij de factoren die de verschillen veroorzaken en de efficiëntie van de warmtepomp in de toegepaste situatie duidelijk wordt?”

De onderzoeksvraag is gedurende het onderzoek uitgebreid sinds het opstellen van het plan van aanpak. De efficiëntie van een warmtepomp was origineel de focus van het onderzoek. Bij de bepaling van deze efficiëntie was er zodanig veel uitgewerkt van de lokale energiebehoefte in de verschillende bepalingsmethoden dat dit is meegenomen in het onderzoek. Daarom is er besloten om dit mee te nemen in de onderzoeksvraag.

3.2.1 Deelvragen

De onderzoeksvraag zal beantwoord worden met behulp van de onderstaande deelvragen.

- Wat is het resultaat van een energiebehoefteberekening volgens de NEN 7120?
 - Hoe wordt de energiebehoefte bepaald met behulp van de NEN 7120?
 - Welke gegevens zijn er nodig om de energiebehoefte te bepalen volgens de NEN 7120?
 - Welke factoren zijn van belang voor de energiebehoefte?
 - Welke invoer zijn deze factoren afhankelijk van?
 - Verschillen deze factoren sterk met de NTA 8800?
 - Kan het resultaat van de energiebehoefteberekening vergeleken worden met de overige resultaten?
 - Hoe kan het resultaat eventueel worden omgezet in een maandelijks statisch of uurlijks dynamisch resultaat?
- Wat is het resultaat van een energiebehoefteberekening volgens de NTA 8800?
 - Hoe wordt de energiebehoefte bepaald met behulp van de NTA 8800?
 - Welke gegevens zijn er nodig om de energiebehoefte te bepalen volgens de NTA 8800?
 - Welke factoren zijn van belang voor de energiebehoefte?
 - Welke invoer zijn deze factoren afhankelijk van?
 - Verschillen deze factoren sterk met de NEN 7120?
 - Kan het resultaat van de energiebehoefteberekening vergeleken worden met de overige resultaten?
 - Hoe kan het resultaat eventueel worden omgezet in een maandelijks statisch of uurlijks dynamisch resultaat?
- Wat is de energiebehoefte volgens gebouwsimulatie?
 - Wat is het verschil tussen de lokale en centrale warmte/koude behoefte?
 - Welke invoer beïnvloedt de lokale en centrale behoeftes?
 - Welke factoren zijn van belang voor de energiebehoefte?
 - Welke invoer zijn deze factoren afhankelijk van?
 - Kan het resultaat van gebouwsimulatie worden vergeleken met de overige resultaten?
 - Hoe kan het resultaat eventueel worden omgezet in een maandelijks statisch of uurlijks dynamisch resultaat?
- Is de statisch maandelijkse bepaling van de NTA 8800 en NEN 7120 nauwkeurig genoeg ten opzichte van gebouwsimulatie om een reëel beeld te geven van een gebouw?
 - Welke weegfactoren worden gehanteerd in de statische bepaling?
 - Is de effectiviteit van een warmtepomp voldoende/of te veel gewaardeerd in de statische bepalingmethode?

Deze deelvragen worden driemaal gesteld voor warmte, koude en tapwater.

3.3 Werkwijze

Tijdens het onderzoek is systematisch gewerkt om de verschillende methoden gelijk met elkaar te vergelijken. Per deelonderwerp (warmte, koude en tapwater) is er volgens dezelfde methodiek gewerkt.

1. Bepalen van factoren die invloed hebben op de warmte/koude behoefte.
2. Opstellen van een testcase.
3. Simuleren van cases, en hiermee de warmte/koude behoeftes vaststellen.
4. Bepalen van de centrale en lokale warmte/koude behoefte volgens iedere bepalingsmethoden.
5. Testen en terugkoppeling naar de beoogde analyse.
6. Discussiëren van de eventuele verschillen tussen de resultaten.
7. Verklaring van de eventuele verschillen tussen de resultaten.

Bepalen van de factoren die invloed hebben op de warmte/koude behoefte

Door in beide bepalingsmethoden te onderzoeken hoe de energiebehoefte wordt bepaald kan er worden gekeken uit welke verschillende factoren deze bestaat. Door hier rekening mee te houden bij het opstellen van de testcases kunnen deze allemaal belicht worden.

In het hoofdstuk Opzet zal aan de hand van de warmte/koude berekeningen deze factoren worden aangetoond.

Opstellen testcase

Er zijn tijdens het onderzoek twee testcases opgesteld, deze betreffen een simpele woning en een utiliteitsgebouw. Met behulp van deze twee cases zullen de verschillende aspecten van iedere methoden worden belicht. Zo zal bijvoorbeeld in het utiliteitsgebouw gebruik gemaakt worden van ontvochtiging, gekoelde ventilatielucht en type D ventilatie (mechanische toe en afvoer). Door de combinatie van deze twee cases zal ieder punt dat invloed heeft op de energiebehoefte, en dus effectiviteit van de warmtepomp in de betreffende case, worden onderzocht.

De cases worden gemaakt met behulp van de gebouwsimulatie Wizard, dit is een tool om zelfstandig een gebouw te maken volgens basis instellingen die vaak in de praktijk van toepassing zijn. De invoer van deze cases zal licht aangepast worden om iedere factor een keer te belichten en zo te zien welke veel of weinig invloed heeft op het totaalresultaat.

In het hoofdstuk Literatuurverkenning wordt uitgebreid uitgelegd hoe Vabi Elements en gebouwsimulatie werken. De volledige invoer van beide cases staat uitgewerkt in *bijlage VI*.

Simuleren van de cases

Met gebruik van gebouwsimulatie wordt er een jaar gesimuleerd. Door de simulatie wordt de warmte/koude behoefte op een uur-basis bepaald aan de hand van fysische berekeningen. Deze data zal de invoer worden voor de statische bepaling met behulp van de bepalingsmethoden.

Tijdens het onderzoek is er specifiek gekozen om de invoer van de bepalingsmethoden gelijk aan elkaar te houden, zodat er gefocust kan worden op de verschillen in energiebehoefte en effectiviteit van de warmtepomp. De warmte/koude behoefte van het gebouw kan ook statisch bepaald worden met de bepalingsmethoden, maar dit zal ervoor zorgen dat het verschil lastig te bepalen is, omdat er niet op gelijke voet vergeleken wordt.

Tijdens de startfase is er ook nog overwogen om met een extra partij gebruik te maken van praktijkgegevens. Hiervoor was helaas niet op tijd een partner gevonden en is er besloten om met oog op de duur van het onderzoek over te stappen op de gegevens uit de gebouwsimulatie.

Bepalen van de centrale en lokale warmte/koude behoefte

Dit onderdeel wordt voornamelijk onderzocht tijdens dit onderzoek. De centrale warme/koude behoefte wordt gelijkgesteld en de lokale verschillen onderzocht. Het lokale deel is afhankelijk van de centrale behoefte en wordt in beide bepalingsmethoden zeer verschillend bepaald.

Testen en terugkoppeling naar de beoogde analyse

De resultaten worden onttrokken aan de gebouwsimulatie testen en verschillen die verwacht worden. Zijn de verschillen goed en duidelijk terug te zien? Indien dit niet het geval is, wordt er opnieuw naar de testcase gekeken en deze aangepast waar nodig. Indien de lokale behoefte voor ontvochtiging niet duidelijk zichtbaar zijn, wordt het maximale percentage vocht in de binnenlucht teruggebracht.

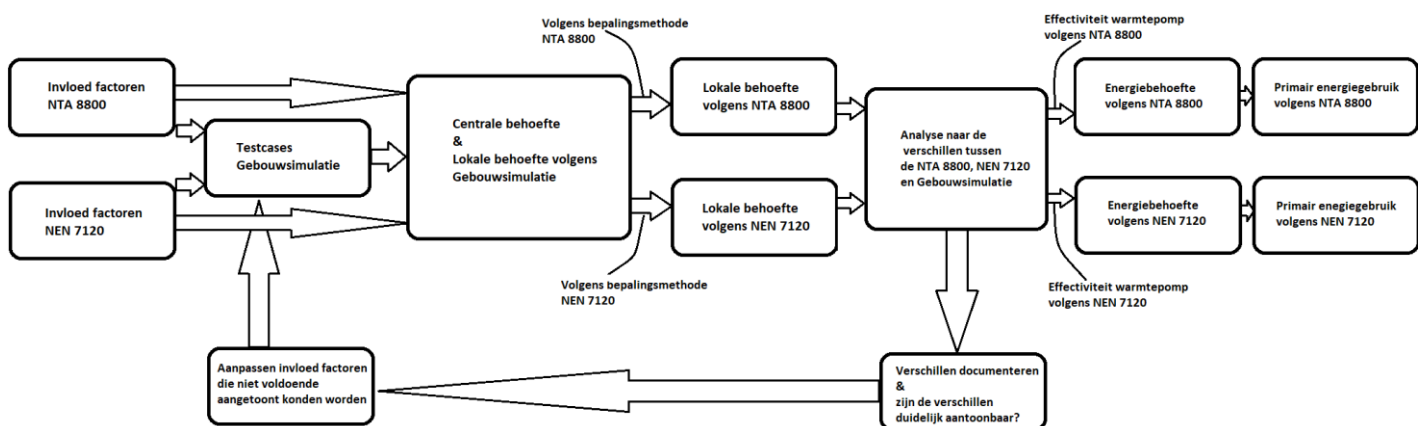
Discussiëren van de eventuele verschillen tussen de resultaten

Wanneer de totale energiebehoefte is bepaald, kan gekeken worden naar de efficiëntie van een warmtepomp. De energie die nodig is om de behoefte te dekken wordt berekend door middel van de COP van de warmtepomp. De COP wordt dynamisch bepaald in gebouwsimulatie en verschilt dus per uur op basis van buitencondities en de warmte/koude vraag van het gebouw. Daarentegen wordt er in beide bepalingsmethoden gewerkt met een afleiding van dit dynamisch rendement of een vaste waarde gedurende het gehele jaar. De werking van een warmtepomp wordt kort uitgelegd in het hoofdstuk Opzet.

De discussie vat vervolgens samen wat er opvalt aan de resultaten. Met behulp van grafieken zal er een visueel beeld gemaakt worden van de resultaten, waar de verschillen in te zien zijn.

Verklaring van de eventuele verschillen tussen de resultaten

In de conclusie zullen de eventuele verschillen verklaard worden door terug te kijken naar de factoren die van invloed zijn. De verschillen zullen procentueel aangegeven worden en met behulp van grafieken visueel worden gemaakt. Door te kijken naar de verschillen hier kan een conclusie worden getrokken en een inschatting gemaakt worden naar de te verwachten invloed van de NTA 8800 op de NEN 7120 en gebouwsimulatie.



Figuur 1 – Werkwijze in een blokschema

3.4 Beoogd resultaat

Het resultaat van dit onderzoek en de afstudeerstage, is een rapport dat duidelijk aangeeft wat de verschillen zijn wanneer er in 2020 wordt overgestapt op de NTA 8800. Het rapport is zo opgesteld dat het voor iedereen die interesse heeft leesbaar is. De conclusie wordt opgesteld zodat de lezer kan zien wat er vanaf 2020 verwacht wordt te veranderen. Dit onderzoeksrapport zal overhandigd worden aan Vabi om klanten te informeren en intern te gebruiken.

3.5 Hypothese

Omdat er sinds de invoering van de NEN 7120 veel vooruitgang is geboekt op duurzame energietechnieken en warmtepompen steeds efficiënter zijn geworden, wordt er verwacht dat de energiebehoefte zal afnemen. Er wordt statisch gerekend en dus uitgegaan van weegfactoren om te bepalen hoeveel energie er nodig is voor lokale warmte/koeling, de stijgende temperatuur zal er naar verwachting voor zorgen dat er meer lokale koeling nodig is en minder lokale verwarming. Tenslotte zal er waarschijnlijk een klein verschil zijn tussen de opwekrendementen (primair energie opwekrendement) dat gunstiger is in de NTA 8800, omdat het aandeel in groene stroom is toegenomen.

4. Literatuurverkenning

In dit hoofdstuk zal uitgelegd worden waarvoor de verschillende documenten in dit onderzoek gebruikt zijn. Daarnaast wordt algemeen beschreven hoe deze documenten zijn opgesteld en waar deze origineel voor bedoeld zijn.

4.1 De NEN 7120

De NEN 7120 is origineel opgesteld om een bepalingmethode te bieden voor het bepalen van de EPC van woningen en utiliteitsgebouwen. Het doel van dit document was het uniform maken van deze methode. Voor de invoering van de NEN 7120 waren er vier documenten die de EPC van een gebouw bepaalden. De NEN 7120 is officieel in gebruik genomen in 2012 en wordt sindsdien gebruikt als de methode om de norm mee te toetsen.

De NEN 7120 gaat uit van een standaard situatie zoals deze in 2012 was, veel duurzame technieken die in ontwikkeling waren, zijn niet opgenomen. Het kan hierdoor zijn dat door invloed van gebruikers, of het toepassen van toentertijd opkomende technieken de praktijk energiebehoefte sterk afweek van de theoretische berekende waarde. Voor technieken die wel bekend zijn wordt gerekend met een praktijkwaarden (indien deze aantoonbaar zijn verkregen) of forfaitaire waarden.

Er wordt in de NEN 7120 gerekend in MJ, de resultaten zullen om het onderzoek uniform te houden teruggerekend worden naar kWh bij iedere uitkomst. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van een factor 3.6. De opzet van de NEN 7120 is om een EPC factor te kunnen bepalen, dit wordt bepaald door het totaal energieverbruik van het gebouw te vergelijken met dat van een woning in 1990. (Een EPC van 0.6 betekent dat een gebouw 60% van de energie gebruik t.o.v. hetzelfde gebouw in 1990.)

Tijdens het onderzoek is bij berekeningen met deze norm gebruik gemaakt van forfaitaire waarde waar dit mogelijk was. Dit betekent dat in vele gevallen gebruik is gemaakt van weegfactoren die een standaard situatie omschrijven. De rekenwijze is hier statisch en per maand, dit betekent dat veel gegevens vast staan en als gemiddelde van de maand worden genomen.

4.2 De NTA 8800

De NTA 8800 wordt momenteel afgerond voor implementatie in 2020. Het biedt een bepalingmethode voor het bepalen van behoeften en het percentage hernieuwbare energie. Dit document maakt gebruik van meer opties voor implementatie van duurzame energie door meer forfaitaire opties te bieden op dit gebied. De NTA 8800 zal in 2020 als maatstaaf worden gebruikt voor de BENG-indicatoren die de overheid zal opleggen aan nieuwbouwwoningen en utiliteit. Deze eisen zullen in verloop van tijd ook ingaan voor bestaande woningbouw.

De BENG-indicatoren die worden aangehouden in de NTA 8800 zullen de EPC vervangen om zo een gedetailleerder beeld te geven van de energiestaat van een gebouw. De BENG-indicatoren worden niet langer bepaald op basis van MJ, zoals in de NEN 7120, maar door te kijken naar het aantal kWh per m². Hierdoor is het makkelijker om een grote woning, met bijvoorbeeld een appartement, te vergelijken.

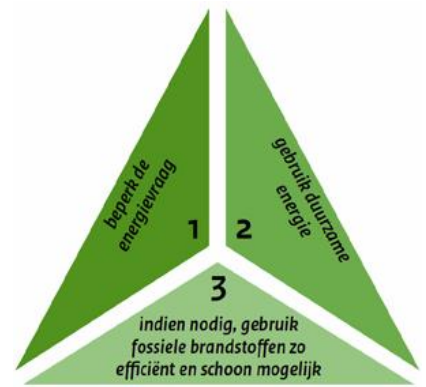
De BENG-indicatoren die bepaald worden door NTA 8800 zijn:

BENG 1: De energiebehoefte van het gebouw	[kWh/m ² per jaar]
BENG 2: Het primair energiegebruik van het gebouw	[kWh/m ² per jaar]
BENG 3: Het aandeel hernieuwbare energie	[%]

De BENG-indicatoren zijn afgeleid van de trias energetica, waarbij duurzaamheid van een gebouw (of proces) volgens de drie beschreven stappen verbeterd hoort te worden. In de oude methode, NEN 7120, was het nog mogelijk om een gebouw dat grote hoeveelheden energie vroeg als duurzaam te bestempelen, door veel energie zelf op te wekken (met PV-panelen bijvoorbeeld). Dankzij BENG 1 kan dit niet langer, gebouwen mogen niet langer een energiebehoefte boven een grenswaarde hebben.

De NTA 8800 rekent net als de NEN 7120 met een standaard situatie. Hierdoor kan ook hier de afwijking met een praktijksituatie sterk verschillen door invloed van gebruikers.

Tijdens het onderzoek is bij berekeningen met deze norm gebruik gemaakt van forfaitaire waarden waar dit mogelijk was. Dit betekent dat in vele gevallen gebruik is gemaakt van weegfactoren die een standaard situatie omschrijven. De rekenwijze is hier statisch en per maand, dit betekent dat veel gegevens vast staan en als gemiddelde van de maand worden genomen.



Figuur 2 – Trias energetica

4.3 Vabi Elements

Vabi Elements is de tool die door Vabi gebruikt wordt om verschillende berekensoftware te gebruiken. Voor dit onderzoek wordt hier gebruik gemaakt van gebouwsimulatie om test case te maken. Het resultaat hier is de warmte/koude behoefte per uur, waarbij gebruik gemaakt wordt van een dynamische berekening.

Om ervoor te zorgen dat deze resultaten toch vergeleken kunnen worden met beide methoden, zijn deze uur-resultaten opgeteld per maand. Bij bepalingen met de COP bijvoorbeeld is hier het gemiddelde genomen van de betreffende maand.

5. Opzet & uitwerking

Dit hoofdstuk legt gedetailleerd uit welke onderdelen er gebruikt zijn om tot de vergelijking tussen de bepalingsmethoden te komen.

Gebouwsimulatie is gebruik als basis, de uitkomsten van de centrale behoefte is als startpunt genomen en dus gelijk bij iedere bepaling. De belangrijkste invoer wordt per case in hoofdstuk 6 beschreven, de complete invoer wordt in *bijlage VI* toegelicht.

De energieberekeningen zijn uit de NEN 7120 en NTA 8800 opgenomen en worden gebruikt bij de berekening van de lokale warmte/koude behoefte. Uit deze formules wordt afgeleid welke factoren er bepalend zijn voor de totale warmte/koude behoefte, en dus ook de energiebehoefte. In het hoofdstuk Uitvoering wordt per case gediscussieerd over de impact van iedere factor.

Ten slotte wordt kort besproken hoe een warmtepomp werkt en welke type warmtepompen relevant zijn voor dit onderzoek. In het hoofdstuk Resultaten wordt per case duidelijk gemaakt welk type warmtepomp is gebruikt.

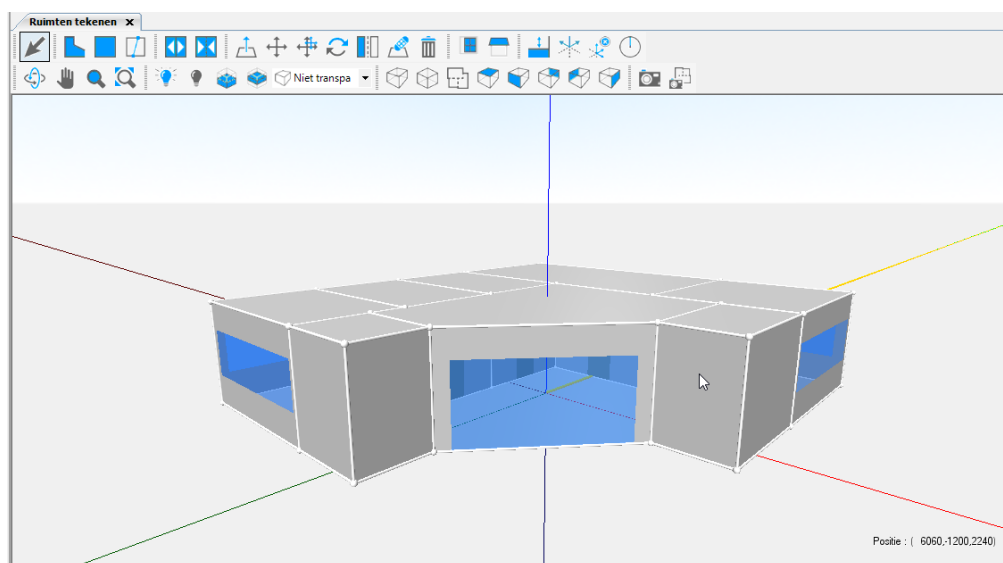
5.1 Gebouwsimulatie

“Energie en comfort zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. In Vabi Elements simuleer je integraal alle indicatoren die invloed hebben op deze thema's gedurende een heel jaar. Meegeleverde bibliotheken, sjablonen, profielen, klimaatjaren, imports en wizards bieden optimaal gebruiksgemak. Het zorgt ervoor dat je in een vroeg stadium, met weinig inspanning, inzicht hebt.”

Vabi Software

Gebouwsimulatie kan energieberekeningen en comfortanalyses maken van een zelf in te voeren gebouw. Gebouwsimulatie maakt gebruik van geometrieberekeningen, hierdoor kun je gemakkelijk een eigen gemaakt 3D model implementeren of in Vabi Elements een gebouw zelf opstellen. Daarnaast zijn de gebouweigenschappen en het gebruik in te voeren om het af te stemmen op de situatie naar wens. Rc waarden, opwekkers (opwekvermogen) en interne warmtelast bijvoorbeeld zijn allemaal aanpasbaar.

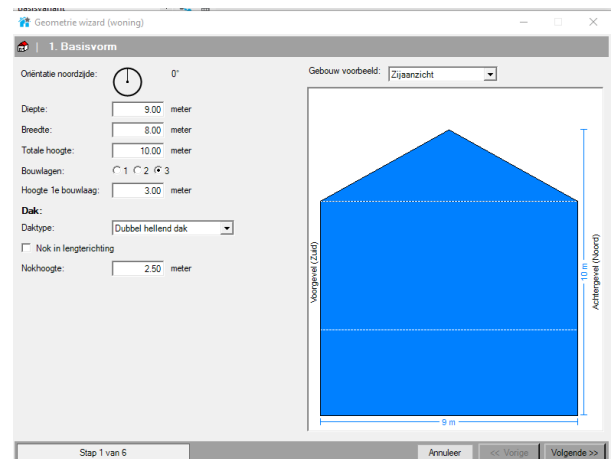
Door al deze informatie te combineren met een klimaatdatabase kan gebouwsimulatie een heel jaar iedere energiestroom, temperatuur en overige gebouweigenschappen dynamisch op uur basis berekenen.



Figuur 3 – Voorbeeld van een geometrie in Gebouwsimulatie

Geometrie Wizard

De testcases tijdens het onderzoek zijn gemaakt met behulp van de geometrie wizard. Dit is een tool die inbegrepen is bij Gebouwsimulatie en helpt je om een eenvoudige woning of utiliteitsgebouw te maken. De invoer hiervoor is gemakkelijk voor iedereen te begrijpen en maakt voor een groot deel gebruik van standaard waarden die verwacht worden voor een gebouw met de gekozen afmetingen en functie. De invoer en waarden kunnen worden aangepast naar een gewenste situatie, dit is ook gedaan tijdens het onderzoek.



Figuur 4 – Invoer geometrie wizard

5.2 Werking warmtepomp

Omdat in dit onderzoek een warmtepomp centraal staat, is het essentieel dat de globale werking van een warmtepomp bekend is. Daarom zal in dit hoofdstuk kort worden uitgelegd wat de basisprincipes zijn van een warmtepomp, dit is geen gedetailleerde analyse.

Een warmtepomp maakt gebruik van de fysische eigenschappen van een koudemiddel om warmte te onttrekken uit een relatief lage temperatuur bron. Dit koudemiddel is specifiek gekozen om te verdampen wanneer er warmte uit de bron kan worden onttrokken.

Het gasvormige koudemiddel wordt vervolgens door een compressor in druk verhoogd. Dankzij deze drukverhoging wordt het effect van een snelkookpan nagebootst, de temperatuur van het koudemiddel stijgt snel.

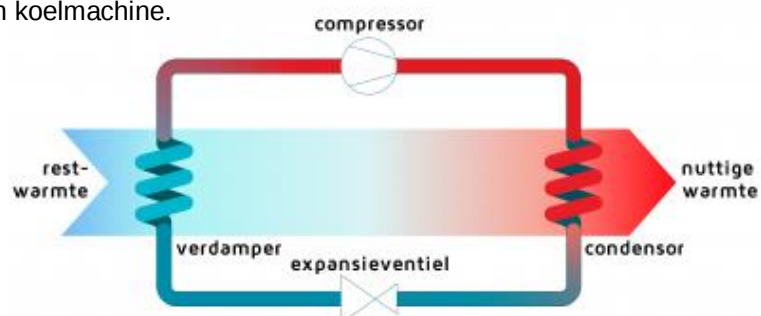
Door het warme koudemiddel langs de condensor te pompen kan deze warmte worden afgegeven aan het gewenste distributiemiddel. Dit is in veel gevallen het cv-water. Bij de afgifte van deze warmte condenseert het koudemiddel weer.

Ten slotte stroomt het nu hoge druk, koude koudemiddel door het expansieventiel en kan de cyclus opnieuw beginnen; met een lage druk koud koudemiddel dat warmte opneemt uit de bron.

Dit proces is te zien in *figuur 5*, de bron (in dit geval links) kan worden ingevuld door vele bronnen, bijvoorbeeld lucht, dit zou dan een lucht-water warmtepomp zijn (LW). Wanneer de warmtepomp wordt gebruikt om te koelen werkt deze op dezelfde manier, alleen wordt het proces omgekeerd.

Nu word je cv-water de bron en onttrekt de warmtepomp de warmte hieruit waarna het deze warmte opslaat of afgeeft aan de omgeving. Een warmtepomp die ingesteld staat om te koelen wordt een koelmachine genoemd.

De effectiviteit van een warmtepomp wordt bepaald door de elektrische energie die gebruikt wordt door de warmtepomp te vergelijken met de warmte (of koude) die hiermee gemaakt wordt. Hierdoor is het mogelijk dat het rendement van een warmtepomp ver boven de 100% ligt. Het rendement van een warmtepomp wordt ook wel de COP (Coëfficiënt of performance) genoemd, of EER (Energie Efficiency Rating) in het geval van een koelmachine.



Figuur 5 – Schematische weergave van een warmtepomp

5.3 Energieberekeningen

De basis energieberekeningen die aangehouden zijn voor dit onderzoek komen uit de NEN 7120 en de NTA 8800. Deze formules zijn gebaseerd op fysische formules en het Nederlandse klimaat. De complete formules zijn te vinden in de bijlage.

5.3.1 Verwarming

Voor de bepaling van de warmtebehoefte voor verwarming wordt bijlage E (NEN 7120) en bijlage Q (NTA 8800) van respectievelijke bepalingsmethode gebruikt. Deze bijlagen beschrijven de verhouding tussen de functie van een gebouw, de buitentemperatuur en respectievelijk hoeveel warmte het gebouw nodig heeft.

Op basis van het verwarmingsvermogen en het aantal uur dat het buiten een bepaalde temperatuur is, kan de verwarmingsbehoefte ($Q_{H, hp}$) berekend worden volgens de onderstaande formule.

$$Q_{H, hp} = \sum_{\theta i} (t_{H, \theta i} \cdot P_{H, hp, \theta i})$$

$t_{H, \theta i}$	Tijd dat het buiten θi graden is	h
$P_{H, hp, \theta i}$	Verwarmingsvermogen van een warmtepomp bij θi graden	kW

Aan de hand van de warmtebehoefte kan vervolgens met behulp van de COP de energiebehoefte ($Q_{H, hp, el, \theta i}$) bepaald worden. Vervolgens is het primair energie gebruik (E_{prim}) van het gebouw te bepalen door deze energiebehoefte te delen door het primair opwekrendement.

$$Q_{H, hp, el, \theta i} = \frac{Q_{H, hp, \theta i}}{COP}$$

COP	COP na aftrek praktijkprestatiefactor	[-]
$Q_{H, hp, \theta i}$	Warmtelevering door de warmtepomp bij θi graden	kWh

$$E_{prim} = \frac{Q_{H, hp, el, \theta i}}{1/f_{prim}}$$

E_{prim}	Primair energieverbruik	kWh
f_{prim}	Opwekrendement elektriciteit	[-]

De NEN 7120 en de NTA 8800 gebruiken dezelfde energieberekening formules, er is wel verschil tussen de invoer van factoren. Het verschil in invoer staat aangegeven in het hoofdstuk Resultaten.

5.3.2 Koeling

Voor de bepaling van de koude behoefte wordt gebruik gemaakt van de formules in hoofdstuk 17.1.3 (NEN 7120) en hoofdstuk 10.3.1&10.3.2 (NTA 8800). De hoofdstukken beschrijven de factoren die gebruikt worden voor de bepaling van de totale koude behoefte.

Beide bepalingsmethoden gebruiken verschillende formules, deze staan hier onder uitgewerkt.

NEN 7120

De NEN 7120 bepaald de totale koude behoefte ($Q_{c,dis}$) met de onderstaande formule:

$$Q_{c,dis} = \frac{\sum Q_{c,nd,mi} + \sum Q_{c,AHU,mi}}{\eta_{c,dis}} + \frac{\sum Q_{c,dhum,mi}}{(\eta_{c,dis,ext} \times \eta_{c,dis,distant})}$$

$\sum Q_{c,nd,mi}$	Som centrale koude behoefte van iedere maand	MJ
$\sum Q_{c,AHU,mi}$	Som lokale koude behoefte voor koeling ventilatielucht van iedere maand	MJ
$\eta_{c,dis}$	Distributierendement voor koeling	[-]
$\sum Q_{c,dhum,mi}$	Som lokale koude behoefte voor ontvochtiging van iedere maand	MJ
$\eta_{c,dis,ext}$	Distributierendement ten gevolge van leidingen buiten het gebouw	[-]
$\eta_{c,dis,distant}$	Distributierendement ten gevolge van leidingen buiten eigen perceel	[-]

NTA 8800

De NTA 8800 bepaalt de totale koude behoefte ($Q_{c,dis}$) met behulp van de volgende formule:

$$Q_{c,dis} = \sum Q_{c,nd,mi} + \sum Q_{c,em,ls,mi} + \sum Q_{c,ahu,req,mi} + \sum Q_{c,dis,ls,mi} + \sum Q_{c,dis,rvd,mi} + \sum Q_{c,dhum,mi}$$

$\sum Q_{c,nd,mi}$	Som centrale koude behoefte van iedere maand	kWh
$\sum Q_{c,em,ls,mi}$	Som lokale koude verliezen door emissie in het koude afgiftesysteem van iedere maand	kWh
$\sum Q_{c,ahu,req,mi}$	Som lokale koude behoefte voor koeling ventilatielucht van iedere maand	kWh
$\sum Q_{c,dis,ls,mi}$	Som lokale verliezen in het distributiesysteem van iedere maand	kWh
$\sum Q_{c,dis,rvd,mi}$	Som lokale terugwinbare verliezen in het distributiesysteem van iedere maand	kWh
$\sum Q_{c,dhum,mi}$	Som lokale koude behoefte voor ontvochtiging van iedere maand	kWh

Aan de hand van de koude behoefte kan vervolgens met behulp van de EER de energiebehoefte ($E_{c,mi}$) bepaald worden. Vervolgens is het primair energie gebruik ($E_{prim,mi}$) van het gebouw te bepalen door deze energiebehoefte te delen door het primair opwekrendement.

$$E_{c,mi} = \frac{Q_{c,dis,mi}}{EER} + W_{c,tot}$$

EER	EER koelmachine	[-]
$Q_{c,dis,mi}$	Totale koude behoefte van het gebouw in maand mi	kWh
$W_{c,tot}$	Totaal elektrische hulpenergie van het systeem	kWh

$$E_{prim,mi} = \frac{E_{c,mi}}{1/f_{prim}}$$

E_{prim}	Primair energieverbruik in de maand mi	kWh
f_{prim}	Opwekrendement elektriciteit	[-]

5.3.3 Tapwater

De warmtebehoefte voor het gebruik van tapwater wordt niet per uur bepaald door gebouwsimulatie. Er is daarom gekozen om netto warmtebehoefte voor tapwater te bepalen met de formules die in de bepalingmethoden worden aangeleverd. Dit betekent wel dat er niet langer een gelijk startpunt is in de bepaling.

Voor de bepaling van de warmtebehoefte wordt gebruik gemaakt van de formules in hoofdstuk 19.2.2.1 en 19.2.2.2 (NEN 7120) en hoofdstuk 13.2.2.1 en 13.2.2.2 (NTA 8800). De hoofdstukken beschrijven de factoren die gebruikt worden om de centrale warmtebehoefte voor tapwater te berekenen.

NEN 7120

De NEN 7120 bepaalt de centrale warmtebehoefte ($Q_{w,nd,mi}$) met behulp van de volgende formules:

- Voor woningen
$$Q_{w,nd,mi} = Q_{w,spec} \times (1.28 \times N_w + 0.01 \times A_g) \times \frac{t_{mi}}{t_{an}}$$
- Voor Utiliteitsbouw
$$Q_{w,nd,mi} = (Q_{w,spec} \times A_g) \times \frac{t_{mi}}{t_{an}}$$

$Q_{w,spec}$	Specifieke warmtapwaterbehoefte	MJ per persoon óf MJ/m ²
N_w	Aantal wooneenheden	[-]
A_g	Oppervlakte complete gebouw	m ²
t_{mi}	Lengte van de te berekenen maand	Ms
t_{an}	Lengte van het te berekenen jaar	Ms

NTA 8800

De NTA 8800 bepaalt de centrale warmtebehoefte ($Q_{w,nd,mi}$) met behulp van de volgende formules:

- Voor woningen
$$Q_{w,nd,mi} = Q_{w,spec} \times N_w \times N_p \times \frac{t_{mi}}{t_{an}}$$
- Voor Utiliteitsbouw
$$Q_{w,nd,mi} = (Q_{w,spec} \times A_g) \times \frac{t_{mi}}{t_{an}}$$

$Q_{w,spec}$	Specifieke warmtapwaterbehoefte	kWh per persoon óf kWh/m ²
N_w	Aantal wooneenheden	[-]
N_p	Gemiddeld aantal bewoners per woonfunctie	[-]
A_g	Oppervlakte complete gebouw	m ²
t_{mi}	Lengte van de te berekenen maand	h
t_{an}	Lengte van het te berekenen jaar	h

Met behulp van de centrale warmtebehoefte kan de totale energiebehoefte ($E_{w,mi}$) worden berekend, ook dit gebeurt apart in beide bepalingmethoden.

NEN 7120

$$E_{w,mi} = \frac{\left(\frac{Q_{w,nd,mi}}{\eta_{w,em}} - Q_{w,rcd,mi} \right)}{\eta_{w,dis}} + W_{w,tot,mi}$$

$Q_{w,nd,mi}$	Centrale warmtebehoefte van de te berekenen maand	MJ
$Q_{w,rcd,mi}$	Terugwinbare verliezen dankzij DWTW van de te berekenen maand	MJ
$\eta_{w,em}$	Afgifterendement van het tapwatersysteem	[-]
$\eta_{w,dis}$	Distributierendement van het tapwatersysteem	[-]
$\eta_{w,gen}$	Opwekrendement van de opwekker van het tapwatersysteem	[-]
$W_{w,tot,mi}$	Totaal hulpenergie voor tapwater	MJ

NTA 8800

$$E_{w,mi} = \frac{\left(\frac{Q_{w,nd,mi}}{\eta_{w,em}} - Q_{w,rcd,mi} \right)}{\eta_{w,dis}} + \frac{Q_{w,sto,mi} + Q_{w,dis,conv,mi}}{\eta_{w,gen}} + W_{w,tot,mi}$$

$Q_{w,nd,mi}$	Centrale warmtebehoefte van de te berekenen maand	kWh
$Q_{w,rcd,mi}$	Terugwinbare verliezen dankzij DWTW van de te berekenen maand	kWh
$\eta_{w,em}$	Afgifterendement van het tapwatersysteem	[-]
$\eta_{w,dis}$	Distributierendement van het tapwatersysteem	[-]
$Q_{w,sto,mi}$	Warmteverlies door opslagvaten	kWh
$Q_{w,dis,conv,mi}$	Warmteverliezen door eventuele individuele afleversets	kWh
$\eta_{w,gen}$	Opwekrendement van de opwekker van het tapwatersysteem	[-]
$W_{w,tot,mi}$	Totaal hulpenergie voor tapwater	kWh

Net als bij de warmte en koude is het primair energieverbruik ($E_{prim,mi}$) te bepalen met behulp van het primair opwekrendement.

$$E_{prim,mi} = \frac{E_{w,mi}}{1/f_{prim}}$$

E_{prim}	Primair energieverbruik in de maand mi	kWh
f_{prim}	Opwekrendement elektriciteit	[-]

Deze formules vormen de basis energieberekeningen, de invloed factoren zijn met behulp van deze formules bepaald. In de relevante hoofdstukken waarin de uitvoer wordt besproken zullen deze factoren worden aangegeven.

De complete formules die zijn gebruikt tijdens dit onderzoek zijn te vinden in de bijlage. Hier wordt ook aangetoond waar de verschillende factoren afhankelijk van zijn.

6. Resultaten

6.1 Verwarming

6.1.1 Invloed factoren

In het hoofdstuk energieberekeningen staan de basisformules die gebruikt zijn om de energiebehoefte te bepalen. Deze formules geven de factoren aan die van invloed zijn op deze energiebehoefte. In de onderstaande tabel zijn deze opgenomen.

Tabel 1 -Factoren die invloed hebben op het thema verwarming

Factor	Heeft invloed op
$Q_{H,nd,mi}$	De totale energiebehoefte, indien deze vraag groot wordt zal gerekend worden met een WHE of UHE.
$t_{H,\theta i}$	De totale warmtelevering.
f_H	De totale warmtelevering.
f_{prak}	De totale energiebehoefte, deze factor is in het geval van de NTA 8800 gebonden aan de buitentemperatuur.
f_{prim}	Het primair energiegebruik.

De invloed factoren worden in beide bepalingsmethoden gebruikt. De testcases zijn opgesteld om het verschil aan te geven tussen deze factoren.

6.1.2 NEN 7120 bepalingsmethode

De NEN 7120 is de bepalingsmethode die momenteel gebruikt wordt. Deze methode maakt gebruik van invoerwaarden die voor een globaal resultaat gaan, zo is er een vaste praktijkfactor en is er rekening gehouden met een buitenklimaat waar extreme temperaturen (koud en warm) regelmatig voorkomen.

Omdat de norm streeft naar een algemeen resultaat wijkt hij op specifieke punten af van de praktijksituaties. Wanneer wordt gekeken naar het gemiddelde resultaat is dit wel naar het resultaat zoals deze is berekend met gebouwsimulatie.

6.1.2.1 Invoer NEN 7120

De forfaitaire waarden in de NEN7120 zijn statisch en houden rekening met een algemeen resultaat. In de onderstaande tabel zijn deze factoren opgenomen met de waardes die volgens de NEN7120 worden aangenomen.

Tabel 2 – Invoer NEN 7120

Factor	Invoer volgens NEN 7120
$Q_{H,nd,mi}$	Bepaald met behulp van gebouwsimulatie
$t_{H,\theta i}$	Bepaald met behulp van tabel E.1 in hoofdstuk E3.5 van de NEN7120, terug te vinden in <i>bijlage II</i> van dit document
f_H	Bepaald met behulp van tabel E.1 in hoofdstuk E3.5 van de NEN7120, terug te vinden in <i>bijlage II</i> van dit document
f_{prak}	0.95
f_{prim}	2.56

6.1.3 NTA 8800 bepalingmethode

De NTA8800 is de bepalingmethode die in 2019 ingaat voor utiliteitsgebouwen van de overheid en voor de rest van Nederland (woning en utiliteit) in 2020. Deze bepalingmethode is gebaseerd op de NEN7120 en maakt gebruik van dezelfde formules, alleen zijn deze aangepast om een betere weergave te geven van verschillende praktijksituaties.

Omdat deze bepalingmethode officieel van kracht gaat in 2020 is hier rekening gehouden met de verandering van het klimaat, door minder extreme waarden te hebben op gebied van koude temperaturen. Daarnaast wordt er niet langer gebruik gemaakt van een standaard praktijkfactor maar wordt rekening gehouden met het verschil in rendement dat afhangt van de buitentemperatuur.

6.1.3.1 Invoer NTA 8800

De forfaitaire waarden in de NTA8800 zijn aangepast om de theoretische resultaten beter op een praktijksituatie te laten lijken. In de onderstaande tabel zijn deze factoren opgenomen met de waarden die volgens de NTA8800 worden aangenomen.

Tabel 3 – Invoer NTA 8800

Factor	Invoer volgens NTA8800
$Q_{H,nd,mi}$	Bepaald met behulp van gebouwsimulatie
$t_{H,\theta i}$	Bepaald met behulp van tabel Q.6 in hoofdstuk Q2.16 van de NTA8800, terug te vinden in bijlage II van dit document
f_H	Bepaald met behulp van tabel Q.6 in hoofdstuk Q2.16 van de NTA8800, terug te vinden in bijlage II van dit document
f_{prak}	0.7 – 1*
f_{prim}	1.45

*Deze waarde wordt bepaald op basis van de buitentemperatuur volgens onderstaande formules, conform NTA Q2.6.3

6.1.3.2 Bepaling f_{prak}

De praktijkprestatiefactor is aangepast in de NTA8800 ten opzichte van de NEN7120. De aanpassing zorgt voor een dynamische factor op basis van de buitentemperatuur, wat een resultaat levert dat meer op een praktijksituatie levert. Een warmtepomp die als bron buitenlucht heeft is namelijk minder effectief naarmate het temperatuurverschil tussen de bron en je cv water groter wordt.

$\theta i \leq -7^\circ C$ of $\theta i \geq 7^\circ C$ of het type warmtepomp is **niet** L/L, L/W:

$$f_{prak} = 1$$

$1^\circ C \leq \theta < 7^\circ C$ en de warmtepomp is **wel** L/L of L/W:

$$f_{prak} = \left(\frac{1 - f_{cor}}{5} \right) \cdot \theta i + \left(\frac{7 \cdot f_{cor} - 2}{5} \right)$$

f_{cor}

Correctiefactor theoretisch-praktijk COP (is 0.75)

kWh

$-7^\circ C < \theta < 2^\circ C$ en de warmtepomp is **wel** L/L of L/W:

$$f_{prak} = \left(\frac{f_{cor} - 1}{9} \right) \cdot \theta i + \left(\frac{7 \cdot f_{cor} + 2}{9} \right)$$

f_{cor}

Correctiefactor theoretisch-praktijk COP (is 0.75)

[-]

6.1.4 Gebouwsimulatie

In gebouwsimulatie wordt niet gerekend met forfaitaire waarden, maar worden de resultaten direct gebruikt. De resultaten die uit de gebouwsimulatie komen zijn:

- Deellastrendement van de warmtepomp, bepaald per uur.
- Warmtelevering van de warmtepomp, bepaald per uur.
- Elektrisch energie gebruik van de warmtepomp, bepaald per uur.
- De buitentemperatuur, bepaald per uur (afkomstig uit een te selecteren dataset)

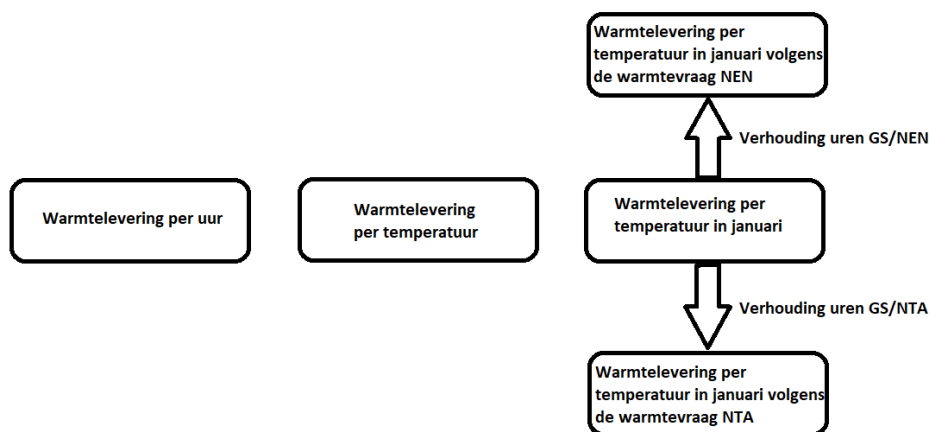
Door deze data met elkaar te combineren kan de warmtelevering per temperatuur of per maand bepaald worden.

Enkel het primair energieverbruik ontbreekt in de resultaten. Momenteel hanteert Vabi een opwekrendement van 2.56 (het opwekrendement voor 2020), hier zal tijdens de vergelijking mee worden gerekend.

6.1.4.1 Maandverdeling

Omdat de bepalingsmethoden NEN7120 en NTA8800 de warmtelevering en effectiviteit baseren op de buitentemperatuur is er met behulp van verhoudingen tussen deze bepalingsmethoden en gebouwsimulatie een maandverdeling opgesteld.

Om de resultaten per buitentemperatuur om te zetten naar maandelijkse resultaten, zijn eerst de resultaten van de gebouwsimulatie per maand bepaald door de data te sorteren met behulp van Excel. De manier waarop dit is uitgevoerd staat in *figuur 6* uitgewerkt en wordt ook uitgelegd in de voorbeeldberekening in *bijlage VII*.



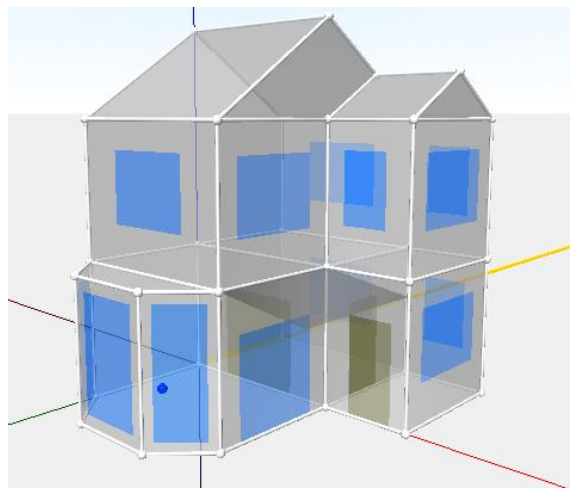
Figuur 6 – Werkwijze opzetting uurlijkse warmtelevering per temperatuur naar maandelijkse behoefte

6.1.5 Case 1: Woning

Case 1 is een simpele alleenstaande woning die met een kleine lucht-water warmtepomp wordt verwarmd. Het afgiftesysteem is hier vloerverwarming.

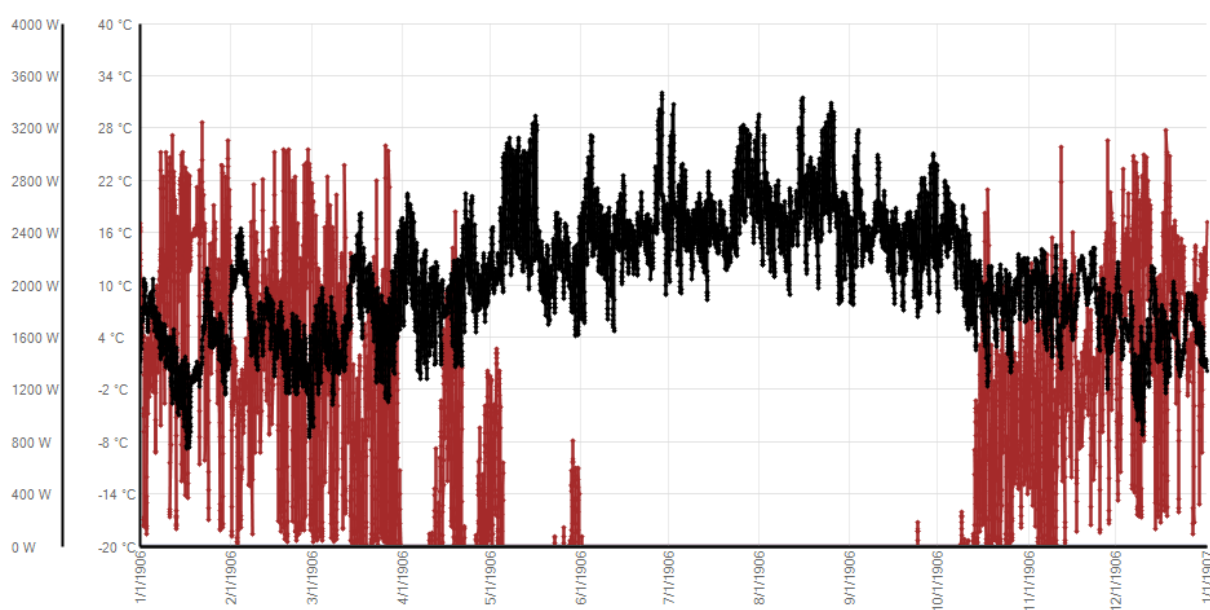
Tabel 4 – Belangrijkste invoer case 1

Waar wordt gebruik van gemaakt?	Invoer
Gebruik oppervlak	57m ²
Klimaat dataset	NEN 5060 ref 2018 energie
Opwekking	Warmtepomp (L/W) - Nominaal rendement:3 - Thermisch vermogen: 3.5kW
Afgiftesysteem	Lage temperatuur radiator (35°C)
Ruimte-eisen	22°C minimale temperatuur
Warmtevraag	16168 MJ



Figuur 7 – Case 1, een vrijstaande woning

De complete invoer voor deze case is te vinden in *bijlage VI*.



Figuur 8 – Centrale warmtebehoefte case 1.

Centrale warmtelevering (rood [W]), Buitentemperatuur (Zwart, Celsius)

De centrale warmtelevering in *figuur 8* is bepaald met behulp van gebouwsimulatie en zal als uitgangspunt worden genomen voor de vergelijking.

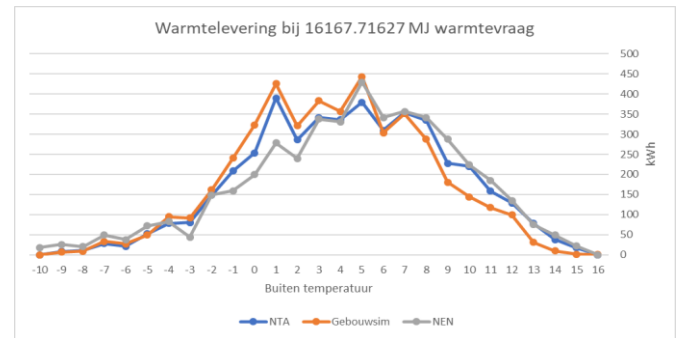
6.1.6 Resultaten case 1

De warmtelevering van de verschillende bepalingsmethoden laat zien dat er veel warmte wordt geleverd tussen 0 en 7 graden. Deze temperaturen komen veel uren voor wanneer er wordt gekeken naar de uur verdeling. De warmtelevering neemt na 7 graden sterk af (zie *figuur 9*), ondanks dat deze temperaturen (met name bij de gebouwssimulatie) veel voorkomen (zie *figuur 10*). Dit komt doordat case 1 een woning is die gemiddeld is geïsoleerd, wat betekent dat de interne warmtelast en zonstraling gecombineerd ervoor zorgen dat er niet of nauwelijks extra verwarming nodig is om het pand boven de 22 graden te houden.

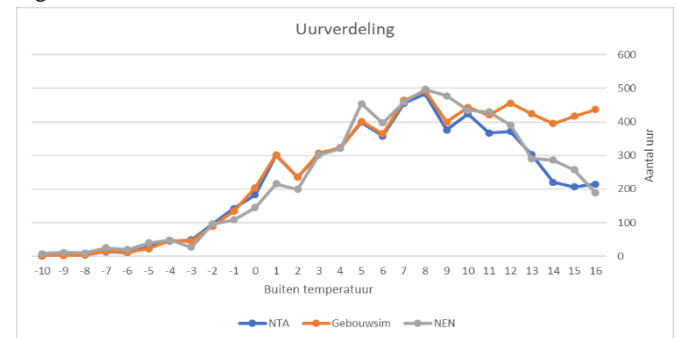
Wanneer er wordt gekeken naar de effectiviteit van de warmtepomp zijn de verschillen tussen de bepalingsmethoden goed te zien. De praktijkprestatiefactor die gebruikt wordt voor de NTA8800 zorgt in dit geval voor een gereduceerde COP tussen -7 en 7 graden, maar laat de COP gemiddeld buiten deze range (zie *figuur 11*).

De COP volgens gebouwssimulatie lijkt daarentegen meer op een realistisch verloop. Er is goed te zien dat bij een lage buitentemperatuur de COP daalt omdat er minder energie uit de omgeving gehaald kan worden.

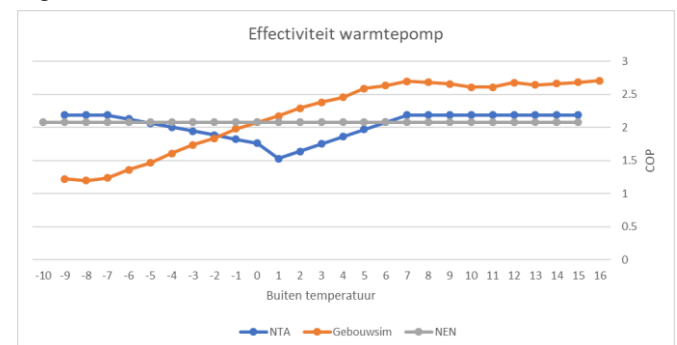
De slechte effectiviteit volgens de NTA8800 zorgt ook voor een hoge piek in de elektriciteit die nodig is (zie *figuur 12*). Deze piekt hier sterk uit boven de gebouwssimulatie en NEN7120 ondanks dat er minder warmte werd geleverd. Echter wanneer er naar het primair energiegebruik wordt gekeken is deze over bijna de volledige range lager dan beide andere bepalingsmethoden (zie *figuur 13*). Dit is te verklaren doordat er in de NTA8800 uit wordt gegaan van een zeer gunstig opwekkendement voor elektriciteit.



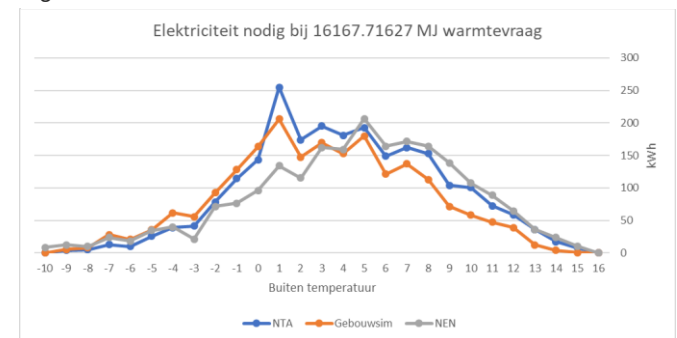
Figuur 9



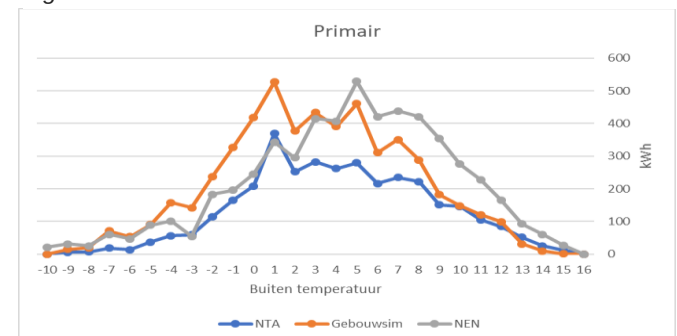
Figuur 10



Figuur 11



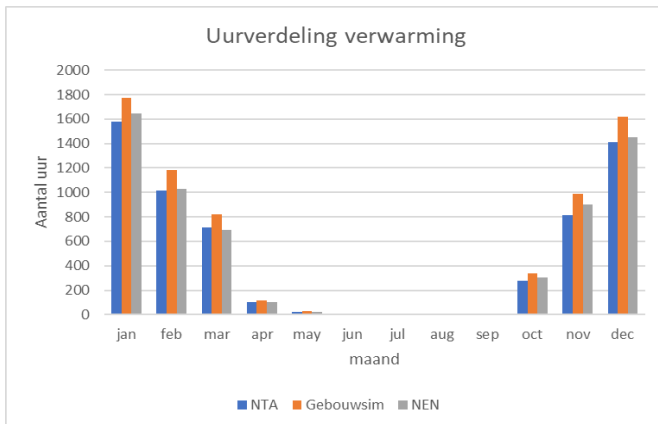
Figuur 12



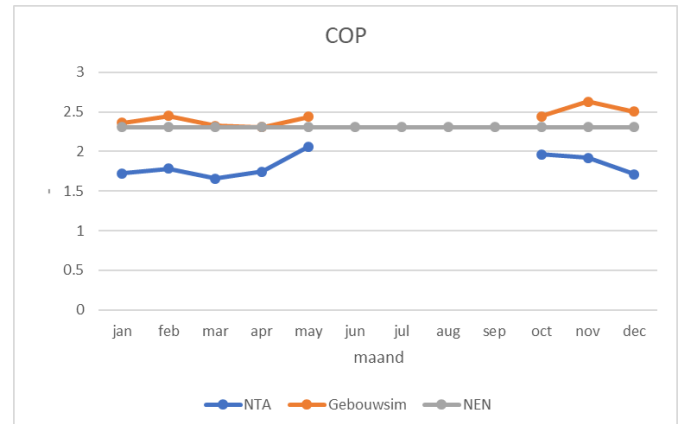
Figuur 13

6.1.7 Maandverdeling case 1

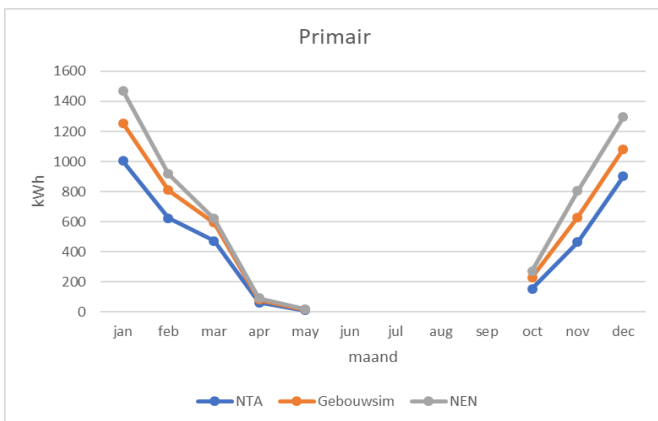
Wanneer de resultaten van case 1 worden verdeeld over de maanden op basis van de uur verhouding geeft dit de volgende resultaten.



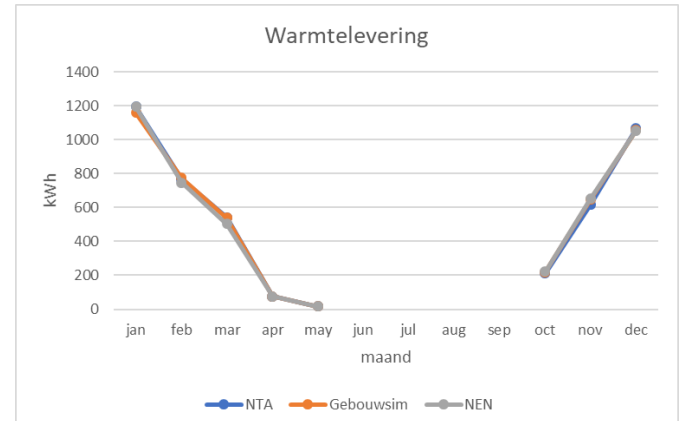
Figuur 14



Figuur 15



Figuur 16



Figuur 17

Door gebruik te maken van de verhouding tussen het aantal uren en de warmtelevering tijdens deze uren is er een maandverdeling opgesteld. Deze verdeling maakt het vergelijken van de bepalingmethoden een stuk overzichtelijker.

De punten die opvallen in de bovenstaande figuren is met name de verdeling op jaarbasis, er is veel vraag in de koudste maanden, januari en december en helemaal geen vraag in de zomer maanden (zie figuur 14). Dit was uiteraard te verwachten, maar was niet direct zichtbaar wanneer er per temperatuur werd gekeken. Deze vraag vertaalt zich dan ook naar de warmte die werkelijk geleverd wordt (zie figuur 17) en het primair energiegebruik van case 1 (zie figuur 16).

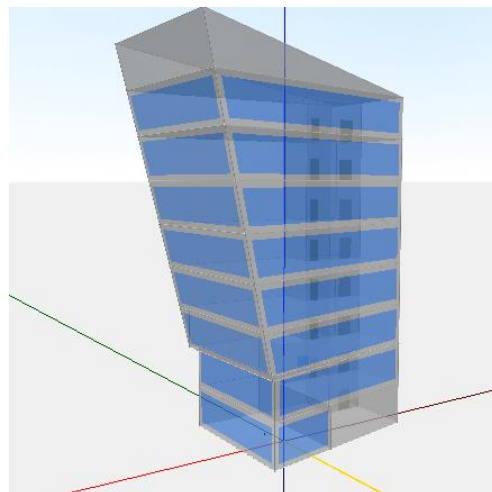
De COP van de warmtepomp was het meest opvallend hier, omdat deze flink afweek van het verwachte patroon wanneer deze per temperatuur werd berekend (zie figuur 11). Wanneer deze factor echter wordt gekoppeld aan de uur verhouding tussen de bepalingmethoden, neemt deze dezelfde vorm aan als dat in gebouwsimulatie (zie figuur 15). Dit was in eerste instantie niet te zien, de formule die gebruikt wordt op uur basis lijkt dus te zijn afgeleid van een maandelijkse berekening.

6.1.6 Case 2: Utiliteitsgebouw

Case 2 is een kantoorgebouw van 8 verdiepingen. Hier wordt met een bodem-water warmtepomp de warmtebehoefte opgewekt. Het pand bevat een groot raamoppervlak, waardoor veel 'gratis' warmte wordt gewonnen door de zon.

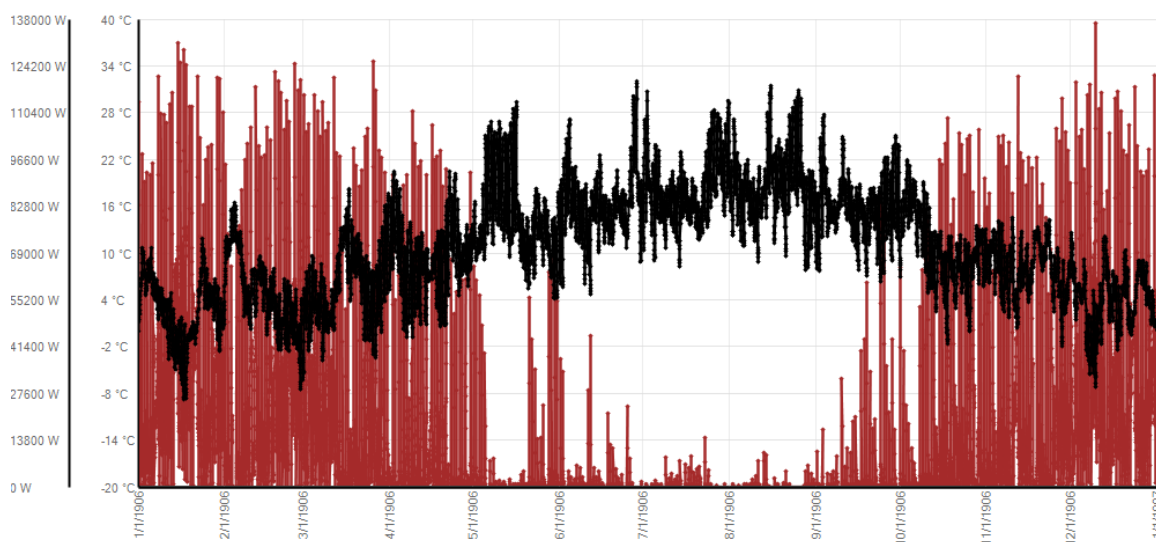
Tabel 5 – Belangrijkste invoer case 2

Waar wordt gebruik van gemaakt?	Invoer
Gebruik oppervlak	1891m ²
Klimaat dataset	NEN 5060 ref 2018 energie
Opwekking	Warmtepomp (B/W) - Nominaal rendement:3 - Thermisch vermogen: 200kW
Afgiftesysteem	Lage temperatuur radiator (35°C)
Ruimte-eisen	22°C minimale temperatuur
Warmtevraag	341446 MJ



Figuur 18 – Geometrie case 2, een groot kantoorgebouw

De complete invoer voor deze case is te vinden in *bijlage VI*.



Figuur 19 – Centrale warmtebehoefte case 2.

Centrale warmtelevering (rood [W]), Buitentemperatuur (Zwart, Celsius)

De in *figuur 19* bepaalde centrale warmtelevering is bepaald met behulp van gebouwsimulatie en zal als uitgangspunt worden genomen voor de vergelijking.

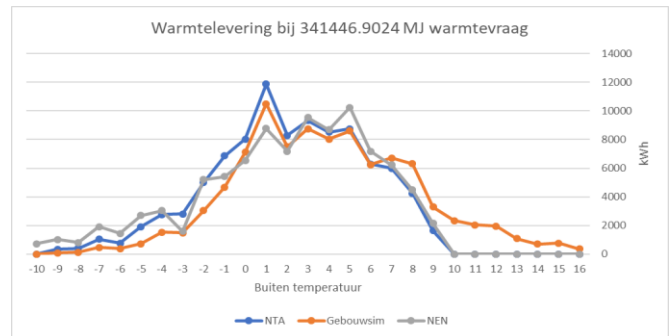
6.1.9 Resultaten case 2

In test case 2 is gekeken naar een groot utiliteitsgebouw met een bodem warmtepomp. Het eerste dat hier opvalt is dat er geen warmtelevering meer is bij temperaturen boven de 10 graden bij zowel de NEN 7120 als de NTA 8800 (zie *figuur 20*).

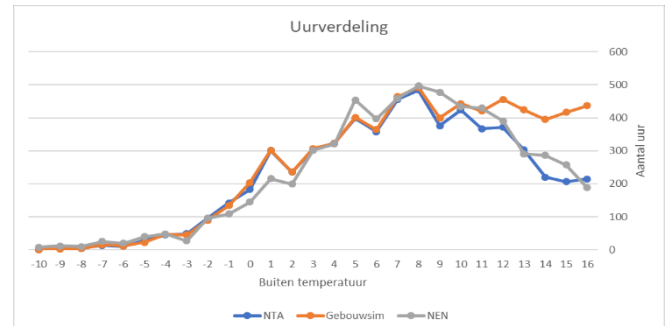
Daarnaast is een bodemwarmtepomp niet in contact met de buitenlucht en mag de praktijkprestatiefactor over de gehele range als 1 worden genomen. Hierdoor is de COP van de warmtepomp altijd exact het gemiddelde wanneer deze bepaald wordt met behulp van de NEN 7120 of de NTA 8800 (zie *figuur 22*).

De elektriciteit die nodig is om het pand te verwarmen met een warmtepomp is hierdoor lineair afhankelijk van de warmtevraag en verloopt dus over de gehele range in dezelfde verhouding ten opzichte van de andere bepalingmethoden. Dit resulteert in dezelfde vorm grafiek in *figuur 23* als in *figuur 21* wanneer er wordt gekeken naar de NEN 7120 en NTA 8800.

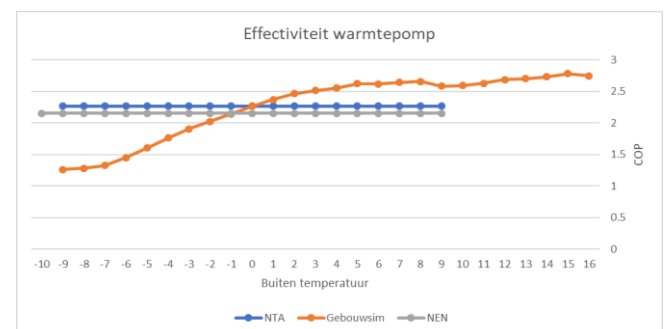
Het verschil tussen de bepalingmethoden wordt hierdoor beperkt tot het opwekrendement van elektriciteit. Deze zorgt ook in deze case ervoor dat het primair gebruik flink wordt gereduceerd wanneer de NTA8800 als bepalingmethode wordt gebruikt (zie *figuur 24*).



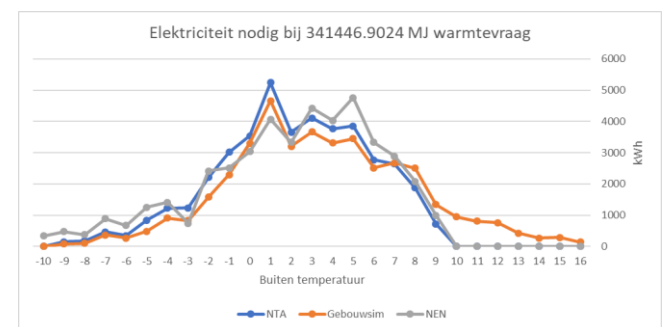
Figuur 20



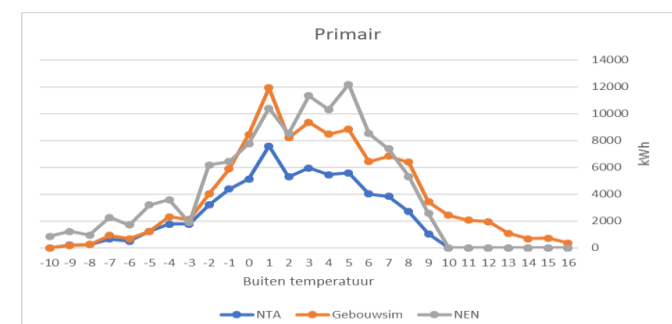
Figuur 21



Figuur 22



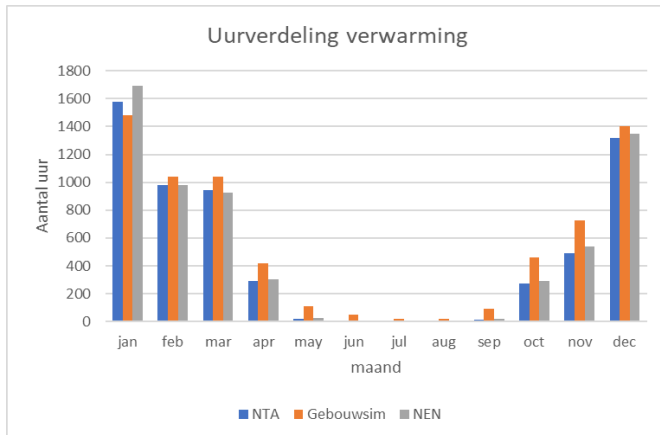
Figuur 23



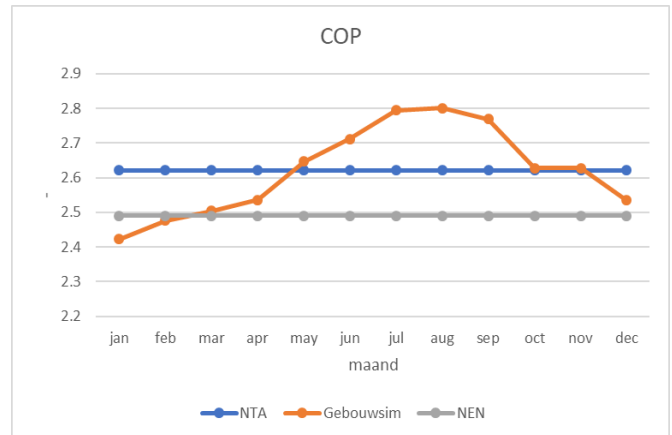
Figuur 24

6.1.10 Maandverdeling case 2

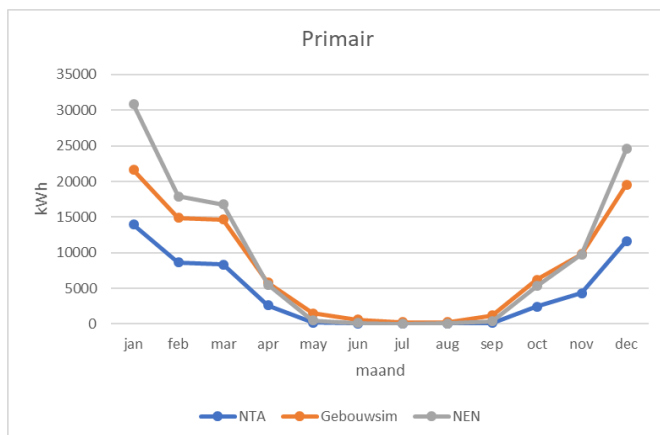
Wanneer de resultaten van case 2 worden verdeeld over de maanden op basis van de uur verhouding geeft dit de volgende resultaten.



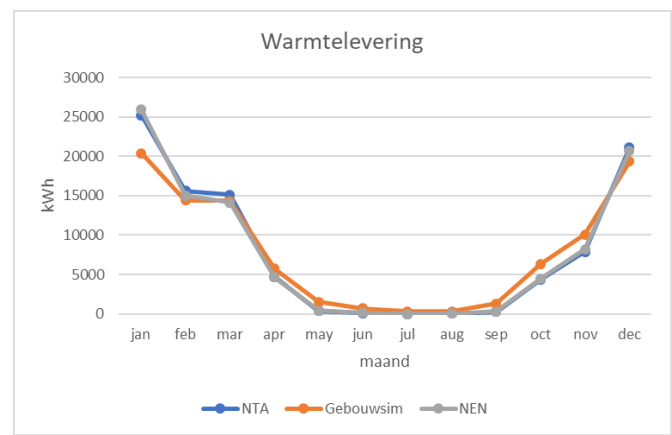
Figuur 25



Figuur 26



Figuur 27



Figuur 28

Net als bij case 1 is de verdeling gemaakt op maandbasis en is deze zoals verwachting. Omdat er hier gewerkt wordt met een groot kantoorpand is er in de zomer nog steeds warmte nodig, maar is de hoeveelheid hier bijna verwaarloosbaar klein (zie figuur 15 en 28).

De bodem warmtepomp wordt in zowel de NEN 7120 en NTA 8800 als gemiddeld bepaald gedurende het hele jaar en resulteert dus in een warmtelevering die nagenoeg gelijk is per maand. De COP volgens deellastrendement in gebouwsimulatie verandert ook niet veel met een bodemwaarde van 2.42 en een maximale waarde van 2.8 (zie figuur 26).

Het grootste verschil dat hierdoor opvalt is dat van het primair, dit verschil is erg groot omdat er in de NTA 8800 gerekend wordt met een gunstiger rendement. Hierdoor wordt het primair energiegebruik gereduceerd wat goed te zien is in figuur 27.

6.2 Koeling

6.2.1 Invloed factoren

In het hoofdstuk energieberekeningen staan de basisformules die gebruikt zijn om de energiebehoefte te bepalen. Deze formules geven de factoren aan die van invloed zijn op deze energiebehoefte. In de onderstaande tabel zijn deze opgenomen.

Tabel 6 - Factoren die invloed hebben op het thema koeling

Factor	Heeft invloed op
$Q_{c,nd}$	De totale koude behoefte, deze factor is het gehele deel centrale koeling.
$Q_{c,em,ls}$	De totale koude behoefte, deze factor wordt enkel in de NTA 8800 gebruikt. Deze factor maakt deel uit van de lokale koeling.
$Q_{c,ahu,req}$	De totale koude behoefte, deze factor wordt in de NEN 7120 en de NTRA 8800 gebruikt. Deze factor maakt deel uit van de lokale koeling.
$Q_{c,dis,ls}$	De totale koude behoefte, deze factor wordt enkel in de NTA 8800 gebruikt. Deze factor maakt deel uit van de lokale koeling.
$Q_{c,dis,rvd}$	De totale koude behoefte, deze factor wordt enkel in de NTA 8800 gebruikt. Deze factor maakt deel uit van de lokale koeling.
$Q_{c,dhum}$	De totale koude behoefte, deze factor wordt in de NEN 7120 en de NTRA 8800 gebruikt. Deze factor maakt deel uit van de lokale koeling.
EER	De totale energiebehoefte, Deze factor bepaald de effectiviteit van de koelmachine.
$W_{c,tot}$	De totale energiebehoefte. Deze factor is ook bepalend voor de effectiviteit van de koelmachine.
f_{prim}	Het primair energiegebruik.

De factoren die zijn opgenomen in tabel 6 geven een overzicht van punten die invloed hebben op de koude behoefte of de energiebehoefte. Wat hier opvallend is is dat in de oude methode, de NEN 7120, geen rekening gehouden wordt met distributie en emissie verliezen.

6.2.2 NEN 7120 bepalingmethode

De NEN 7120 is de huidige bepalingmethode voor de koude behoefte. De bepalingmethode maakt voor een groot deel gebruik van algemene oplossingen om de lokale koude vraag te bepalen. Hierdoor is er vaak op jaarbasis weinig verschil maar wordt er op maandniveau vaak teveel geglobaliseerd.

Het kan bij deze methode dus voorkomen dat bij vergelijking op totaalresultaat (jaarlijks) er weinig verschilt met een praktijk situatie, maar wanneer er dieper op de resultaten wordt ingegaan is er vaak een te algemeen resultaat berekend.

6.2.2.1 Invoer NEN 7120

De forfaitaire waarden die gehanteerd worden in de NEN 7120 zijn vaak afgeleid van een gemiddelde centrale behoefte. De lokale behoefte voor gekoelde ventilatielucht en ontvochtiging zijn maandelijks bepaald en zijn beide sterk afhankelijk van de centrale behoefte.

Tabel 7 – invoer wanneer de factoren worden bepaald met behulp van de NEN 7120

Factor	Invoer volgens NEN 7120
$Q_{c,nd}$	Bepaald met behulp van gebouwsimulatie.
$Q_{c,em,ls}$	-
$Q_{c,ahu,req}$	Bepaald met behulp van formules in hoofdstuk 17.4.2 van de NEN 7120.
$Q_{c,dis,ls}$	-
$Q_{c,dis,rvd}$	-
$Q_{c,dhum}$	Bepaald met behulp van formule hoofdstuk 17.9 en tabel 17.9 in NEN 7120.
EER	Bepaald met behulp van tabel 17.6 en hoofdstuk 17.5.4 in de NEN 7120.
$W_{c,tot}$	Bepaald met twee hoofdstukken die samen de totale hulpenergie bepalen, zijnde hoofdstukken 17.6.2.2 en 17.6.3.2 van de NEN 7120.
f_{prim}	2.56

De factoren hier zijn het resultaat van de energieberekeningen zoals deze in hoofdstuk 5.2 staan aangegeven. De berekeningen volgens de NEN 7120 staan in *bijlage VIII* van dit document en de in tabel 7 aangegeven hoofdstukken.

6.2.3 NTA 8800 bepalingmethode

De NTA 8800 is de bepalingmethode die in 2020 zijn intrede zal maken en de NEN 7120 zal vervangen wanneer de koude behoefte bepaald dient te worden. De bepalingmethode probeert meer rekening te houden met maandelijkse verschillen op lokaal gebied. Hierdoor kunnen er per maand grote verschillen zijn in de behoefte, met name ten opzichte van de oude bepalingmethode.

De NTA 8800 probeert op deze manier dicht bij een praktijksituatie te komen door rekening te houden met maandelijkse verschillen. De grote verschillen op maand niveau worden op jaar basis vaak grotendeels genormaliseerd. De NTA 8800 probeert met zijn bepaling dicht bij maatwerk te komen dan zijn voorganger.

6.2.3.1 Invoer NTA 8800

De forfaitaire waarden die gehanteerd worden in de NTA 8800 zijn vaak afgeleid van een gemiddelde centrale behoefte en maandelijkse externe invloed.

Tabel 8 – Invoer wanneer de factoren worden bepaald met behulp van de NTA 8800

Factor	Invoer volgens NTA 8800
$Q_{c,nd}$	Bepaald met behulp van gebouwsimulatie.
$Q_{c,em,ls}$	Bepaald met behulp van formules en meerdere tabellen in hoofdstuk 10.3.3 van de NTA 8800.
$Q_{c,ahu,req}$	Bepaald met formules en forfaitaire waarde volgens hoofdstuk 11.3.2.4 van de NTA 8800.
$Q_{c,dis,ls}$	Bepaald met formules volgens hoofdstuk 10.4.2 van de NTA 8800.
$Q_{c,dis,rvd}$	Bepaald met formules volgens hoofdstuk 10.4.3 van de NTA 8800 (een herziene versie, ingediend in december 2018).
$Q_{c,dhum}$	Bepaald met behulp van formule hoofdstuk 12.3 en tabel 12.2 in de NTA 8800.
EER	Bepaald met behulp van gedetailleerde bepalingmethode 2 in de NTA 8800, in hoofdstuk 10.5.5.
$W_{c,tot}$	Bepaald met behulp van drie hoofdstukken die samen de totale hulpenergie bepalen, zijnde hoofdstukken 10.3.4, 10.4.2.4.1 en 10.5.7 van de NTA 8800.
f_{prim}	1.45

De factoren hier zijn het resultaat van de energieberekeningen zoals deze in hoofdstuk 5.2 staan aangegeven. De berekeningen volgens de NTA 8800 staan in *bijlage VIII* van dit document en de in tabel 8 aangegeven hoofdstukken.

6.2.4 Gebouwsimulatie

In gebouwsimulatie wordt niet gerekend met forfaitaire waarde, maar worden de resultaten direct gebruikt. De resultaten die uit de gebouwsimulatie komen zijn:

- Deellastrendement van de koelmachine, bepaald per uur.
- Centrale koude levering van de koelmachine, bepaald per uur.
- Lokale koude levering van de koelmachine, bepaald per uur.

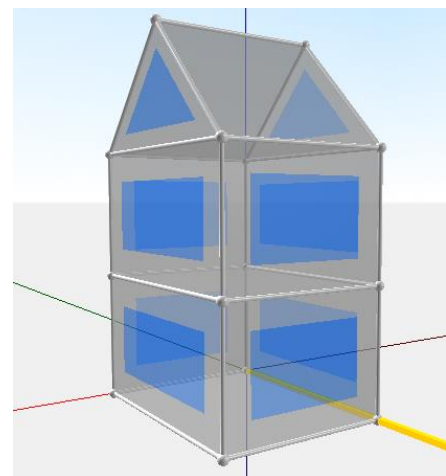
Omdat in de bepalingsmethoden gebruik wordt gemaakt van een statisch, maandelijks berekening zal deze uur-data worden gesommeerd tot een totaal per maand. De energiebehoefte zal bepaald worden door het gemiddelde deellastrendement per maand te bepalen en hiermee te rekenen.

Het lokale koel gedeelte wordt hier in totaal bepaald en kan dus niet per factor bepaald worden, de vergelijking met de bepalingsmethode zal hier dus enkel gemaakt worden op de totale lokale behoefte.

Enkel het primair energieverbruik ontbreekt in de resultaten. Momenteel hanteert Vabi een opwekrendement van 2.56 (het opwekrendement voor 2020), hier zal tijdens de vergelijking mee worden gerekend.

6.2.5 Case 1: Woning

Case 1 bestaat opnieuw uit een simpele alleenstaande woning. De woning is goed geïsoleerd en heeft hierdoor dus al snel een koude behoefte ten opzichte van een huis dat ouder is. De woning maakt gebruik van een fancoil-unit om de ruimtes te koelen. Daarnaast is er geen mechanische ventilatie aanwezig, maar wel mechanische afvoer (ventilatie type C). In de onderstaande tabel is de belangrijkste invoer voor deze case opgenomen.



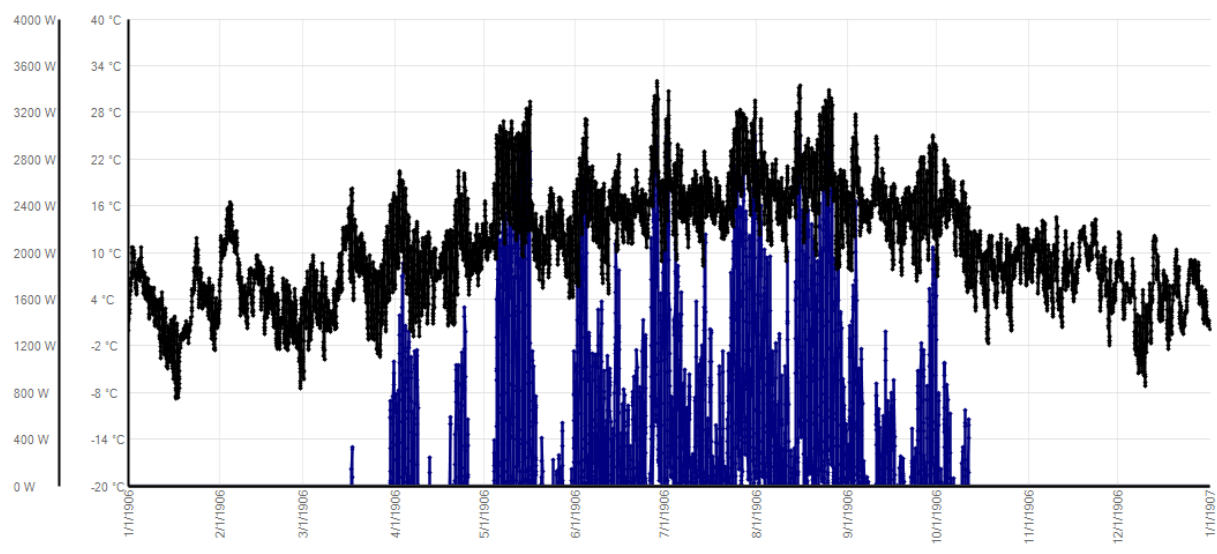
Figuur 29 – Geometrie case 1, een vrijstaande woning

Tabel 9 – Belangrijkste invoer case 1

Waar wordt gebruik van gemaakt?	Invoer
Oppervlakte	14.76 m ²
Klimaat dataset	NEN 5060 ref 2018 energie
Opwekking	Compressiekoelmachine (L/W) - Nominaal rendement: 3.1 - Lage Temperatuur aanvoer (12 – 18 Traject) Thermisch vermogen: 8kW
Afgiftesysteem	Twee pijps fancoil-unit
Ruimte-eisen	24°C maximale temperatuur
Bouwjaar	2018
Ventilatie type	Type C - Geen koeling aanvoer - Geen WTW - Geen recirculatie
Ontvochtiging	Er wordt niet ontvocht
Koude vraag	7370 MJ

De invoer is opgesteld door gebruik te maken van de kwaliteitsbepaling voor de koelmachine *Aquasnap 30RB* van Carrier, in de literatuurlijst is de brochure te vinden.

De complete invoer voor deze case is te vinden in bijlage VI.



Figuur 30 - Centrale koude behoefte case 1.

Centrale koude levering (Blauw [W]), Buitentemperatuur (Zwart, Celsius)

De in *figuur 30* bepaalde centrale warmtelevering is bepaald met behulp van gebouwsimulatie en zal als uitgangspunt worden genomen voor de vergelijking.

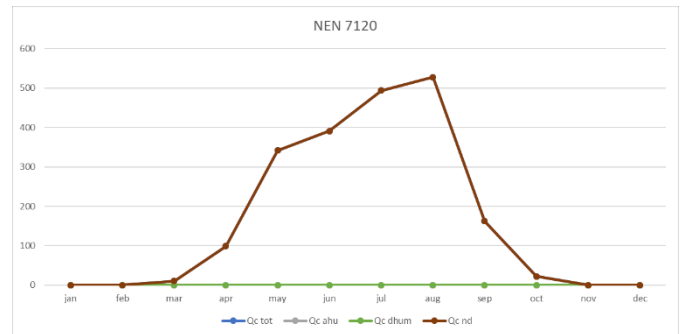
6.2.6 Resultaten Case 1

Case 1 is een standaard woning waar gebruik gemaakt wordt van koeling. Er zijn geen hoogwaardige installaties aanwezig en geen actieve ventilatie, hierdoor zijn de lokale koude factoren van de NEN 7120 beide niet aanwezig en is de centrale behoefte dus de totale levering (zie *figuur 31*).

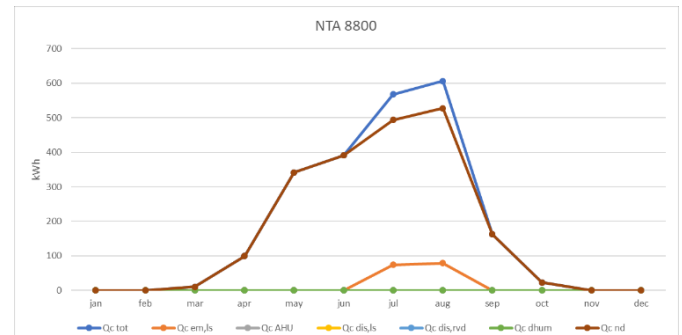
De NTA 8800 houdt naast ontvochtiging en gekoelde ventilatielucht ook nog rekening met emissie en distributieverliezen als lokale factoren. Deze zijn in deze case klein, maar zorgen wel voor het zichtbare verschil tussen de totale koude behoefte en de centrale behoefte (zie *figuur 32*).

De energie efficiëntie van de koelmachine verschilt niet veel tussen de NEN 7120 en de NTA 8800. Het deellastrendement dat bepaald wordt met behulp van gebouwsimulatie is minder gunstig en daarnaast niet statisch over alle maanden (zie *figuur 33*). Dit verschil zorgt ervoor dat de energiebehoefte, wanneer deze bepaald wordt met gebouwsimulatie, ongeveer gelijk is aan de energiebehoefte wanneer deze met de NEN 7120 bepaald wordt. Er is in deze case immers geen lokale behoefte bij bepaling met de NEN 7120 en de centrale vraag is afgeleid uit gebouwsimulatie (zie *figuur 34*).

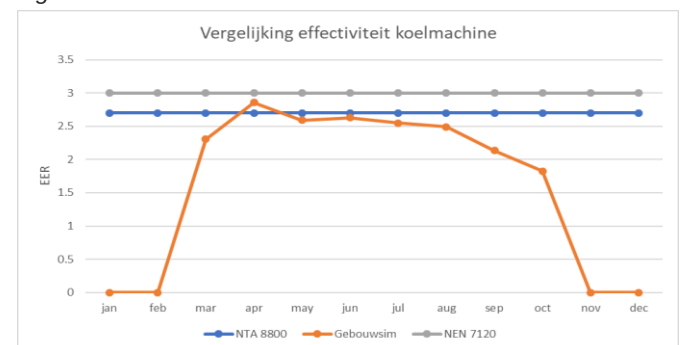
De gelijkenis die te zien was in *figuur 34* is ook te zien in de bepaling van het primair energiegebruik. Dit komt omdat zowel gebouwsimulatie als de NEN 7120 bepaald worden met een primair energiefactor van 2.56 t.o.v. 1.45 bij de NTA 8800. De energiebehoefte volgens de NTA 8800 was hoger, maar het primair energieverbruik is lager (zie *figuur 35*).



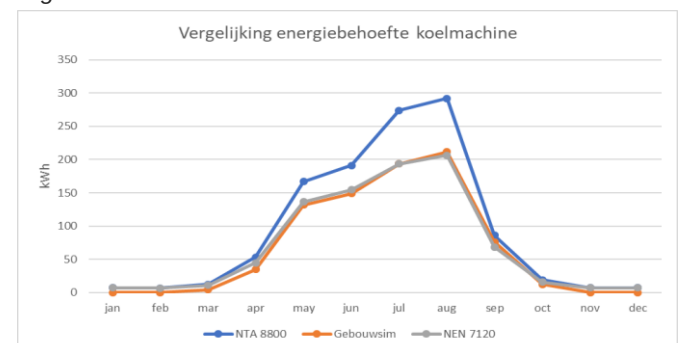
Figuur 31



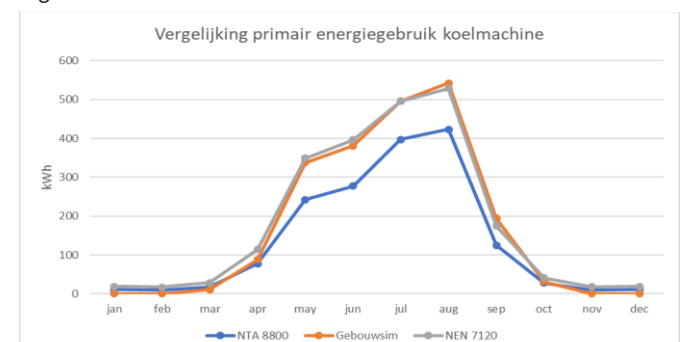
Figuur 32



Figuur 33



Figuur 34

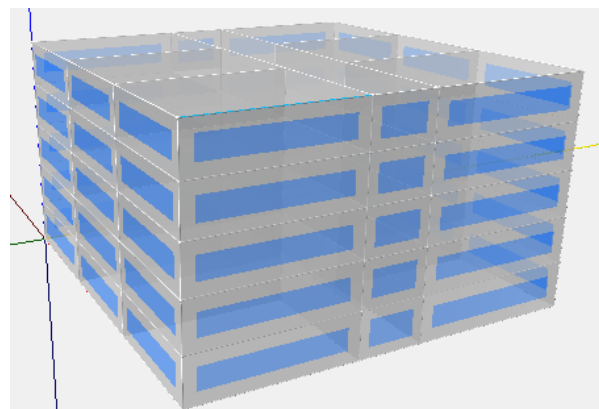


Figuur 35

6.2.7 Case 2: Utiliteitsgebouw

Case 2 is een utiliteitsgebouw dat in vorm is genormaliseerd. Hierdoor is invloed van de zon gedurende de dag redelijk consistent en is er geen extreme piek in koude vraag. In deze case wordt gebruik gemaakt van industriële 4 pijps fancoil units om de kantoren te koelen en verwarmen.

Daarnaast wordt er gebruik gemaakt van mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht (Type D), wordt deze ventilatielucht voor gekoeld en wordt er gebruik gemaakt van ontvochtiging. Dit systeem bevat kortom iedere factor die invloed kan hebben.



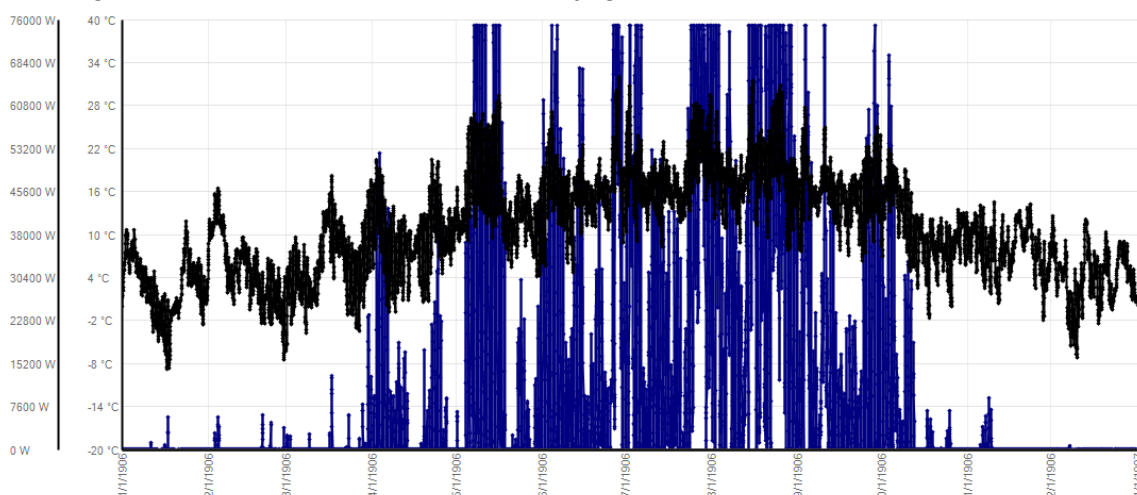
Figuur 36 – Geometrie case 2, een ruim utiliteitsgebouw

Tabel 10 – Belangrijkste invoer case 2

Waar wordt gebruik van gemaakt?	Invoer
Oppervlakte	15955 m ²
Klimaat dataset	NEN 5060 ref 2018 energie
Opwekking	Compressiekoelmachine (B/W) - Nominaal rendement: 2.72 - Lage Temperatuur aanvoer (12 – 16 Traject) Thermisch vermogen: 78.9kW
Afgiftesysteem	Vier pijps fancoil-unit
Ruimte-eisen	24°C maximale temperatuur
Bouwjaar	2018
Ventilatie type	Type D - Aanvoer lucht is gekoeld - WTW aanwezig (kunststof tegenstroomwarmtewisselaar) - 40% recirculatie
Ontvochtiging	Er wordt gebruik gemaakt van ontvochtiging; grenswaarde 70% vocht in de binnenlucht.
Koude vraag	168425 MJ

De invoer is opgesteld door gebruik te maken van de kwaliteitsbepaling voor de koelmachine *Aquasnap 30RBS* van carrier, in de literatuurlijst is de brochure te vinden.

De volledige invoer van deze case is te vinden in *bijlage VI*.



Figuur 37 – Centrale koude behoefte case 2.

Centrale koude levering (Blauw [W]), Buitentemperatuur (Zwart, Celsius)

De in *figuur 37* bepaalde centrale warmtelevering is bepaald met behulp van gebouwsimulatie en zal als uitgangspunt worden genomen voor de vergelijking.

6.2.8 Resultaten Case 2

Het kantoorpand in case 2 maakt in tegenstelling tot case 1 wel gebruik van een hoogwaardige installatie dat bedoeld is om een optimaal binnenklimaat te regelen. Er wordt gebruik gemaakt van zowel gekoelde ventilatielucht als ontvochtiging wanneer het vocht percentage in de binnen lucht te hoog wordt.

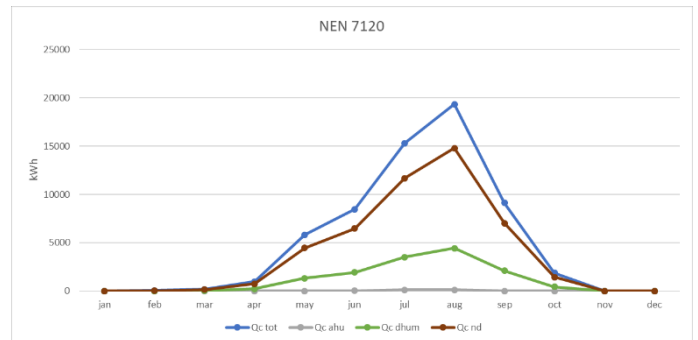
De NEN 7120 bepaalt de lokale behoefte met een maandelijkse verdeling die gebaseerd is op een jaar gemiddelde. Dit is terug te zien in de koude behoefte voor ontvochtiging. De ontvochtiging is hier duidelijk de grootste factor, de koude voor het koelen van ventilatielucht is nihil (zie *figuur 38*).

De NTA 8800 maakt gebruik van een gelijke methode maar houdt meer rekening met maand-gebonden gegevens. Hierdoor is de behoefte voor ontvochtiging nog steeds de belangrijkste factor, maar is deze maar in twee maanden aanwezig. In augustus is de piek van deze behoefte tweemaal groter dan de behoefte van de NEN 7120, waardoor de totale koude vraag een sterke piek vertoont (zie *figuur 49*).

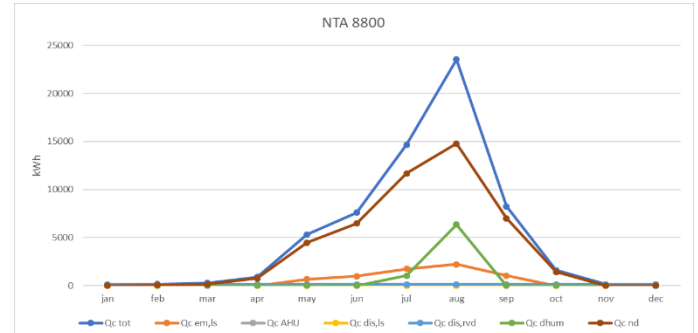
De efficiëntie van de koelmachine wordt net als bij de woning het gehele jaar statisch gehouden in de twee bepalingmethoden. Opnieuw is deze waarde hoger dan het deellastrendement van gebouw simulatie (zie *figuur 40*).

De energiebehoefte verschilt niet veel van elkaar doordat het verschil in de koude behoefte wordt opgeheven door de grote hulpenergiebehoefte in de NEN 7120. Dit komt door de manier waarop de hulpenergie wordt berekend, dit is bij de NEN 7120 een forfaitaire waarde per vierkante meter terwijl de NTA 8800 rekent met een vaste waarde op basis van energiebehoefte. Ondanks de gelijke vorm is de totale behoefte op jaarbasis flink afwijkend door de grotere behoefte in de maanden mei t/m juli (zie *figuur 41*).

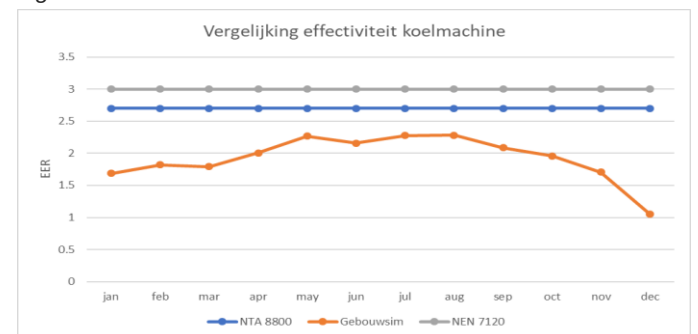
De primaire energie opwekfactor laat opnieuw zien hoeveel gunstiger de NTA 8800 de opwekking van elektriciteit beoordeeld (zie *figuur 42*).



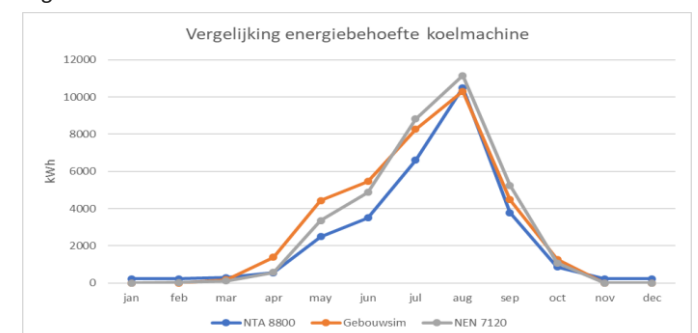
Figuur 38



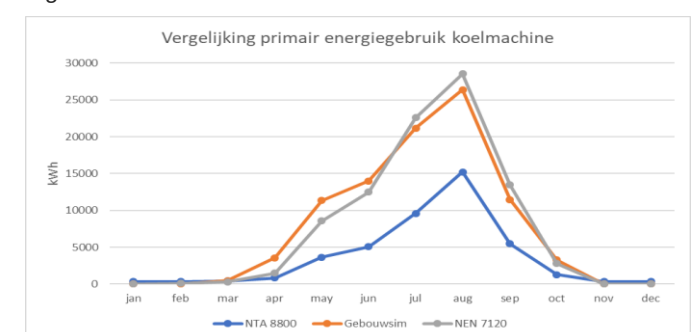
Figuur 39



Figuur 40



Figuur 41



Figuur 42

6.3 Tapwater

6.3.1 Invloed factoren

In het hoofdstuk energieberekeningen staan de basisformules die gebruikt zijn om de energiebehoefte te bepalen. Deze formules geven de factoren aan die van invloed zijn op deze energiebehoefte. In onderstaande tabel zijn deze opgenomen.

Tabel 11 – Factoren die invloed hebben op het thema Tapwater

Factor	Heeft invloed op
$Q_{w,nd}$	De warmtebehoefte voor tapwater. Deze factor wordt niet bepaald met gebouwsimulatie maar met de bepalingmethode zelf.
$Q_{w,rcd,mi}$	De warmtebehoefte, indien er gebruik wordt gemaakt van DWTW zal de warmtebehoefte afnemen.
$\eta_{w,em}$	De warmtebehoefte voor tapwater, het rendement van voor emissieverliezen. Naarmate leidingen tot tappunten langer wordt zal dit rendement afnemen.
$Q_{w,sto,mi}$	Deze factor is niet van toepassing wanneer verwarmd wordt met een warmtepomp. Opslagvaten worden enkel ingezet bij gasgestookte systemen
$Q_{w,dis,conv,mi}$	De warmtebehoefte, indien het een groot pand betreft en er aparte aflever sets aanwezig zijn rekent deze factor extra verliezen.
$\eta_{w,dis}$	De warmtebehoefte voor tapwater, het rendement van voor emissieverliezen. Naarmate leidingen tot tappunten langer worden zal dit rendement afnemen.
$\eta_{w,gen}$	De energiebehoefte, dit is het opwekrendement van de opwekker.
$W_{w,tot,mi}$	De energiebehoefte, deze factor bevat het totaal aan hulpenergie dat nodig is voor de distributie en opwekking.
f_{prim}	Het primair energiegebruik.

De factoren die zijn opgenomen in tabel 11 geven een overzicht van punten die invloed hebben op de warmtebehoefte of de energiebehoefte. Enkel de factor $Q_{w,dis,conv,mi}$ is hier verschillend en komt alleen in de NTA 8800 voor.

6.3.2 NEN 7120 bepalingmethode

De NEN 7120 is de huidige bepalingmethode voor de warmtebehoefte voor tapwater. De centrale warmtebehoefte wordt niet meegenomen door gebouwsimulatie en zal dus berekend worden met behulp van de formules die in hoofdstuk 5.2 zijn voorgedragen.

De NEN 7120 maakt net als bij de warmte en koude behoefte bepalingen gebruik van gemiddelde factoren. Bijvoorbeeld in het geval van DWTW wordt er niet gekeken naar het aantal douches dat deze optie heeft, maar wordt automatisch aangenomen dat alle douches hiervan voorzien zijn. Daarnaast wordt er met de verschillende gemiddelde rendementen gerekend.

6.3.2.1 Invoer NEN 7120

De invoer in de NEN 7120 is vaak statisch en per maand gelijk. Hierdoor is de maandlengte het verschil dat maandelijks zichtbaar is. De onderstaande tabel geeft aan waar de forfaitaire waarden die gebruikt worden in de bepalingmethode NEN 7120 vandaan komen of wat deze waarden zijn.

Tabel 12 – Invoer wanneer de factoren worden bepaald met de NEN 7120

Factor	Invoer volgens NEN 7120
$Q_{w,nd}$	Niet bepaald met gebouwsimulatie. Deze wordt bepaald aan de hand van de oppervlakte en het aantal bewoners via de formules van hoofdstukken 19.2.2.1 (woningen) en 19.2.2.2 (utiliteit) in de NEN 7120.
$Q_{w,rcd}$	Bepaald met behulp van de formules in hoofdstuk 19.5.2 en de tabellen 19.8 en 19.9 van de NEN 7120.
$\eta_{w,em}$	Bepaald met behulp van de formule in hoofdstuk 19.3.2.2 (woningen) of de forfaitaire waarde in hoofdstuk 19.3.2.3 (utiliteit) van de NEN 7120.
$Q_{w,sto,mi}$	-
$Q_{w,dis,conv,mi}$	-
$\eta_{w,dis}$	Bepaald met behulp van de formule en bijbehorende forfaitaire waarde in hoofdstuk 19.4.2 van de NEN 7120.
$\eta_{w,gen}$	Bepaald met behulp van de forfaitaire waarde uit de tabellen 19.16 en 19.18 van de NEN 7120.
$W_{w,tot,mi}$	Bestaat uit twee delen hulpenergie; distributie en opwekker. Bepaald met de formules uit hoofdstukken 19.8.2.2 en 19.8.3.3 van de NEN 7120.
f_{prim}	2.56

De factoren hier zijn het resultaat van de energieberekeningen zoals deze in hoofdstuk 5.2 staan aangegeven. De berekeningen volgens de NEN 7120 staan in *bijlage IX* van dit document en de in tabel 12 aangegeven hoofdstukken.

6.3.3 NTA 8800 bepalingmethode

De NTA 8800 zal in 2020 de nieuwe bepalingmethode worden voor de bepaling van de warmte en energiebehoefte ten behoeve van tapwater. De centrale warmtebehoefte wordt niet meegenomen door gebouwsimulatie en zal dus worden berekend met behulp van de formules die in hoofdstuk 5.2 zijn voorgedragen.

De bepalingmethode in de NTA 8800 lijkt sterk op de oude methode, echter wordt er gerekend met een gemiddeld aantal mensen per vierkante meter. Daarnaast zijn er extra opties om te rekenen met de praktijksituatie. Het is bijvoorbeeld mogelijk om aan te geven of de pomp goed is geïsoleerd en of de afsluitkleppen extra isolatie hebben om zo verliezen te beperken.

6.3.3.1 Invoer volgens de NTA 8800

De invoer bij de NTA 8800 is ook statisch en dus gelijk door het jaar heen. Een uitzondering hierop is de hulpenergie voor distributie, deze is lager in de wintermaanden indien de opwekker van het tapwater ook gebruikt wordt voor de verwarming van het gebouw (een optie die ook nieuw is in de NTA 8800). Voor het grootste deel zal de maandlengte het verschil per maand bepalen.

Tabel 13 - Invoer wanneer de factoren worden bepaald met de NTA 8800

Factor	Invoer volgens NEN 7120
$Q_{w,nd}$	Niet bepaald met gebouwsimulatie. Deze wordt bepaald aan de hand van de oppervlakte en het aantal bewoners via de formules van hoofdstukken 13.2.2.1 (woningen) en 13.2.2.2 (utiliteit) in de NTA 8800.
$Q_{w,rcd,mi}$	Bepaald met behulp van de formules in hoofdstuk 13.5.2 en de tabellen 13.11 en 13.12 van de NTA 8800.
$\eta_{w,em}$	Bepaald met behulp van de formule in hoofdstuk 13.3.2.2 (woningen) of de forfaitaire waarde in hoofdstuk 13.3.2.3 (utiliteit) van de NTA 8800.
$Q_{w,sto,mi}$	Wordt niet gebruikt tijdens dit onderzoek omdat opslagvaten enkel worden toegepast bij gasgestookte systemen.
$Q_{w,dis,conv,mi}$	Bepaald met behulp van de formule in hoofdstuk 13.4.2.2 en wordt ingevuld met de forfaitaire waarde van tabel 13.4 uit de NTA 8800.
$\eta_{w,dis}$	Bepaald met behulp van de formule uit hoofdstuk 13.4.3.2 uit de NTA 8800 of word forfaitair op 1 gehouden indien er geen circulatiesysteem wordt toegepast.
$\eta_{w,gen}$	Forfaitair bepaald met behulp van de tabellen 13.23 en 13.25 uit de NTA 8800.
$W_{w,tot,mi}$	Bestaat uit twee delen hulpenergie; distributie en opwekker. Bepaald met de formules uit hoofdstukken 13.4.4.2 en 13.8.11.2 van NTA 8800.
f_{prim}	1.45

De factoren hier zijn het resultaat van de energieberekeningen zoals deze in hoofdstuk 5.2 staan aangegeven. De berekeningen volgens de NTA 8800 staan in *bijlage IX* van dit document en de in tabel 13 aangegeven hoofdstukken.

6.3.4 Gebouwsimulatie

In gebouwsimulatie wordt bij de bepaling van het totaal energieverbruik wel rekening gehouden met warmtapwater, maar is het niet mogelijk om deze data per uur (of per maand) in te zien. Daarom is de centrale vraag het gelijke startpunt van de vorige thema's, in dit geval bepaald met behulp van de twee bepalingsmethoden.

De vergelijking die in de vorige thema's is gemaakt tussen beide bepalingsmethoden en gebouwsimulatie zal hierdoor niet gedaan worden voor tapwater. Gebouwsimulatie zal hier buiten beschouwing worden gelaten.

6.3.5 Case 1: Woning

Omdat er niet langer gebruik gemaakt wordt van gebouwsimulatie om een case op te stellen zal hier een korte omschrijving gegeven worden van de situatie die deze case voorstelt.

Case 1 is een grote woning die gebruik maakt van twee badkamers. De badkamers bevatten beiden een douche, echter heeft slechts 1 douche hiervan DWTW. Daarnaast is het een standaard woning, er woont een enkel gezin van 4 personen. Tabel 14 geeft aan wat de invoer is in deze woning.

Tabel 14 – Invoer case 1

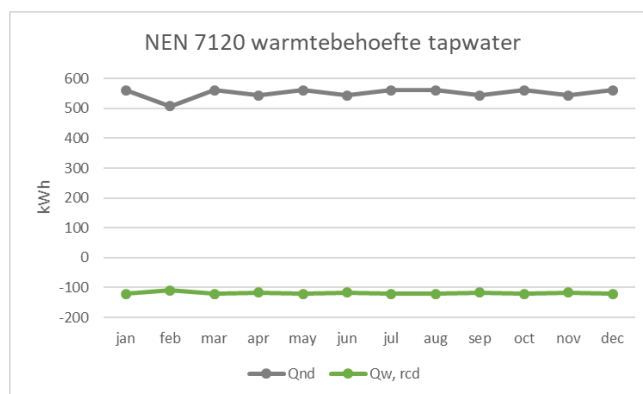
Waar wordt gebruik van gemaakt?	Invoer
Oppervlakte	65 m ²
Klimaat dataset	NEN 5060 ref 2018 energie
Opwekking	Warmtepomp (L/W) - Nominaal rendement: 1.4 - Toepassingsklasse: CW-4
Afgiftesysteem	- Geen individuele afleversets - Tapwater systeem wordt niet gebruikt voor verwarmingssysteem - Leiding lengte tot keuken: 3m - Leiding lengte tot douches: 3m - Er wordt niet gebruik gemaakt van een circulatiesysteem
Overige informatie	1 gezin (4 personen) aanwezig 1 keuken aanwezig 2 badkamers aanwezig - 1 douche met DWTW
Verbruik per persoon	856 kWh

6.3.6 Resultaten Case 1

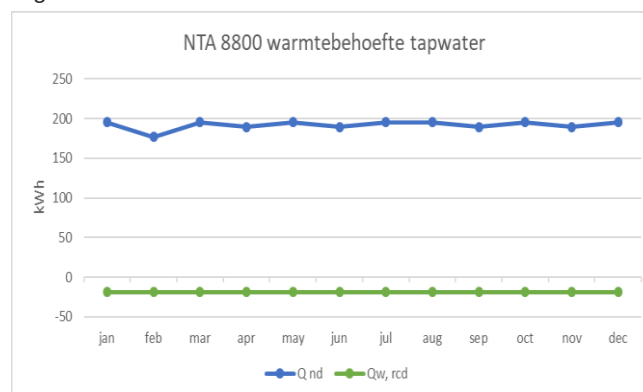
In case 1 is gekeken naar een moderne woning waar warmtapwater wordt opgewekt met een aparte lucht-water warmtepomp. Daarnaast kan bij een van de twee douches de verloren warmte worden teruggewonnen voor hergebruik, omdat er geen gegevens berekend worden in gebouwsimulatie omtrent warmtetapwater is dit berekend met de bepalingmethoden.

In *figuur 43 en 44* zijn de warmtebehoefte te zien. Het is direct zichtbaar dat de behoefte in de NEN 7120 groter is, bijna 3x groter zelfs. Dit verschil komt door de bepaling van het aantal mensen in de woning. De NTA gaat uit van een gemiddeld aantal mensen per vierkante meter terwijl de NEN 7120 simpelweg vraagt hoeveel mensen aanwezig zijn in de formule.

De warmteterugwinning wordt wel gelijk bepaald, maar hier is de bepaling beperkt in de NEN 7120. Hier wordt namelijk niet gekeken naar het aantal douches met DWTW, maar ervan uitgegaan dat alle douches hier gebruik van maken. Dit verklaart de 2x grotere winst uit de warmteterugwinning.

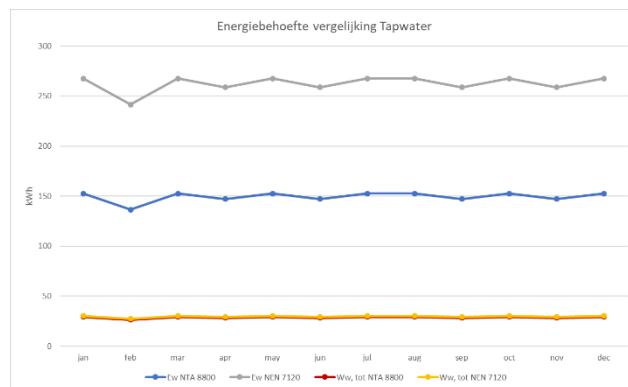


Figuur 43

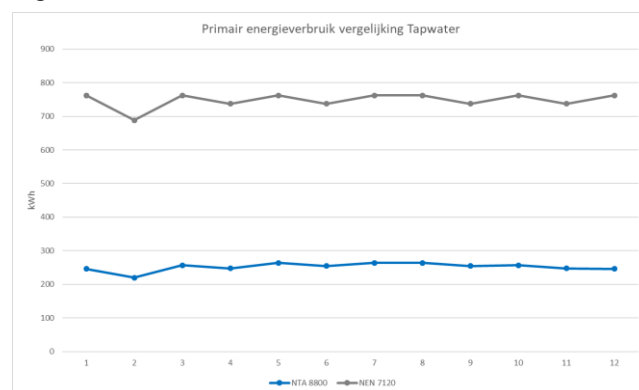


Figuur 44

Het verschil in warmtebehoefte wordt niet opgeheven door de extra winst uit DWTW. Het opwekkendement wordt namelijk gelijk bepaald, en zorgt dus niet voor een verschil (zie *figuur 45 en 46*).



Figuur 45



Figuur 46

6.7 Case 2: Utiliteit

Omdat er niet langer gebruik gemaakt wordt van gebouwsimulatie om een case op te stellen zal hier een korte omschrijving gegeven worden van de situatie die deze case voorstelt.

Case 2 is een kantoorpand. In dit pand zijn geen douches aanwezig, maar wel een enkele keuken in de kantine voor gebruik van de medewerkers. Omdat het een kantoorpand is, wordt gerekend met de forfaitaire waarden die worden gegeven voor de warmtevraag. Het aantal mensen dat er werkt is niet van toepassing hier. Tabel 15 geeft aan wat de invoer is van dit kantoorpand.

Tabel 15 – Invoer case 2

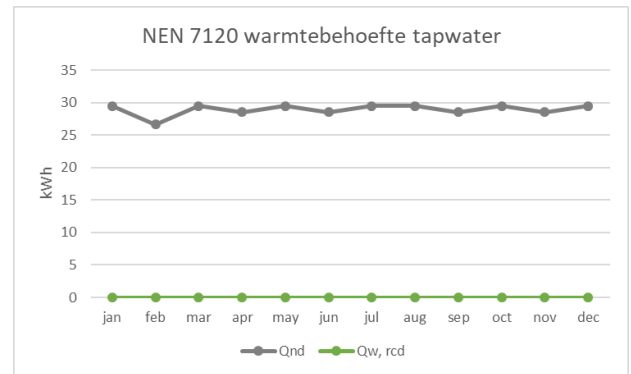
Waar wordt gebruik van gemaakt?	Invoer
Oppervlakte	250 m ²
Klimaat dataset	NEN 5060 ref 2018 energie
Opwekking	Warmtepomp (B/W) - Nominaal rendement: 2.2 - Toepassingsklasse: CW-4
Afgiftesysteem	- Individuele afleversets - Tapwater systeem wordt ook gebruikt voor het verwarmingssysteem - Leiding lengte tot keuken: 8m - Leiding lengte tot douches: n.v.t. - Er wordt gebruik gemaakt van een circulatiesysteem.
Overige informatie	Klein kantoor 1 keuken aanwezig
Verbruik per vierkante meter	1.4 kWh

6.8 Resultaten Case 2

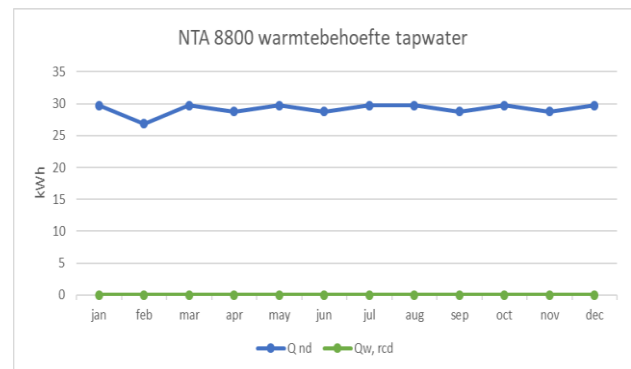
In case 2 is gekeken naar een klein kantoor, omdat in een kantoor zeer weinig gebruik wordt gemaakt van warmtapwater; er is geen douche en wordt niet gekookt ect. hierdoor is de warmtebehoefte relatief klein. Er is weinig behoefte en er wordt daarom gewerkt met een enkele opwekker voor zowel warmte als tapwater.

De warmtevraag wordt in beide bepalingmethoden op gelijke wijze bepaald en zijn dus gelijk aan elkaar (zie *figuur 47 en 48*)

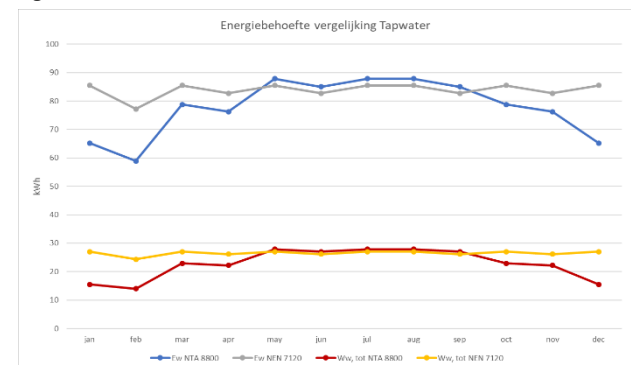
Omdat er gewerkt wordt met een enkele opwekker voor zowel tapwater als warmte mag er volgens de NTA 8800 met een verbeterd rendement worden gewerkt wanneer er ook warmte voor verwarming nodig is. Dit is terug te zien in de gereduceerde energiebehoefte in de koude maanden (zie *figuur 48 en 49*).



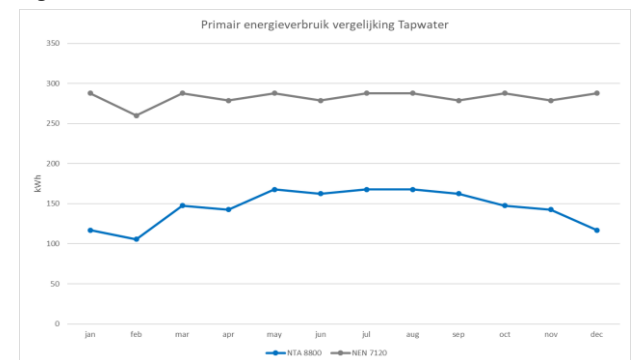
Figuur 47



Figuur 48



Figuur 49



Figuur 50

7 Conclusie cases

7.1 Verwarming

Bij de vergelijking op het gebied van verwarming is gebruik gemaakt van bijlage E en Q van de NEN 7120 en NTA 8800. Deze formules zijn gebaseerd op buitentemperatuur en moesten tijdens het onderzoek omgezet worden tot maandelijkse totalen.

7.1.1 Case 1

De bepaling voor verwarming was gemakkelijk wanneer je de totalen van een specifieke buitentemperatuur wilt berekenen. Overzichtelijker was de vergelijking wanneer er gekeken wordt naar maandelijkse resultaten, daarom is er op basis van een uur en verwarming verhouding een maandverdeling gemaakt.

Tabel 16 laat zien wat de totalen zijn wanneer er gebruik wordt gemaakt van de formules die worden gegeven in de NEN 7120 en NTA 8800.

Tabel 16 – Jaar totalen wanneer berekend per buitentemperatuur

	Totaal warmtebehoefte	Energiebehoefte	Primair energiegebruik
NEN 7120 (kWh)	4491	2159	5527
NTA 8800 (kWh)	4490	2331	3380
Gebouwsimulatie (kWh)	4491	2058	5268

Tabel 17 laat zien wat de totalen zijn wanneer de resultaten per temperatuur worden omgezet naar maandelijkse gegevens. Verder is tussen de haken aangegeven wat het verschil is tussen de waarde in tabel 16 en 17.

Tabel 17 - Jaar totalen wanneer berekend per maand op basis van uur en verwarming verhouding

	Totaal warmtebehoefte en verschil	Energiebehoefte en verschil	Primair energiegebruik en verschil
NEN 7120 (kWh) – (%)	4471 (0.45)	1935 (10.95)	4955 (10.91)
NTA 8800 (kWh) – (%)	4488 (0.05)	2484 (6.35)	3601 (6.33)
Gebouwsimulatie (kWh) – (%)	4489 (0.05)	1837 (11.35)	4703 (11.33)

De verschillen zitten hier met name in de energiebehoefte, met de grootste afwijking van 11%. Deze afwijking is ontstaan door de omzetting van de gegevens en de afronding op van temperatuur tot maand niveau.

Daarnaast is te zien dat de NTA 8800 berekent dat er meer energie nodig is dan in de andere twee methoden. Dit verschil ontstaat door de praktijkprestatiefactor besproken in hoofdstuk 6.1.3.1.

7.1.2 Case 2

Tabel 16 laat zien wat de totalen zijn wanneer er gebruik wordt gemaakt van de formules die worden gegeven in de NEN 7120 en NTA 8800.

Tabel 18 - Jaar totalen wanneer berekend per buitentemperatuur

	Totaal warmtebehoefte	Energiebehoefte	Primair energieverbruik
NEN 7120 (kWh)	94841	44017	112685
NTA 8800 (kWh)	94837	41815	60632
Gebouwsimulatie (kWh)	94846	41157	105363

Tabel 19 laat zien wat de totalen zijn wanneer de resultaten per temperatuur worden omgezet naar maandelijkse gegevens. Verder is tussen de haken aangegeven wat het verschil is tussen de waarde in tabel 18 en 19.

Tabel 19 - - Jaar totalen wanneer berekend per maand op basis van uur en verwarming verhouding

	Totaal warmtebehoefte en verschil	Energiebehoefte en verschil	Primair energieverbruik en verschil
NEN 7120 (kWh) – (%)	94364 (0.5)	37896 (14.95)	97016 (14.95)
NTA 8800 (kWh) – (%)	94802 (0.04)	36168 (14.48)	52444 (14.48)
Gebouwsimulatie (kWh) – (%)	94804 (0.04)	37639 (8.93)	96356 (8.93)

De afwijkingen die te zien waren in case 1 op het onderdeel energiebehoefte zijn hier bijna niet meer aanwezig. Dit komt omdat er hier gebruik wordt gemaakt van een bodem warmtepomp en dus niet langer gebruik wordt gemaakt van de praktijkprestatiefactor.

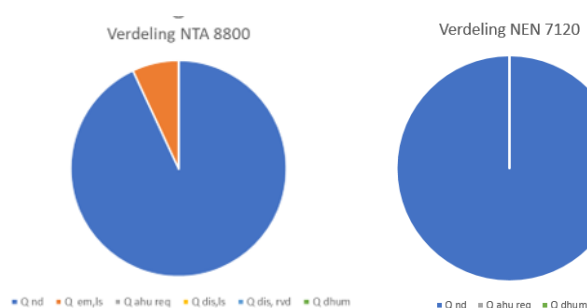
De nauwkeurigheid van omzetting van temperatuur naar maand is nog steeds redelijk hoog met een maximale afwijking van 15%.

7.2 Koeling

Bij de vergelijking op het gebied van verwarming is gebruik gemaakt van hoofdstukken 17 en 10 van de NEN 7120 en NTA 8800. Tijdens het onderzoek is bij de koeling met name gefocust op de verschillen in de lokale behoefte factoren.

7.2.1 Case 1

In case 1 is bewust gebruik gemaakt van een standaard woning zonder lokale apparaten. Hierdoor is in de NEN 7120 geen lokale behoefte en deze behoefte in de NTA 8800 enkel bepaald door de factor emissie verlies (zie *figuur 51 en tabel 20*).



Figuur 51 – Verdeling lokale en centrale behoeftes Case 1

Omdat er nauwelijks lokale behoefte is, wordt in deze case voor het grootste deel gekeken naar het verschil in effectiviteit van de warmtepomp. Tabel 21 laat zien dat deze effectiviteit volgens gebouwsimulatie lager is dan wordt voorgeschreven in de bepalingmethode. Dit was al eerder geconcludeerd in *figuur 33 en 42*.

Tabel 20 – Factoren die invloed hebben op de lokale koude behoefte, en totale hulpenergie case 1

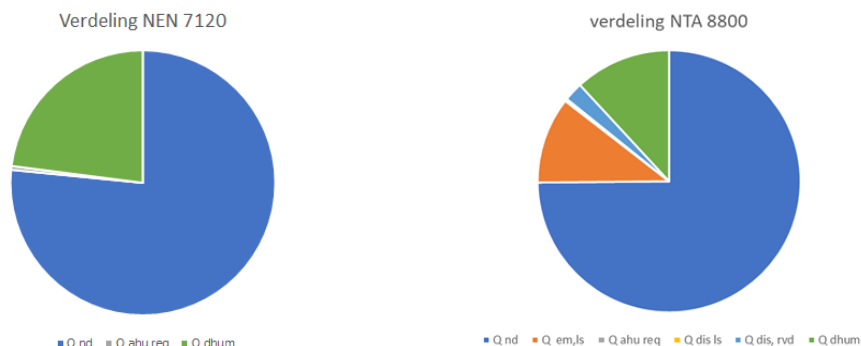
	$Q_{c,em,ls}$	$Q_{c,ahu,req}$	$Q_{c,dis,ls}$	$Q_{c,dis,rvd}$	$Q_{c,dhum}$	$W_{c,tot}$
NEN 7120 (kWh)	-	0	-	-	0	178
NTA 8800 (kWh)	153	0	0	0	0	266
Vershil (%)						

Tabel 21 – Totalen koeling op jaarbasis case 1

	Koude behoefte lokaal	Energiebehoefte	Primair energiegebruik
NEN 7120 (kWh)	0	861	2203
NTA 8800 (kWh)	153	1124	1630
Gebouwsimulatie (kWh)	0	813	2082

7.2.2 Case 2

In case 2 wordt meer gekeken naar de verschillen tussen de lokale factoren, omdat hier gebruik wordt gemaakt van alle lokale mogelijkheden. De verdeling tussen deze factoren is te zien in *figuur 52*. Direct valt op dat de ontvochtiging de grootste bijdrage is van het lokale onderdeel. Daarnaast zijn de emissie verliezen in de NTA 8800 bijna even groot, maar is deze factor pas ingevoerd in de NTA 8800 en ontbreekt deze dus volledig in de NEN 7120.



Figuur 52 - Verdeling lokale en centrale behoeftes Case 2

Tabel 22 - Factoren die invloed hebben op de lokale koude behoefte, en totale hulpenergie case 2

	$Q_{c,em,ls}$	$Q_{c,ahu,req}$	$Q_{c,dis,ls}$	$Q_{c,dis,rvd}$	$Q_{c,dhum}$	$W_{c,tot}$
NEN 7120 (kWh)	-	279	-	-	14035	14919
NTA 8800 (kWh)	6661	105	93	1741	7407	6319
Vershil (%)	n.v.t	90.63	n.v.t.	n.v.t.	61.82	81

Tabel 22 geeft direct aan dat er grote verschillen op jaarbasis zijn tussen de lokale factoren. De totale lokale behoefte verschilt echter niet veel van elkaar, dit is te zien in tabel 23. Naast het verschil in lokale factoren is te zien dat de hulpenergie een gigantisch verschil is. Door te kijken naar de formules voor de hulpenergie valt op dat de NEN 7120 rekent met W/m^2 , terwijl de NTA 8800 een vaste waarde aanhoudt. Omdat in case 2 gekeken wordt naar een kantoor van bijna 16000m² is deze hulpenergie opgelopen en het verschil boven de 100%.

Tabel 23 – Totalen koeling op jaarbasis case 2

	Koude lokaal behoefte	Energiebehoefte	Primair energiegebruik
NEN 7120 (kWh)	14314	35285	90331
NTA 8800 (kWh)	16008	29576	42885
Gebouwsimulatie (kWh)	31667	35782	91603

7.3 Tapwater

Bij de vergelijking in het thema tapwater kon geen gebruik worden gemaakt van gebouwsimulatie als startpunt en is de warmtebehoefte bepaald met de formules uit de NEN 7120 en NTA 8800.

7.3.1 Case 1

In case 1 is er gekeken naar een woning, waardoor de warmtebehoefte relatief hoog is door invloed van douches, badkamer en kookgelegenheden. In tabel 24 is de jaarlijkse behoefte, winst uit DWTW en energiebehoeftes te zien. Het valt op dat al direct bij de warmtebehoefte een groot verschil ontstaat.

Wanneer er gekeken wordt naar de formules voor deze behoefte is te zien dat deze behoefte afhankelijk is van onder andere het aantal bewoners. Dit punt zorgt voor het grote verschil, de NEN 7120 laat je direct het aantal inwoners invullen, terwijl de NTA 8800 een berekening maakt om een gemiddeld aantal bewoners te bepalen. Als gevolg hiervan is in case 1 slechts 1.64 mensen aanwezig in de NTA 8800, terwijl de NEN 7120 rekent met 4 mensen.

Tabel 24 – Jaarlijkse warmtebehoefte en factoren van tapwater case 1

	$Q_{w,nd}$	$Q_{w,rcd}$	E_w	$W_{w,tot}$	E_{prim}
NEN 7120 (kWh)	6607	1427	4410	355	8973
NTA 8800 (kWh)	2302	222	1957	348	3342
Vershil (%)	96.64	146.15	77.05	1.99	91.45

De bovenstaande verschillen zijn allemaal groot omdat de factoren afhankelijk zijn van de netto warmtebehoefte (Q_{nd}). Enkel de hulpenergie verschilt weinig, omdat deze niet afhankelijk is van de warmtebehoefte.

7.3.2 Case 2

De verschillen die opvielen in case 1 zijn in case 2 niet langer aanwezig. De warmtebehoefte is vrijwel exact gelijk aan elkaar omdat er hier gerekend wordt met eenzelfde factor, namelijk W/m^2 . Wat wel verschilt is de hulpenergie, deze is lager bij bepaling met de NTA 8800. Dit verschil komt door het verbeterde rendement omdat het tapwater systeem ook gebruikt wordt voor verwarming. De NTA 8800 geeft hier de mogelijkheid om bij deze systemen met een beter rendement te rekenen wanneer er ook warmte nodig is voor verwarming. Dit is te zien in *figuur 49*.

Tabel 25 - Jaarlijkse warmtebehoefte en factoren van tapwater case 2

	$Q_{w,nd}$	$Q_{w,rcd}$	E_w	$W_{w,tot}$	E_{prim}
NEN 7120 (kWh)	347	0	1007	318	3390
NTA 8800 (kWh)	350	0	933	273	1748
Vershil (%)	0.86	0	7.63	15.23	63.92

8. Conclusie

8.1 Hoofdvraag

De hoofdvraag van dit onderzoek luidde als volgt:

“Is er de mogelijkheid om de NEN 7120, NTA 8800 en gebouwsimulatie met elkaar te vergelijken op de punten energiegebruik voor warmte, koude en warmtapwater opgewekt met behulp van een warmtepomp, waarbij de factoren die de verschillen veroorzaken en de efficiëntie van de warmtepomp in de toegepaste situatie duidelijk wordt?”

In de hoofdstukken 6.1, 6.2 en 6.3 worden de energiebehoeftes en efficiëntie van 2 ontworpen cases vergeleken. De resultaten hiervan worden geconcludeerd in hoofdstuk 7. De factoren die deze verschillen veroorzaken zijn gebaseerd op de energieberekeningen in hoofdstuk 5.2, met hulp van de bepalingsmethode NEN 7120 en NTA 8800 (hoofdstukken 6.1.2, 6.1.3, 6.2.2, 6.2.3, 6.3.2 en 6.3.3).

De vergelijking tussen de NEN 7120 en NTA 8800 was in ieder van de thema's mogelijk. De vergelijking met gebouwsimulatie was alleen mogelijk bij verwarming en koeling omdat tapwater niet wordt meegenomen in gebouwsimulatie.

8.2 Deelvragen

- Wat is het resultaat van een energiebehoefteberekening volgens de NEN 7120?

De energiebehoefte volgens de NEN 7120 wordt bepaald door de energieberekeningen die zijn opgesteld in hoofdstuk 5.2. Deze berekeningen zijn als basis gebruikt om de invloedfactoren op te stellen in de hoofdstukken 6.1.1, 6.2.1 en 6.3.1.

De resultaten van de energiebehoefte berekeningen volgens de NEN 7120 zijn per maand te vinden in hoofdstuk 6, en geconcludeerd op jaar basis in hoofdstuk 7.

- Wat is het resultaat van een energiebehoefteberekening volgens de NTA 8800?

De energiebehoefte volgens de NTA 8800 wordt bepaald door de energieberekeningen die zijn opgesteld in hoofdstuk 5.2. Deze berekeningen zijn als basis gebruikt om de invloed factoren op te stellen in de hoofdstukken 6.1.1, 6.2.1 en 6.3.1.

De resultaten van de energiebehoefte berekeningen volgens de NTA 8800 zijn per maand te vinden in hoofdstuk 6, en geconcludeerd op jaar basis in hoofdstuk 7.

- Wat is de energiebehoefte volgens gebouwsimulatie?

De energiebehoefte volgens gebouwsimulatie is bepaald door een testcase op te stellen en deze vervolgens te simuleren. In hoofdstuk 5.1 staat de opbouw in gebouwsimulatie uitgelegd. Per case staat de belangrijkste invoer beschreven in de hoofdstukken 6.1.5, 6.1.6, 6.2.5 en 6.2.6.

Voor tapwater kon geen gebruik gemaakt worden van gebouwsimulatie, hier is gebouwsimulatie dan ook buiten beschouwing gelaten.

- Is de statisch maandelijkse bepaling van de NTA 8800 en NEN 7120 nauwkeurig genoeg ten opzichte van gebouwsimulatie om een reëel beeld te geven van een gebouw?

Bij het thema verwarming in hoofdstuk 6.1 is er gewerkt met een omrekening van de data uit gebouwsimulatie. Deze data waren in eerste instantie per uur en de resultaten uit de NEN 7120 en NTA 8800 per buitentemperatuur. Door gebruik te maken van de verhouding tussen het aantal verwarming uren en de warmtebehoefte zijn de resultaten van de bepalingmethode omgezet naar maandelijkse resultaten (zie hoofdstuk 6.1.7 en 6.1.10).

In hoofdstuk 7.1 is het verschil tussen de totaalresultaten op maand basis en temperatuur basis vergeleken, de maximale afwijking was 15%.

8.3 Rekenkern

Bij dit bestand zal een USB meegeleverd worden met hierop een interactieve rekenkern die gemaakt is tijdens het onderzoek. Met dit bestand kan zelf een woning of utiliteitsgebouw ingevoerd worden en deze vervolgens volgens beide bepalingsmethoden berekend worden. Het tabblad resultaten geeft vervolgens een overzicht op maandniveau die gemakkelijk met elkaar te vergelijken is. De tabbladen NEN 7120 en NTA 8800 geven gedetailleerde resultaten van de verschillende invloed factoren.

Naast de rekenkern bevat de USB ook dit rapport en het bijgeleverde adviesrapport in digitale vorm.

9. Aanbevelingen

Na het uitvoeren van dit onderzoek zijn er een aantal interessante punten naar boven gekomen die in de toekomst onderzocht kunnen worden.

- Welke methode komt het meest overeen met een praktijksituatie?

Tijdens dit onderzoek was geen beschikking tot praktijkdata. Het zou interessant zijn om te kijken welke methode het meest op een situatie uit de praktijk lijkt.

- Wat is het verschil tussen forfaitair en gedetailleerd rekenen?

In zowel de NEN 7120 en de NTA 8800 is vaak de mogelijkheid om met forfaitaire waarde of met gedetailleerde eigen invoer te rekenen. De verschillen hiertussen zijn nog niet onderzocht omdat er momenteel geen beschikking was tot gedetailleerde gegevens.

- Kan de nauwkeurigheid van de omzetting in het thema verwarming verbeterd worden?

Momenteel is een nauwkeurigheid van 5-15% behaald, maar is er een methode om deze nauwkeurigheid te verhogen?

Naast deze vervolgvragen is er uiteraard de aanleiding om een advies te schrijven op basis van dit onderzoek. Van deze mogelijkheid zal gebruik gemaakt worden tijdens deze afstudeerstage. Na afronding van dit document zal er een kort adviesrapport geschreven worden. Meer informatie en de opzet hiervan volgt kort na afronding van dit onderzoeksrapport.

Literatuurlijst

Websites

- Carrier. (2019, Januari 7). *Brochure koelmachine 40-160kW*. Opgehaald van https://www.carrier.nl/~media/Product_pdfs/30-serie/30RBS-RQS_039-160/01-Commercieel-COM/30RBS-039-160_CAT_2011_NL.ashx
- Carrier. (2019, Januari 7). *Carrier brochure koelmachine 8-14kW*. Opgehaald van https://www.carrier.nl/~media/Product_pdfs/30-serie/30RB_008-015/01-Commercieel-COM/30RB%20commerciele%20brochure.ashx
- NEN. (2018, Januari 24). *NTA 8800 rekenmethode energieprestatie gebouwen beschikbaar*. Opgehaald van www.nen.nl: <https://www.nen.nl/NEN-Shop/Bouwnieuwsberichten/NTA-8800-rekenmethode-energieprestatie-gebouwen-beschikbaar.htm>
- Rijksoverheid. (2019, Januari 22). *3.1 Klimaat en Energie*. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/regering/regeerakkoord-vertrouwen-in-de-toekomst/3.-nederland-wordt-duurzaam/3.1-klimaat-en-energie>
- RVO. (2019, Januari 22). *Energieprestatie - BENG*. Opgehaald van www.rvo.nl: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels-gebouwen/nieuwbouw/energieprestatie-beng>
- Vabi Software. (2018, Januari 25). *Energie voorspellen en verantwoorden*. Opgehaald van www.vabi.nl: <https://www.vabi.nl/product/gebouwsimulatie/#energievoorspellenenverantwoorden>
- Vabi Software. (2019, Februari 4). *Waar we voor staan*. Opgehaald van www.vabi.nl: <https://www.vabi.nl/over-vabi/gebouwinformatievooriedereen/>

Documenten

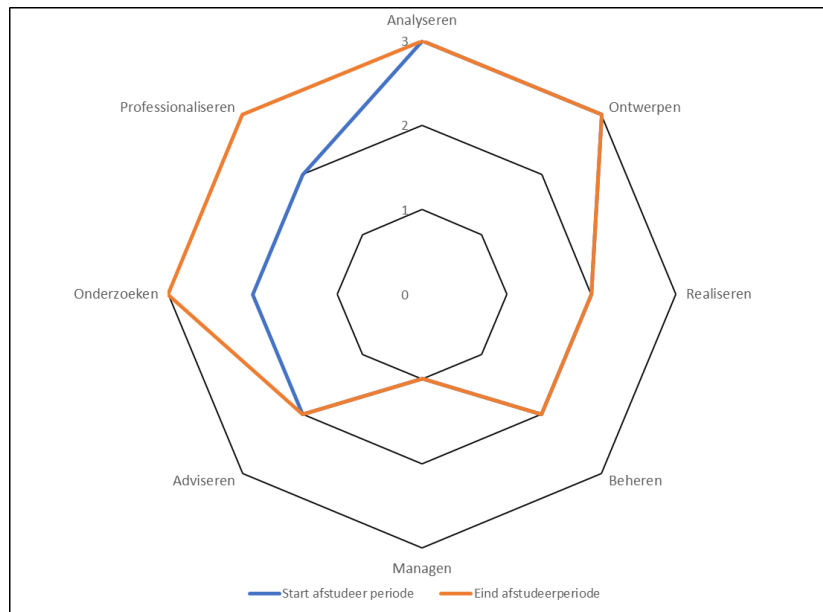
Document	NTA 8800:2018	
Datum	September 2018	
Benutte hoofdstukken	Paragraaf	
10	10.2	Energiegebruik van koelsysteem si in maand mi
	10.3.3	Energieverlies van het koudeafgiftesysteem
	10.3.4	Hulpenergie van het koudeafgiftesysteem
	10.4.2	Berekening van de thermische verliezen van een koudedistributiesysteem
	10.4.2.4.1	Berekening van de hulpenergie van het koudedistributiesysteem; Modulerende pompen met continue bedrijfswijze
	10.4.3	Herwinbare energie van het koudedistributiesysteem
	10.5.5	Methode 2: Rekenwaarde energieefficiëntie van een koudeopwekker EER
	10.5.7	Hulpenergie Waux,gen,el,in,si,mi van de koudeopwekking
11	11.3.2.4	Temperatuursprong koeling (en ontvochtiging) ventilatielucht
12	12.3	Ontvochtiging
13	13.1	Bepaling energiegebruik warm tapwater Energiegebruik per systeem
	13.2.2.1	Rekenregels nettowarmtebehoefte en tappatronen categorie woningbouw
	13.2.2.2	Rekenregels nettowarmtebehoefte en tappatronen categorie utiliteitsbouw
	13.3.2.2	Rekenregels afgifteverliezen categorie woningbouw
	13.3.2.3	Rekenregels afgifteverliezen categorie utiliteitsbouw
	13.4.2.2	Rekenregels convectieverlies
	13.4.4.2	Rekenregels hulpenergie exclusief opwekking
	13.5.2	Rekenregels warmteterugwinning uit douchewater
	13.8.9.1	Rekenwaarde individuele complete toestellen rendement warmteopwekking warm tapwater
	13.8.11.2	Rekenregels hulpenergie ten behoeve van opwekking
Bijlage Q	Q.2	Bepaling energieprestatie warmtepomp op jaarbasis
	Q.2.16	Gevraagde verwarmingsvermogen

Document	NEN 7120+C2	
Datum	2012-10-09	
Benutte hoofdstukken	Paragraaf	Omschrijving
17	17.1	Energiegebruik koeling
	17.4.2	Rekenregels luchtbehandeling
	17.5.4	Rekenwaarde opwekkingsrendement
	17.6	Hulpenergie koelsysteem
	17.6.2.2	Rekenregels hulpenergie distributie koelsysteem
	17.6.3.2	Rekenregels hulpenergie opwekking koelsysteem
	17.9	Latente koude behoefte
19	19.1	Energieverbruik warmtapwatersysteem
	19.2.2.1	Rekenregels categorie woningbouw
	19.2.2.2	Rekenregels categorie utiliteitsbouw
	19.4.2	Rekenregels distributierendement warmtapwatersysteem
	19.5.2	Rekenregels warmteterugwinning uit douchewater
	19.7.3	Rekenwaarde individuele complete toestellen rendement warmteopwekking warm tapwater
	19.8.2.2	Rekenregels hulpenergie warmtapwatersysteem (distributie)
	19.8.3.2	Rekenregels hulpenergie warmtapwatertoestellen (opwekking)
Bijlage E	E.3	Bepaling opwekkingsrendement voor verwarming
	E.3.5	Netto verwarmingsvermogen van de voor de lucht-naar- waterwarmtepomp relevante rekenzone(s)

Bijlage

I. Competentieverantwoording

Tijdens de afstudeer periode is er gewerkt aan de laatste competentie die behaald dient te worden tijdens de opleiding werktuigbouwkunde op hbo-niveau. Deze laatste competentie was professionaliseren, welke van een niveau 2 naar niveau 3 verbeterd dient te worden. Dit houdt in dat er volledig zelfstandig gewerkt dient te worden. In *figuur 53* is te zien welke competentieontwikkeling zich heeft plaatsgevonden tijdens de afstudeerperiode. Er is tijdens de afstudeerperiode aan drie competenties gewerkt: Professionaliseren, Onderzoeken en Adviseren.



*Figuur 53 – Competentieontwikkeling afstudeerperiode Lars Verkade
Competenties zijn conform competentieprofiel Werktuigbouwkunde HBO (versie 2.1)*

Competentieverantwoording

- Professionaliseren

Tijdens het afstuderen is er zelfstandig gewerkt om een professioneel en duidelijk gestructureerd rapport op te stellen. Er is samengewerkt met collega's en vergaderd over de resultaten en inhoud van het rapport. De zelfstandige werkwijze documentatie in combinatie met de samenwerking op de werkvloer geeft aan dat er zelfstandig aan een complex probleem gewerkt kan worden met een concreet resultaat.

- Onderzoeken

Het onderzoek dat is uitgevoerd als kern van het afstuderen was van complexe aard, de resultaten zijn hier duidelijk en overzichtelijk gestructureerd in een rapport. Dit rapport is een verdieping op de onderzoeken die zijn uitgevoerd tijdens de opleiding waarbij niveau 2 behaald was. De zelfstandigheid en onbekend, ongestructureerd complexe opdracht toont aan dat er op het gebied van onderzoeken het beoogde doel van niveau 2 is voorbijgegaan. Het onderzoeksrapport dat als resultaat is opgeleverd is een verantwoording van de behaalde diepgang waarmee voldaan wordt aan niveau 3.

- Adviseren

Het extra advies rapport dat is opgeleverd tijdens het afstuderen is van een minder complexe en meer bekende aard. Het niveau dat tijdens dit rapport vereist was komt overeen met eerder uitgevoerde opdrachten tijdens de opleiding. Hiermee wordt het eerder behaalde niveau 2 verantwoord, er is geen verdiegingsstap tot niveau 3 gezet.

II. Tabel Tijdsduur en warmtevraag als functie van buitentemperatuur
NEN 7120

θ_{buiten}	$t_{H, hp}$	WLE	WHE	ULE	UHE
16	189	0	0	0	0
15	257	0	0.0053	0	0
14	286	0	0.0106	0	0
13	291	0	0.016	0	0.0068
12	391	0.0079	0.0213	0	0.0137
11	430	0.0158	0.0266	0	0.0205
10	434	0.0237	0.0319	0	0.0274
9	478	0.0316	0.0372	0.0132	0.0342
8	497	0.0395	0.0425	0.0264	0.0411
7	460	0.0474	0.0479	0.0396	0.0479
6	397	0.0553	0.0532	0.0529	0.0548
5	454	0.0632	0.0585	0.0661	0.0616
4	321	0.0711	0.0638	0.0793	0.0685
3	302	0.079	0.0691	0.0925	0.0753
2	199	0.0869	0.0745	0.1057	0.0821
1	216	0.0948	0.0798	0.1189	0.089
0	145	0.1027	0.0851	0.1321	0.0958
-1	109	0.1106	0.0904	0.1453	0.1027
-2	96	0.1185	0.0957	0.1586	0.1095
-3	27	0.1264	0.1011	0.1718	0.1164
-4	48	0.1343	0.1064	0.185	0.1232
-5	40	0.1422	0.1117	0.1982	0.1301
-6	20	0.1501	0.117	0.2114	0.1369
-7	25	0.158	0.1223	0.2246	0.1438
-8	10	0.1659	0.1276	0.2378	0.1506
-9	12	0.1738	0.133	0.251	0.1574
-10	8	0.1817	0.1383	0.2643	0.1643

WLE = woning met laag energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} \leq 150 \text{ MJ/m}^2$.

WHE = woning met hoog energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} > 150 \text{ MJ/m}^2$.

ULE = utiliteitsgebouw met laag energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} \leq 250 \text{ MJ/m}^2$.

UHE = utiliteitsgebouw met hoog energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} > 250 \text{ MJ/m}^2$.

θ_{buiten}	$t_{H,hp}$	WLE	WHE	ULE	UHE
16	215	0	0	0	0
15	207	0	0.0053	0	0
14	220	0	0.0107	0	0
13	303	0	0.016	0	0.0068
12	372	0.0078	0.0214	0	0.0136
11	367	0.0157	0.0267	0	0.0205
10	424	0.0235	0.0321	0	0.0273
9	376	0.0313	0.0374	0.0128	0.0341
8	484	0.0392	0.0428	0.0257	0.0409
7	456	0.047	0.0481	0.0385	0.0477
6	358	0.0549	0.0535	0.0514	0.0546
5	399	0.0627	0.0588	0.0642	0.0614
4	324	0.0705	0.0642	0.0771	0.0682
3	304	0.0784	0.0695	0.0899	0.075
2	236	0.0862	0.0749	0.1028	0.0818
1	301	0.094	0.0802	0.1156	0.0887
0	183	0.1019	0.0856	0.1285	0.0955
-1	142	0.1097	0.0909	0.1413	0.1023
-2	95	0.1176	0.0963	0.1542	0.1091
-3	49	0.1254	0.1016	0.167	0.116
-4	45	0.1332	0.107	0.1799	0.1228
-5	29	0.1411	0.1123	0.1927	0.1296
-6	11	0.1489	0.1177	0.2056	0.1364
-7	14	0.1567	0.123	0.2184	0.1432
-8	5	0.1646	0.1284	0.2312	0.1501
-9	4	0.1724	0.1337	0.2441	0.1569
-10	0	0	0	0	0

WLE = woning met laag energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} \leq 150 \text{ MJ/m}^2$.

WHE = woning met hoog energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} > 150 \text{ MJ/m}^2$.

ULE = utiliteitsgebouw met laag energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} \leq 250 \text{ MJ/m}^2$.

UHE = utiliteitsgebouw met hoog energiegebruik waarvoor geldt: $Q_{H;nd} / A_{g;tot} > 250 \text{ MJ/m}^2$.

III. Complete energieberekeningen – Koeling

NEN 7120:

De totale koude levering wordt bepaald door de onderstaande factoren. Deze formule is de basis en wordt hier verder uitgewerkt.

$$Q_{c,dis} = \frac{\sum Q_{c,nd,mi} + \sum Q_{c,AHU,mi}}{\eta_{c,dis}} + \frac{\sum Q_{c,dhum,mi}}{(\eta_{c,dis,ext} \times \eta_{c,dis,distant})}$$

$\sum Q_{c,nd,mi}$	Som centrale koude behoefte van iedere maand	MJ
$\sum Q_{c,AHU,mi}$	Som lokale koude behoefte voor koeling ventilatielucht van iedere maand	MJ
$\eta_{c,dis}$	Distributierendement voor koeling	[-]
$\sum Q_{c,dhum,mi}$	Som lokale koude behoefte voor ontvochtiging van iedere maand	MJ
$\eta_{c,dis,ext}$	Distributierendement ten gevolge van leidingen buiten het gebouw	[-]
$\eta_{c,dis,distant}$	Distributierendement ten gevolge van leidingen buiten eigen perceel	[-]

$$Q_{c,AHU,mi} = \frac{1.1 \times \sum Q_{c,sens,AHU}}{\eta_{c,AHU,em}}$$

$\sum Q_{c,sens,AHU}$	Som koude behoefte voelbare voor koeling	MJ
$\eta_{c,AHU,em}$	Distributierendement luchtbehandelingskast, deze waarde is gelijk aan 1	[-]

$$Q_{c,sens,AHU} = \frac{P_a \times C_a}{1000} \times q_{c,AHU,ve,mi} \times (\theta_{c,AHU,mix} - (\theta_{c,AHU,sup} - \theta_{c,AHU,fans})) \times t_{mi}$$

P_a	De Dichtheid van lucht; 1,205	kg/m ³
C_a	De warmtecapaciteit van lucht; 1008	J/kgK
$q_{c,AHU,ve,mi}$	Luchtvolumestroom in de ruimte	dm ³ /s
$\theta_{c,AHU,mix}$	Temperatuur van de lucht die de luchtbehandelingskast ingaat	Celsius
$\theta_{c,AHU,sup}$	Temperatuur van de lucht die de ruimte wordt ingeblazen	Celsius
$\theta_{c,AHU,fans}$	Temperatuurverhoging door dissipatie van ventilatoren; 1.5	Celsius
t_{mi}	Tijdsduur van de te bepalen maand	Ms

$$\theta_{c,AHU,mix} = f_{c,AHU,mix} \times \theta_{c,AHU,return} + (1 - f_{c,AHU,mix}) \times \theta_e$$

$f_{c,AHU,mix}$	Recirculatie fractie	[-]
$\theta_{c,AHU,return}$	Temperatuur die uit de ruimte terugkomt	Celsius
θ_e	Buitentemperatuur	Celsius

$$\theta_{c,AHU,sup} = MIN(tabel; \theta_{c,AHU,mix} + \theta_{c,AHU,fans})$$

Maand	$\theta_{c,AHU,sup;set;mi}$ °C		
Januari	20		
Februari	20		
Maart	20	Augustus	16
April	20	September	18
Mei	18	Oktober	20
Juni	16	November	20
Juli	16	December	20

$$\sum Q_{c,dhum,mi} = f_{dhum} \times Q_{c,nd}$$

$f_{c,AHU,mix}$	Toeslagfractie ontvochtiging; 0.1 bij HT, 0.3 bij LT	[-]
-----------------	--	-----

Het energieverbruik wordt vervolgens bepaald met de onderstaande formule, de hulpenergie zal hier verder worden uitgewerkt.

$$E_{c,mi} = \frac{Q_{c,dis,mi}}{EER} + W_{c,tot}$$

$$W_{c,tot} = W_{ngen} + W_{gen}$$

W_{ngen}	Hulpenergie exclusief opwekking	MJ
W_{gen}	Hulpenergie opwekkers	MJ

$$W_{ngen} = f_{ngen} \times P_{aux,ngen} \times A_g \times t_{on}$$

f_{ngen}	Factor bedrijfstijd en toerenregeling; 2	[-]
$P_{aux,ngen}$	Pompvermogen van het koelsysteem	W/m ²
A_g	Oppervlakte gebouw	m ²
t_{on}	Tijdsduur dat het koelsysteem aanstaat	Ms

$$t_{on} = \frac{Q_{c,dis,mi}}{1000 \times P_{gen}}$$

$Q_{c,dis,mi}$	Energiebehoefte voor koeling	MJ
P_{gen}	Opwekvermogen koelsysteem	kW

$$W_{gen} = (P_{aux,gen} \times P_{gen,source}) \times t_{on} + P_{gen,aux} \times t_{mi}$$

$P_{aux,gen}$	Vermogen van het hulpverbruik; 33	W/kW
$P_{gen,source}$	Het af te voeren koelvermogen	kW
$P_{gen,aux}$	Stand-by hulpenergie; 10	W
t_{on}	Tijds lengte dat het koelsysteem aanstaat	Ms
t_{mi}	Tijds lengte van de te bepalen maand	Ms

$$P_{gen,source} = P_{gen} \times \left(\frac{1 + \eta_{gen}}{\eta_{gen}} \right)$$

P_{gen}	Vermogen van het koelsysteem	kW
η_{gen}	Rendement van het koelsysteem	[-]

NTA 8800:

$$Q_{c,dis} = \sum Q_{c,nd,mi} + \sum Q_{c,em,ls,mi} + \sum Q_{c,ahu,req,mi} + \sum Q_{c,dis,ls,mi} + \sum Q_{c,dis,rvd,mi} + \sum Q_{c,dhum,mi}$$

$$Q_{c,em,ls,mi} = Q_{em,out} \times MIN \left(\frac{\vartheta_{int,inc}}{\vartheta_{int,inc,e} - \theta_{e,comb}}; 0.15 \right)$$

$Q_{em,out}$	Over te dragen koude; gelijk aan koude behoefte	kWh
$\vartheta_{int,inc}$	Temperatuurcorrectie	K
$\vartheta_{int,inc,e}$	Ruimte temperatuur inclusief temperatuurcorrectie	Celsius
$\theta_{e,comb}$	Buitentemperatuur inclusief zonstraling	Celsius

$$\sum Q_{c,ahu,req,mi} = \frac{Q_{AHU,in,air}}{\eta_{AHU}}$$

$Q_{AHU,in,air}$	Koudebehoefte voor de voorkoeling van ventilatielucht	kWh
η_{AHU}	Rendement luchtbehandelingskast	[-]

$$Q_{AHU,in,air} = (q_{sup,dis,in} \times (\rho \times c) \times t_{mi}) \times (\vartheta_{SUP,dis,in} - \vartheta_{SUP,RCA})$$

$q_{sup,dis,in}$	Hoeveelheid lucht dat de rekenzone in gaat	m ³ /h
ρ	Dichtheid lucht; 1.205	kg/m ³
c	Warmtecapaciteit lucht; 0.0000279	kWh/kgK

t_{mi}	Tijdsduur maand	h
$\vartheta_{SUP,dis,in}$	Temperatuur van de lucht die de kanalen in gaat	Celsius
$\vartheta_{SUP,RCA}$	Temperatuur die de kanalen verlaat	Celsius

$$\vartheta_{SUP,dis,in} = MIN(tabel; \theta_e + T_{du} + T_{hr} + T_{fan})$$

θ_e	Buitentemperatuur	h
T_{du}	Temperatuursprong door warmteverlies	K
T_{hr}	Temperatuursprong door WTW	K
T_{fan}	Temperatuurverhoging door ventilatoren; 1.5	K

$\vartheta_{SUP,dis,out}$ °C			$\Delta T_{SUP,du,ncin}$ K	$\Delta T_{SUP,du,ncin}$ K	$\Delta T_{SUP,du,ncin}$ K
Sportfunctie	Andere gebruiksfuncties	Maand	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
Januari	16	18	Januari	2,82	5,72
Februari	16	18	Februari	2,47	4,99
Maart	16	17,5	Maart	2,29	4,63
April	16	17,5	April	1,73	3,51
Mei	16	17	Mei	0,86	1,73
Juni	16	16,5	Juni	0,63	1,28
Juli	16	16,5	Juli	0,32	0,64
Augustus	16	16,5	Augustus	0,25	0,5
September	16	17	September	0,71	1,44
Oktober	16	17	Oktober	1,56	3,16
November	16	17,5	November	1,95	3,95
December	16	18	December	2,6	5,26

$$T_{hr} = (f_{prac} \times \eta_{hr} \times \eta_{bypass} - (f_{lea} - 1) - f_{ins}) \times (\vartheta_{ETA,dis,out} - \vartheta_{ODA,preh})$$

f_{prac}	Praktijkfactor; 0.9 W en 0.95 U	[-]
η_{hr}	Randement WTW installatie	[-]
η_{bypass}	Effect van bypass lucht; 0.0095	[-]
f_{lea}	Correctiefactor luchtlekken; 1.1	[-]
f_{ins}	Isolatiefactor; 0	[-]
$\vartheta_{ETA,dis,out}$	Setpoint binnentemperatuur koeling; 24	Celsius
$\vartheta_{ODA,preh}$	Gemiddelde buitentemperatuur van de maand	Celsius

WTW-systeem	η_{HR}
Geen warmteterugwinning	0,00
Koude laden met luchtbehandelingskast	0,40
Platen- of buizenwarmtewisselaar	0,65
Kruisstroomwarmtewisselaar	0,55
Twee-elementensysteem	0,60
Warmebuisapparaat (heat pipe)	0,60
Langzaam roterende of intermitterende warmtewisselaar	0,70
Enthalpiewisselaar	0,75
Tegenstroomwarmtewisselaar:	
Aluminium	0,75
Kunststof	0,80

$$\vartheta_{SUP,RCA} = \theta_{sup,hr} + T_{RCA}$$

$\theta_{sup,hr}$	Temperatuur toevoerlucht	Celsius
T_{RCA}	Temperatuursprong door recirculatie	Celsius

$$\theta_{sup,hr} = \theta_e + T_{preh} + T_{prec} + T_{hr}$$

θ_e	Gemiddelde buitentemperatuur	[-]
T_{preh}	Temperatuursprong door voorverwarming; 0	K
T_{prec}	Temperatuursprong dankzij grondbuis; 0	K
T_{hr}	Temperatuursprong door WTW	K

$$T_{RCA} = f_{circ} \times (\theta_e - \theta_{sup,hr})$$

f_{circ}	Verhouding lucht recirculerend t.o.v. buitenlucht	[-]
θ_e	Gemiddelde buitentemperatuur	Celsius
$\theta_{sup,hr}$	Temperatuur toevoerlucht	Celsius

$$Q_{c,dis,ls,mi} = -1 \times (0.001 \times \varphi \times (\theta_{in} - \theta_{out}) \times L \times t_c$$

φ	Gemiddelde buitentemperatuur	[-]
θ_{in}	Toevoertemperatuur koelsysteem (85% is het deel waar de leiding de temperatuur heeft van de toevoer, 15% is de buitentemperatuur)	Celsius
θ_{out}	Retourtemperatuur koelsysteem	Celsius
L	Leidinglengte opwekker tot distributie (85% is het deel waar de leiding de temperatuur heeft van de toevoer, 15% is de buitentemperatuur)	m
t_c	Tijd dat koeling nodig is	h

$$Q_{c,dis,ls,mi} = (1 - f_{c,dis}) \times W_{dis}$$

$f_{c,dis}$	Factor voor terugwinbare hulpenergie	[-]
W_{dis}	Hulpenergie voor distributiedeel	kWh

$$Q_{c,dhum,mi} = f_{dhum} \times Q_{nd}$$

f_{dhum}	Factor voor ontvochtiging	[-]
Q_{nd}	Energie nodig voor koeling	kWh

Maand	$f_{dhu;c}$ [-]			
	Ontwerp- temperatuur koudeafgifte- systeem ($\vartheta_{in}/\vartheta_{out}$) 6 °C tot 12 °C	Ontwerp- temperatuur koudeafgifte- systeem ($\vartheta_{in}/\vartheta_{out}$) 12 °C tot 16 °C	Ontwerp- temperatuur koudeafgifte- systeem ($\vartheta_{in}/\vartheta_{out}$) 12 °C tot 18 °C	Ontwerp- temperatuur koudeafgifte- systeem ($\vartheta_{in}/\vartheta_{out}$) 21 °C tot 17 °C
Januari	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	0,00	0,00	0,00	0,00
Maart	0,00	0,00	0,00	0,00
April	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	0,20	0,00	0,00	0,00
Juni	1,15	0,00	0,00	0,00
Juli	1,84	0,09	0,00	0,00
Augustus	2,15	0,43	0,02	0,00
September	1,91	0,00	0,00	0,00
Oktober	0,00	0,00	0,00	0,00
November	0,00	0,00	0,00	0,00
December	0,00	0,00	0,00	0,00

Het energieverbruik wordt vervolgens bepaald met de onderstaande formule, de hulpenergie zal hier verder worden uitgewerkt.

$$E_{c,mi} = \frac{Q_{c,dis,mi}}{EER} + W_{c,tot}$$

$$W_{c,tot} = W_{gen} + W_{dis} + W_{em}$$

$$W_{gen} = W_{hr,el,in} + W_{distr,hr} + W_{ctrl,el}$$

$W_{hr,el,in}$ Elektrische hulpenergie van het condensorafgiftesysteem kWh

$W_{distr,hr}$ Elektrische hulpenergie voor het distributiedeel van de condensor kWh

$W_{ctrl,el}$ Hulpenergie voor de regeling [-]

$$W_{dis} = P_{hydr} \times \beta_{dis} \times t_{mi} \times f_{corr}$$

P_{hydr} Hydraulisch vermogen distributiepomp; 0.1 kW

β_{dis} Deellast van het distributiesysteem [-]

t_{mi} Tijdsduur van de betreffende maand h

f_{corr} Correctiefactor ontwerpomstandigheden [-]

$$W_{em} = \frac{P_{fan} \times n_{fan} \times t_c}{1000}$$

P_{fan} Vermogen van ventilatoren in het koudeafgiftesysteem; 10 W

n_{fan} Aantal ventilatoren in het koudeafgiftesysteem [-]

t_c Tijd dat gekoeld wordt h

IV. Complete energieberekeningen – Tapwater

NEN 7120:

De totale warmtelevering wordt bepaald door de onderstaande factoren. Deze formule is de basis en wordt hier verder uitgewerkt.

$$E_{w,mi} = \frac{\left(\frac{Q_{w,nd,mi}}{\eta_{w,em}} - Q_{w,rcd,mi} \right)}{\eta_{w,dis}} + W_{w,tot,mi}$$

$$\eta_{w,em} = \frac{1}{\left(\frac{c_b}{\eta_b} + \frac{c_k}{\eta_k} \right)}$$

c_b	Aandeel badruimte; 0.2	[-]
η_b	Rendement afgifte badruimte	[-]
c_k	Aandeel keuken(s); 0.8	[-]
η_k	Rendement afgifte keuken	[-]

Lengte uittapleiding l_k m	Van 0 tot 2	Van 2 tot 4	Van 4 tot 6	Van 6 tot 8	Van 8 tot 10	Van 10 tot 12	Van 12 tot 14	14 of meer
Voor een leiding waarbij over ten minste twee derde van de lengte de inwendige middellijn d_n niet groter is dan 8 mm ^a : η_{Wemk}	1,00	0,86	0,75	0,67	0,60	0,55	0,50	0,46
Voor een leiding waarbij over ten minste twee derde van de lengte de inwendige middellijn d_n niet groter is dan 10 mm ^a : η_{Wemk}	1,00	0,79	0,65	0,55	0,48	0,43	0,38	0,35
Overig ^c : η_{Wemk}	1,00	0,69	0,53	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24
Lengte uittapleiding l_b m	Van 0 tot 2	Van 2 tot 4	Van 4 tot 6	Van 6 tot 8	Van 8 tot 10	Van 10 tot 12	Van 12 tot 14	14 of meer
η_{Wemb}	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78	0,75	0,72

$$Q_{w,rcd,mi} = C_{nd,sh} \times Q_{nd,w} \times \eta_{sh,rod} \times C_{sh,rod} \times C_{sh,rod,conf}$$

$C_{nd,sh}$	Aandeel douchewaterverbruik t.o.v. warmtebehoefte	[-]
$Q_{nd,w}$	Totale warmtebehoefte	kWh
$\eta_{sh,rcd}$	Thermisch rendement DWTW	[-]
$C_{sh,rcd}$	Correctiefactor thermisch rendement	[-]
$C_{sh,rod,conf}$	Correctiefactor aansluiting DWTW	[-]

$$\eta_{w,dis} = \eta_{w,int+ext} \times \eta_{w,conv} \times \eta_{w,distant}$$

$\eta_{w,int+ext}$	Interne en externe distributierendement	[-]
$\eta_{w,conv}$	Conversierendement	[-]
$\eta_{w,distant}$	Rendement van levering buiten het perceel	[-]

$$\eta_{w,gen} = ' \text{zie tabel}'$$

Huishoudelijke warmtepompen en elektroboilers:					
— elektroboiler		0,75			
— elektrische warmtepomp met ventilatieretourlucht als bron		1,4 ^a			
— elektrische warmtepomp met ventilatieretourlucht als bron ^c		$C_{W,gen} \times 2,2$ ^a			
— combiwarmtepomp met andere bron dan ventilatieretourlucht		1,4 $\times$ C_{source} ^b			
$C_{W,gen}$		$Q_{W,dis;nren;an}$			
		MJ			
Rendement gemeten volgens klasse	≤ 6 500	9 000	11 500	≥ 14 000	
Klasse 1 (CW-1 ⁺)	1	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Klasse 2 (CW-2)	0,60	1	n.v.t.	n.v.t.	
Klasse 3 (CW-3)	0,49	0,81	1	n.v.t.	
Klasse 4 (CW-4/5/6)	0.45	0.75	0.92	1	

Het energieverbruik wordt vervolgens bepaald met de onderstaande formule, de hulpenergie zal hier verder worden uitgewerkt.

$$W_{w,tot,mi} = W_{w,ngen} + W_{w,gen}$$

$$W_{w,ngen} = W_{aux,p} \times t_{mi} / 3156 + W_{aux,th}$$

$W_{aux,p}$	Hulpenergie distributiesysteem voor circulatiepompen	MJ
t_{mi}	Tijdsduur maand	Ms
$W_{aux,th}$	Hulpenergie verwarmingslint	MJ

$$W_{w,gen} = \frac{\sum P_{gen;v;spec;sp;dis}}{1000} \times t_{mi} \times P_w$$

$P_{gen;v;spec;sp;dis}$	Som vermogen gaskleppen, bronpompen, ventilatoren, oplossingspomp	W/kW
t_{mi}	Tijdsduur maand	Ms
P_w	Standby hulpenergieverbruik	W

NTA 8800:

De totale warmtelevering wordt bepaald door de onderstaande factoren. Deze formule is de basis en wordt hier verder uitgewerkt.

$$E_{w,mi} = \frac{\left(\frac{Q_{w,nd,mi}}{\eta_{w,em}} - Q_{w,rcd,mi} \right)}{\eta_{w,dis}} + Q_{w,sto,mi} + Q_{w,dis,conv,mi} + W_{w,tot,mi}$$

$$\eta_{w,em} = \frac{1}{\left(\frac{c_b}{\eta_b} + \frac{c_k}{\eta_k}\right)}$$

c_b	Aandeel badruimte; 0.2	[-]
η_b	Rendement afgifte badruimte	[-]
c_k	Aandeel keuken(s); 0.8	[-]
η_k	Rendement afgifte keuken	[-]

Lengte uittapleiding l_k m	Van 0 tot 2	Van 2 tot 4	Van 4 tot 6	Van 6 tot 8	Van 8 tot 10	Van 10 tot 12	Van 12 tot 14	14 of meer
Voor een leiding waarbij over ten minste twee derde van de lengte de inwendige middellijn d_{in} niet groter is dan 8 mm ^a : η_{Wemk}	1,00	0,86	0,75	0,67	0,60	0,55	0,50	0,46
Voor een leiding waarbij over ten minste twee derde van de lengte de inwendige middellijn d_{in} niet groter is dan 10 mm ^c : η_{Wemk}	1,00	0,79	0,65	0,55	0,48	0,43	0,38	0,35
Overig ^c : η_{Wemk}	1,00	0,69	0,53	0,43	0,36	0,31	0,27	0,24
Lengte uittapleiding l_b m	Van 0 tot 2	Van 2 tot 4	Van 4 tot 6	Van 6 tot 8	Van 8 tot 10	Van 10 tot 12	Van 12 tot 14	14 of meer
η_{Wemb}	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78	0,75	0,72

$$Q_{w,rcd,mi} = C_{nd,sh} \times Q_{nd,w} \times \eta_{sh,rod} \times C_{sh,rod} \times C_{sh,rod,conf} \times f_{prac}$$

$C_{nd,sh}$	Aandeel douchewaterverbruik t.o.v. warmtebehoefte	[-]
$Q_{nd,w}$	Totale warmtebehoefte tapwater	kWh
$\eta_{sh,rcd}$	Thermisch rendement DWTW	[-]
$C_{sh,rcd}$	Correctiefactor thermisch rendement	[-]
$C_{sh,rod,conf}$	Correctiefactor aansluiting DWTW	[-]
f_{prac}	Praktijkprestatiefactor	[-]

$$\eta_{w,dis} = \frac{Q_{em}}{Q_{em} + Q_{dis,ls} - Q_{dis,rvd}}$$

Q_{em}	Hoeveelheid energie aangeleverd aan het afgiftesysteem	kWh
$Q_{dis,ls}$	Warmteverliezen distributiesysteem	kWh
$Q_{dis,rvd}$	Teruggewonnen warmteverliezen distributiedeel	kWh

$$Q_{dis,ls} = \frac{t_{w,circ}}{1000} \times \varphi \times (\theta_{mean} - \theta_{amb}) \times (L + L_{equi})$$

$t_{w,circ}$	Tijd dat het systeem circulerend werkt	kWh
φ	Warmtedoorgangscoefficiënt	[-]
θ_{mean}	Temperatuur tapwater	Celsius
θ_{amb}	Temperatuur omgeving	Celsius
L	Leiding lengte	m
L_{equi}	Leiding lengte gebruikt door kleppen en koppelstukken	m

$$Q_{w,sto,mi} = 0$$

Er wordt namelijk geen gebruik gemaakt van een opslagvat wanneer een warmtepomp wordt ingezet als verwarmingsmiddel.

$$Q_{w,dis,conv,mi} = P_{conv} \times \frac{t_{mi}}{1000}$$

P_{conv}	Standby verliezen; 70	W
t_{mi}	Tijdsduur maand	h

Het energieverbruik wordt vervolgens bepaald met de onderstaande formule, de hulpenergie zal hier verder worden uitgewerkt.

$$W_{w,tot,mi} = W_{w,n,gen} + W_{w,sto} + W_{w,gen}$$

$$W_{w,n,gen} = W_{dis,aux} + W_{dis,rib} + W_{conv}$$

$W_{dis,aux}$	Hulpenergie distributiesysteem	kWh
$W_{dis,rib}$	Hulpenergie verwarmingslint	kWh
W_{conv}	Hulpenergie individuele afleverset	kWh

$$W_{w,sto} = 0$$

Er wordt namelijk geen gebruik gemaakt van een opslagvat wanneer een warmtepomp wordt ingezet als verwarmingsmiddel.

$$W_{w,gen} = \frac{\sum P_{gen;v;spec;sp;dis}}{1000} \times t_{mi} \times P_w \times 1.1$$

$P_{gen;v;spec;sp;dis}$	Som vermogen gaskleppen, bronpompen, ventilatoren, oplossingspomp	W/kW
t_{mi}	Tijdsduur maand	Ms
P_w	Stand-by hulpenergieverbruik	W

V. Complete invoer gebouwsimulatie

Verwarming case 1: Woning

Type

Naam:

Systeem:

Locatie opwekker:

☒ Hoofdoopwekker (preferent)

Type:

☐ Modulerende vermogensregeling

Vermogen

Thermisch vermogen: kW

Rendement Gebouwsimulatie:

Aanvoertemperatuur: °C

Nominale brontemperatuur: °C

Nominale aanvoertemperatuur: °C

Nominaal rendement: -

☐ Afwijkend rendement

Warmtepomp

☒ Voldoet aan minimale COP-waarde

Type:

Bron:

Omschrijving

Naam:

Omschrijving:

Visualisatie:

Type

Systeem:

Opwekking:

☐ Ander transportmiddel dan water (zoals koelmiddel)

☒ Buffervat buiten de verwarmde ruimte aanwezig

Wijze van regelen:

Temperaturen

Temperatuur:

Temperaturen:

Dagbedrijf: °C Nachtbedrijf: °C

Circulatiesysteem

☐ Aanvullende circulatiepompen aanwezig

☒ Pomp(en) met (pompschakeling of) toerenregeling

Leidinggegevens circulatiesysteem

☒ Leidingen zijn, in onverwarmde ruimten en/of door kruipruimte, geïsoleerd

Plaatsing leiding:

Ventilatiesysteem: **System C**

Ventilatieregeling: **C2b**

Toevoer

☐ Mechanische toevoer

Toevoerroosters:

Regeling:

Voer

☒ Mechanische voer

☐ Decentrale voer (Systeem C; variant)

Afvoerventilator(en)

Aantal ventilatoren: -

Nominaal vermogen: W

Opwarming: K

Ventilatorgegevens algemeen

Aandrijving:

Regeling:

Regeling

Mechanische regeling:

☒ Voorwaardelijke nachtkoeling

Type:

Regeling:

AAN als binnenluchttemperatuur > °C

En buitenluchttemperatuur > °C

En verschil tussen binnen- en buitenlucht > K

UIT als binnenluchttemperatuur < °C

VLA-methode

☐ Gelijkaardigheid ventilatie

Naam	Rc [m ² ·K/W]	Uglas [W/(m ² ·K)]
Dak - Hellend, sa	6.00	-
Dak - Plat, beton	6.00	-
Dak - Plat, beton	9.00	-
Deur - Binnen, 40	0.24	-
Deur - Buiten, 70	0.41	-
Paneel	1.55	-
Paneel (Rc=1,5)	1.55	-
Paneel (Rc=4,5)	4.51	-
Raam - Hout, Du	-	3.20
Raam - Hout, Du	-	3.20
Raam - Hout, HR	-	1.10
Raam - Hout, HR	-	1.10
Vloer - Begane gr	3.51	-
Vloer - Begane gr	9.00	-
Vloer - Tussen, b	0.14	-
Wand - Binnen, k	0.10	-
Wand - Buiten, tr	4.52	-
Wand - Buiten, tr	9.00	-

IWP Personen

Technische gegevens

Personen: 2.000 Personen

Zomerkleding: Licht zomerpak 0.5 CLO

Winterkleding: Winterpak voor binnen 1.0 CLO

Activiteit: Zittend bureauwerk 1.24 MET

IWP Apparaten

Vermogen: 8.0 W/m²

Voelbaar: Standaard 1.00

Waarvan convectief: Standaard 0.50

IWP Verlichting

Technische gegevens

Vermogen: 3.0 W/m²

☐ Aanwezigheidsdetectie

☐ Verlicht plafond

☒ Afzuiging van armatuur

Type: Via plenum

Hoeveelheid: Debiet 30 m³/(uur·100 Watt)

Regeling: Daglicht regeling

Daglichtregeling: Aan en uit

Intensiteit "aan": 600 lux

Intensiteit "uit": 1200 lux

Luchtbehandeling: C Ventilatiesysteem: **Systeem C**

Regeling

☒ Individuele regeling

☒ Individuele bemetering

Regeling op: Comfort temperatuur

Bedrijfsuren: Tijdschema installatie 8-18 uur

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Maandag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Dinsdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Woensdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Donderdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Vrijdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Zaterdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Zondag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Feestdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Vakantiedag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Bedrijfswijze: Dagbedrijf Nachtbedrijf Uit

Gemiddelde: 100%

Voor koellast wordt alleen de eerste dag van de week meegenomen (24 uur)

Afgifte-apparaten

☒ Koeling aanwezig (koellast)

Warme - Radiator

Type

Naam: Warmte - Radiator

Systeem: Warmte

Type: Radiator

Plaatsing: Voor binnenwand of binnenraam

Temperatuur: LT (Lage temperatuur)

☐ Ventilatorgedreven

Verwarmingsvermogen

Vermogen: Ongelimiteerd

☐ Afwijkend rendement

Setpoints

Verwarmen: Overnemen van ruimte-eisen

Distributienetten

Distributienet W: Warmwaternet LT

Verwarming case 2: Utiliteit

Configuratie

Opwekkingsconfiguratie:

Rekenmethode hulpenergie:

Opwekkers

Warmte & Tapwater - Combiwarmtepomp
Koude - Compressiekoelmachine

Type

Naam:

Systeem:

Locatie opwekker:

☒ Hoofdopwekker (preferent)

Type:

☒ Modulerende vermogensregeling

Ondergrens modulatie:

Toepassingsklasse:

Vermogen

Thermisch vermogen: kW

Rendement Gebouwsimulatie:

Aanvoertemperatuur: °C

Nominale brontemperatuur: °C

Nominale aanvoertemperatuur: °C

Referentiebrontemperatuur: °C

Nominaal rendement:

☐ Afwijkend rendement

Warmtepomp

☒ Voldoet aan minimale COP-waarde

Type:

☐ Samengestelde warmtepomp

Bron:

Omschrijving

Naam:

Omschrijving:

Visualisatie:

Type

Systeem:

Opwekking:

☒ Ander transportmiddel dan water (zoals koelmiddel)

☐ Buffervat buiten de verwarmde ruimte aanwezig

Wijze van regelen:

Temperaturen

Temperatuur:

Temperaturen:

Dagbedrijf: °C Nachtdagbedrijf: °C

Circulatiesysteem

☒ Aanvullende circulatiepompen aanwezig

☒ Pomp(en) met (pompschakeling of) toerenregeling

Leidinggegevens circulatiesysteem

☒ Leidingen zijn, in onverwarmde ruimten en/of door kruipruimte, geïsoleerd

Plaatsing leiding:

Ventilatiesysteem: System D

Ventilatieregeling: **D4a**

Toevoer

☒ Mechanische toevoer

Toevoerventilator(en): K

Afvoer

☒ Mechanische afvoer

Afvoerventilator(en): K

Ventilatorgegevens algemeen

Verwarmingsbatterij

☒ Verwarmingsbatterij aanwezig

Thermisch vermogen:

Distributienet:

Verdampingskoeling (Adiabatische koeling)

☐ Verdampingskoeling aanwezig

Recirculatie (mengsectie)

☒ Recirculatie aanwezig

Minimum buitenlucht: %

Als buitenlucht < °C

Warmterugwinning (WTW)

☒ WTW aanwezig

☐ Decentrale WTW

Type:

☐ Afwijkend thermisch rendement:

Vorstbeveiliging:

Temperatuur na terugwinning: °C

☐ Afwijkende correctiefactor:

Lengte toevoerkanaal buiten en WTW: m

☒ Toevoerkanaal geïsoleerd

☐ Constant-volumeregeling WTW

☐ De ventilatordissipatie is opgenomen in het rendement van de WTW

Bypass EPG:

Bypass GS:

Regeling

Mechanische regeling:

☐ Ventilatie in nachtstand tijdens opwarmen gebouw

☐ Voorwaardelijke nachtverwarming

☒ Voorwaardelijke nachtcooling

Type:

Regeling:

AAN als binnenluchttemperatuur > °C

En buitenluchttemperatuur > °C

En verschil tussen binnen- en buitenlucht > K

UIT als binnenluchttemperatuur < °C

Luchtdistributie

☒ Luchtkanalen aanwezig

☐ Luchtkanalen in pandig of binnen gebouw

☐ Geïsoleerde luchtkanalen

Luchtdichtheidsklasse:

Plaatsing inblaas:

Temperaturen:

Dagbedrijf:

Nachtbedrijf:

T (buiten) [°C]	T (lucht) [°C]	T (buiten) [°C]	T (lucht) [°C]
10.0	20.0	-10.0	18.0
18.0	18.0		
28.0	18.0		
40.0	30.0		

Visualisatie

40
30
20
10
0

-10 0 10 20 30

Naam	Rc [m²·K/W]	Uglas [W/(m²·K)]
Dak - Hellend, sa	6.00	-
Dak - Plat, beton	6.01	-
Deur - Binnen, 40	0.24	-
Deur - Buiten, 70	0.41	-
Paneel	1.55	-
Raam - Hout, Du	-	3.20
Raam - Hout, SG	-	1.10
Vloer - Begane gr	3.51	-
Vloer - Tussen, b	0.42	-
Wand - Binnen, s	1.42	-
Wand - Buiten, H	4.50	-

IWP Personen

Technische gegevens

Personen: 0.100 Personen/m²

Zomerkleding: RGD kantoren/ISSO 32 0.7 CLO

Winterkleding: RGD kantoren/ISSO 32 0.9 CLO

Activiteit: RGD kantoren/ISSO 32 1.20 MET

IWP Apparaten

Technische gegevens

Vermogen: 15.0 W/m²

Voelbaar: Eigen waarde 1.00

Waarvan convectief: Eigen waarde 0.90

IWP Verlichting

Technische gegevens

Vermogen: 8.0 W/m²

☒ Aanwezigheidsdetectie

☐ Verlicht plafond

☒ Afzuiging van armatuur

Type: Via plenum

Hoeveelheid: Debiet 20 m³/(uur·100 Watt)

Regeling: Veegpuls en daglicht

Daglichtregeling: Aan en uit

Intensiteit "aan": 600 lux

Intensiteit "uit": 1200 lux

Luchtbehandeling: LBK Ventilatiesysteem: **Systeem D**

Regeling

☒ Individuele regeling

☒ Individuele bemetering

Regeling op: Comfort temperatuur

Bedrijfsuren: 5d,6-18 met nachtbedrijf

Maandag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Dinsdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Woensdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Donderdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Vrijdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Zaterdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Zondag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Feestdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Vakantiedag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Bedrijfswijze: Dagbedrijf Nachtbedrijf Uit

Gemiddelde: 100%

Voor koellast wordt alleen de eerste dag van de week meegenomen (24 uur)

Afgegeven apparaten

☒ Koeling aanwezig (koellast)

Warmte & Koude (4-pijps) - 4-pij

Type

Naam: Warmte & Koude (4-pijps) - 4-pijps inductieunit

Systeem: Warmte & Koude (4-pijps)

Type: 4-pijps inductieunit

Temperatuur: LT (Lage temperatuur)

Verwarmingsvermogen

Vermogen: Ongelimiteerd

☐ Afwijkend rendement

Koelvermogen

Vermogen: Ongelimiteerd

Setpoints

Verwarmen: Eigen waarden 20.0 °C 20.0 °C

Koelen: Eigen waarden 22.0 °C 22.0 °C

Koeling case 1: Woning

Configuratie

Opwekkingsconfiguratie:

Rekenmethode hulpenergie:

Opwekkers

Warme & Tapwater - Conbiwarmtepomp

Koude - Compressiekoelmachine

Type

Naam:

Systeem:

☒ Hoofdopwekker (preferent)

Type:

Energiedrager:

Bron:

Specificaties:

Compressor:

☐ Pomp(en) / ventilator(en) met toerenregeling

Asvermogen: kW

Vermogen

Thermisch vermogen: kW

Rendement Gebouwsimulatie:

Nominale brontemperatuur: °C

Nominale aanvoertemperatuur: °C

Nominaal rendement:

☐ Afwijkend rendement

Type

Systeem:

Opwekking:

☐ Ander transportmiddel dan water (zoals koelmiddel)

☐ Buffervat buiten de verwarmde ruimte aanwezig

Wijze van regelen:

Temperaturen

Temperatuur:

Temperaturen:

Dagbedrijf: °C Nachtbedrijf: °C

Circulatiesysteem

☐ Pomp(en) met (pompschakeling of) toerenregeling

Leidinggegevens circulatiesysteem

☒ Leidingen zijn, in onverwarmde ruimten en/of door kruipruimte, geïsoleerd

Plaatsing leiding:

Ventilatiesysteem: **Systeem C**

Ventilatieregeling: **C1**

Toevoer

☐ Mechanische toevoer

Toevoerroosters:

Regeling:

Ventilatorgegevens algemeen

Aandrijving:

Regeling:

Regeling

Mechanische regeling:

☐ Voorwaardelijke nachtcooling

Afvoer

☒ Mechanische afvoer

☐ Decentrale afvoer (Systeem C; variant)

Afvoerventilator(en)

Opwarming: K

VLA-methodiek

☐ Gelijkwaardigheid ventilatie

Dak - Hellend, sa	3.51	-
Dak - Hellend, sa	5.00	-
Dak - Hellend, sa	7.00	-
Dak - Plat, beton	3.52	-
Dak - Plat, beton	5.00	-
Dak - Plat, beton	6.00	-
Deur - Binnen, 40	0.24	-
Deur - Buiten, 70	0.41	-
Paneel (Rc=1,5)	1.55	-
Raam - Hout, Du	-	3.20
Raam - Hout, Enk	-	5.37
Raam - Hout, HR	-	1.10
Raam - Hout, HR	-	0.80
Vloer - Begane gr	3.51	-
Vloer - Begane gr	4.00	-
Vloer - Begane gr	5.00	-
Vloer - Tussen, b	0.14	-
Wand - Binnen, k	0.10	-
Wand - Buiten, tr	2.51	-
Wand - Buiten, tr	3.51	-
Wand - Buiten, tr	5.00	-

IWP Personen

Technische gegevens

Personen:
 Zomerkleding: CLO
 Winterkleding: CLO
 Activiteit: MET
 Voelbaar: -

IWP Apparaten

Technische gegevens

Vermogen:
 Voelbaar:
 Waarvan convectief:

IWP Verlichting

Technische gegevens

Vermogen:
☐ Aanwezigheidsdetectie
☐ Verlicht plafond
☐ Afzuiging van armatuur
 Positie:
 Regeling:

Ventilatievoorzieningen

Luchtbehandeling: Ventilatiesysteem: **Systeem C**

Regeling

- ☒ Individuele regeling
- ☒ Individuele bemetering

Regeling op:

Bedrijfsuren:

Maandag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Dinsdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Woensdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Donderdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Vrijdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Zaterdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Zondag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Feestdag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Vakantiedag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Bedrijfswijze:

Gemiddelde: 100%

Voor koellast wordt alleen de eerste dag van de week meegenomen (24 uur)

Afgifte-apparaten

- ☒ Koeling aanwezig (koellast)

+ -
 Warmte - Vloerverwarming
 Koude - 2-pijps fancoilunit

Type
 Naam:
 Systeem:
 Type:
 Temperatuur:

Koelvermogen

Vermogen:

Setpoints

Koelen:

Distributenetten

Distributienet K:

Koeling case 2: Utiliteit

Opwekkingsconfiguratie: Individueel systeem

Rekenmethode hulpenergie: Forfaitair

Opwekkers

+

+

-

Warmte - Warmtepomp

Koude - Compressiekoelmachine

Tapwater - Elektrische boiler

Type

Naam: Koude - Compressiekoelmachine

Systeem: Koude

☒ Hooftopwekker (preferent)

Type: Compressiekoelmachine

Energiedrager: Elektriciteit

Bron: Bodem

Specificaties: Zonder verdere specificaties

Compressor: Zuigercompressor aan/uit

☐ Pomp(en) / ventilator(en) met toerenregeling

Asvermogen: 0.400 kW

Vermogen

Thermisch vermogen: Waarde opgeven 78.9 kW

Rendement Gebouwsimulatie: Deelastrendement

Nominale brontemperatuur: 35.0 °C

Nominale aanvoertemperatuur: 12.0 °C

Referentiebrontemperatuur: 35.0 °C

Nominaal rendement: 2.720 -

☐ Afwijkend rendement

Type

Systeem: Koude

Opwekking: opwekkers

☐ Ander transportmiddel dan water (zoals koelmiddel)

☐ Buffervat buiten de verwarmde ruimte aanwezig

Wijze van regelen: Per ruimte

Temperaturen

Temperatuur: LT (Lage temperatuur)

Temperaturen: Standaard

Dagbedrijf: 6.0 °C

Nachtbedrijf: 6.0 °C

Circulatiesysteem

☐ Pomp(en) met (pompschakeling of) toerenregeling

Leidinggegevens circulatiesysteem

☒ Leidingen zijn, in onverwarmde ruimten en/of door kruipruimte, geïsoleerd

Plaatsing leiding: Geïsoleerde verdeler

Ventilatiesysteem: **System D**

Ventilatieregeling: **D4b**

Toevoer

☒ Mechanische toevoer

Toevoerventilator(en):

Opwarming: Eigen waarde 1.0 K

Afvoer

☒ Mechanische afvoer

Afvoerventilator(en):

Opwarming: Eigen waarde 1.0 K

Ventilatorgegevens algemeen

VLA-methode: VLA-methode

Verwarmingsbatterij

☒ Verwarmingsbatterij aanwezig

Thermisch vermogen: Ongelimeerd

Distributienet: Verwarmen - hoge temperatuur

Koelbatterij

☒ Koelbatterij aanwezig

Thermisch vermogen: Ongelimeerd

Distributienet: Koelen - lage temperatuur

Warmteterugwinning (WTW)

☒ WTW aanwezig

☐ Decentrale WTW

Type: Tegenstroomwarmtewisselaar kun

☐ Afwijkend thermisch rendement: 0.800 -

Vorstbeveiliging: Voorverwarming buitenlucht

Temperatuur na terugwinning: 16.0 °C

☐ Afwijkende correctiefactor:

Lengte toevoerkanaal buiten en WTW: 3.00 m

☒ Toevoerkanaal geïsoleerd
 ☐ Constant-volumeregeling WTW

☒ De ventilatordissipatie is opgenomen in het rendement van de WTW

Bypass EPG: Volledige bypass

Bypass GS: Inblaastemperatuur geregelde bypass

Verdampingskoeling (Adiabatische koeling)

☐ Verdampingskoeling aanwezig

Recirculatie (mengsectie)

☒ Recirculatie aanwezig

Minimum buitenlucht: 40 %

Als buitenlucht < 10.0 °C

Bevochtiging

☒ Bevochtiging aanwezig

Setpoint RV: 30 %

Type: Stoom elektrisch

Ontvochtiging

☒ Ontvochtiging aanwezig

Setpoint RV: 70 %

Regeling

Mechanische regeling: Tijdsturing met twee of meer zones

☒ Ventilatie in nachtstand tijdens opwarmen gebouw

Voorwaardelijke nachtverwarming

☐ Voorwaardelijke nachtkoeling

Type: Met buitenlucht

Regeling: Standaard

AAN als binnenluchttemperatuur > 23.0 °C

En buitenluchttemperatuur > 5.0 °C

En verschil tussen binnen- en buitenlucht > 5.0 K

UIT als binnenluchttemperatuur < 18.0 °C

Luchtdistributie

☒ Luchtkanalen aanwezig

☒ Luchtkanalen in pandig of binnen gebouw

☒ Geïsoleerde luchtkanalen

Luchtdichtheidsklasse: Klasse B

Plaatsing inblaas: Centrale inblaas

Temperaturen: Stooklijn buitenlucht

Dagbedrijf:

+

-

T (buiten) [°C]

T (lucht) [°C]

0.0

21.0

13.0

16.0

Nachtbedrijf:

+

-

T (buiten) [°C]

T (lucht) [°C]

0.0

21.0

13.0

16.0

40

30

20

10

0

40

30

20

10

0

Lars Verkade | 140955 / 1
SCRIPTIE VERGELIJKING NTA 8800

Dak - Hellend, sa	3.51	-
Dak - Plat, beton	3.50	-
Deur - Binnen, 40	0.24	-
Deur - Buiten, 70	0.41	-
Paneel (Rc=1,5)	1.55	-
Raam - Hout, Du	-	3.20
Raam - Hout, HR	-	1.10
Raam - Hout, SG	-	1.10
Vloer - Begane gr	4.00	-
Vloer - Tussen, b	0.42	-
Wand - Binnen, s	1.42	-
Wand - Buiten, H	3.53	-

IWP Personen

Technische gegevens

Personen: 0.083 Personen/m²

Zomerkleding: RGD kantoren/ISSO 32 0.7 CLO

Winterkleding: RGD kantoren/ISSO 32 0.9 CLO

Activiteit: RGD kantoren/ISSO 32 1.20 MET

IWP Apparaten

Technische gegevens

Vermogen: 200.0 W

Voelbaar: Standaard 1.00

Waarvan convectief: Standaard 0.50

IWP Verlichting

Technische gegevens

Vermogen: 11.5 W/m²

☐ Aanwezigheidsdetectie

☐ Verlicht plafond

☐ Afzuiging van armatuur

Positie: Inbouw

Regeling: Ruimte

Luchtbehandeling: D LBK WTW en batterijen | Vorstbeveiliging vo

Ventilatiesysteem: **Systeem D**

Regeling

☐ Individuele regeling

☐ Individuele bemetering

Regeling op: Comfort temperatuur

Bedrijfsuren: 9d 00-24

Maandag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Dinsdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Woensdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Donderdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Vrijdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Zaterdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Zondag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Feestdag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Vakantiedag 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Bedrijfswijze: Dagbedrijf Nachtbedrijf Uit

Gemiddelde: 100%

Voor koellast wordt alleen de eerste dag van de week meegenomen (24 uur)

Afgifte-apparaten

☒ Koeling aanwezig (koellast)

+ + -

Warmte & Koude (4-pijps) - 4-pij

Type

Naam: Warmte & Koude (4-pijps) - 4-pijps inductieunit

Systeem: Warmte & Koude (4-pijps)

Type: 4-pijps inductieunit

Temperatuur: LT (Lage temperatuur)

Verwarmingsvermogen

Vermogen: Ongelimeerd

☐ Afwijkend rendement

Koelvermogen

Vermogen: Ongelimeerd

Setpoints

Verwarmen: Overnemen van ruimte-eisen

Koelen: Overnemen van ruimte-eisen

VI. Voorbeeldberekening – Verwarming

In deze voorbeeldberekening wordt getoond hoe de NEN7120 en NTA8800 worden vergeleken bij een buitentemperatuur van 1 graden in case 1.

Bepaling warmtebehoefte van het pand:

De data uit gebouwsimulatie wordt als volgt geleverd in Excel:

Datum, en uur	Warmtelevering (W)	Buitentemperatuur (C)	Deellastrendement
...	...	...	...
2/23/1906 19:00	1176.162	0.3001	2.1733
2/23/1906 20:00	1567.461	-1.4999	1.9333
2/23/1906 21:00	1727.199	-1.9999	1.8667
...	...	..	...

Dit is een klein deel uit de reeks, volledige reeks is 8760 uur lang (1jaar), het jaartal is altijd 1906 en is onafhankelijk van het klimaatjaar.

Door de volledige reeks warmtelevering op te tellen in Excel en vervolgens door 1000 te delen wordt het totaal geleverde kWh berekend. Dit vervolgens vermenigvuldigen met 3.6 geeft de warmtebehoefte in MJ.

In case 1:

Totale warmtelevering: =SUM(Warmtelevering (W)) --> 4491032 Wh

4491032/1000 --> 4491 kWh

4491*3.6 --> 16167.72 MJ

De warmtevraag van case 1 is 16168 MJ

Warmtelevering bij 1 graden

NEN7120:

Welke f_H en $t_{H,hp}$ gebruikt wordt, bepaald door de warmtevraag, type pand en de oppervlakte.

Case 1 betreft een woning van 57m².

$Q_{nd} / A_g = 16167.72 / 57 = 283.64 \text{ MJ/m}^2$ --> De kolom WHE wordt gebruikt, een hoog energiegebruik woning.

Vervolgens wordt het verwarmingsvermogen bepaald:

$$P_{H,hp,\theta i} = \frac{\sum_{mi} Q_{H,nd,mi} \cdot f_H}{1000}$$

$Q_{H,nd} = 16167.72 \text{ MJ}$

$F_H = 0.0798$ (bijlage II, kolom WHE, bij 1 graden)

$P_{H,hp} = 1.290184 \text{ kW}$

Warmtelevering = $P \cdot t_{H,hp} = 1.290184 \cdot 216 = 278.6797 \text{ kWh}$

Gebouwsimulatie:

De data wordt gesorteerd per temperatuur met de volgende functie in Excel (temperatuur 1):

=SUMIFS(Warmtelevering (W),Buitentemperatuur (C), ">=0.5",Buitentemperatuur (C), "<1.5")

Dit resulteert in een warmtelevering van 425.6568 kWh.

NTA8800:

Welke f_H en $t_{H, hp}$ gebruikt wordt, bepaald door de warmtevraag, type pand en de oppervlakte.

Test case 1 betreft een woning van 57m².

$Q_{nd} / A_g = 16167.72 / 57 = 283.64 \text{ MJ/m}^2$ --> De kolom WHE word gebruikt, een hoog energiegebruik woning.

Vervolgens wordt het verwarmingsvermogen bepaald:

$$P_{H, hp, \theta i} = \frac{\sum_{mi} Q_{H, nd, mi} \cdot f_H}{1000}$$

$Q_{H, nd} = 16167.72 \text{ MJ}$

$F_H = 0.0802$ (bijlage II, kolom WHE, bij 1 graden)

$P_{H, hp} = 1.297 \text{ kW}$

Warmtelevering = $P \cdot t_{H, hp} = 1.297 \cdot 301 = 390.2919 \text{ kWh}$

Elektriciteit nodig

Gebouwsimulatie:

Het rendement van de warmtepomp bij 1 graden word bepaald met de volgende Excel formule:

=SUMIFS(Daellastrendement, buitentemperatuur (C), ">=0.5", buitentemperatuur (C), "<1.5")

=640 COPh

Deze COPh delen door het aantal uur dat 1 graden voorkomt en verwarmt word geeft de COP bij 1 graden.

$640 / \text{=COUNTIFS(buitentemperatuur (C), ">=0.5", buitentemperatuur (C), "<1.5", warmtelevering (W), ">0")}$

= 2.176826531 COP

Elektriciteit nodig is nu eenvoudig te berekenen door warmtelevering te delen door COP:

$425.6568 / 2.177 = 205.8316 \text{ kWh}$

NEN 7120:

Het gemiddelde COP van iedere temperatuur wordt eerst bepaald door het gemiddelde van de COP per temperatuur te berekenen. Dit wordt gedaan door Excel, de gemiddelde COP bij testcase 1 is 2.189118912.

In de NEN 7120 wordt gewerkt met de standaard praktijkfactor van 0.95, de COP bij 1 graden is dus:

$2.189118912 \cdot 0.95 = 2.079663.$

Elektriciteit nodig is dan: $278.6797 / 2.08 = 134.0023 \text{ kWh}$

NTA 8800:

De gemiddelde COP wordt ook met een praktijkfactor vermenigvuldigd, deze is hier echter bepaald op basis van de buitentemperatuur.

In dit voorbeeld is het 1 graden dus mag de onderstaande formule worden ingevuld voor de praktijkfactor.

$$f_{prak} = \left(\frac{1 - f_{cor}}{5} \right) \cdot \theta_i + \left(\frac{7 \cdot f_{cor} - 2}{5} \right)$$

$F_{cor} = 0.75$

$\theta_i = 1$

Resulteert in $f_{prak} = 0.7$

COP bij 1 graden:

$2.189118912 \cdot 0.7 = 1.532383$

Elektriciteit nodig: $390.2919 / 1.53 = 254.7 \text{ kWh}$

Primair gebruik

NEN 7120:

F_{prim} is 2.56

$134.0023 \cdot 2.56 = 343.046 \text{ kWh}$

Gebouwsimulatie:

F_{prim} is 2.56

$205.8316 \cdot 2.56 = 526.929 \text{ kWh}$

NTA 8800:

F_{prim} is 1.45

$254.7 \cdot 1.45 = 369.3092 \text{ kWh}$

VII. Voorbeeldberekening – Koeling

In deze voorbeeldberekening wordt aangetoond hoe de NEN7120 en NTA8800 worden vergeleken in de maand juli van case 2.

Bepaling centrale koude behoefte

Deze data wordt op maand basis uit gebouwsimulatie verkregen.

	Central (Wh)	Deellastrendement
jan	-158.2576486	1.6872
feb	-40175.39362	1.8181
mar	-142020.191	1.791295
apr	-757585.9439	2.004975
may	-4468377.655	2.265021
jun	-6463118.116	2.158189
jul	-11680339.18	2.276108
aug	-14782685.04	2.279553
sep	-7012740.906	2.086449
oct	-1437203.368	1.955949
nov	-199.0968513	1.708276
dec	-173.639242	1.051667
	-46784776.79	1.6872

De centrale behoefte in juli is 11680339 Wh = 11680kWh = 42049 MJ

Bepaling lokale koeling

NEN7120:

Luchtbehandeling

Er wordt gebruik gemaakt van gekoelde ventilatielucht dus moet de lokale koeling van de luchtbehandelingskast bepaald worden.

$$Q_{c,AHU} = 1.1 * Q_{c,sens} / 1$$

$$Q_{c,sens,AHU} = \frac{P_a \times C_a}{1000} \times q_{c,AHU,ve,mi} \times (\theta_{c,AHU,mix} - (\theta_{c,AHU,sup} - \theta_{c,AHU,fans})) \times t_{mi}$$

$$Q_{c,AHU,ve} = 48.611 \text{ dm}^3/\text{s}$$

$$\theta_{c,AHU,mix} = \text{Recirculatie \%} * \text{setpoint temp} + (1 - \text{recirculatie \%}) * \text{Buitentemp Juli}$$

$$= 0.4 * 24 + (1 - 0.4) * 17.4 = 876.13$$

$$Q_{c,AHU} = 1.1 * 876.3 / 1 = \underline{963.74 \text{ kWh}}$$

Ontvochtiging

Er wordt gebruik gemaakt van ontvochtiging dus moet de lokale koeling hiervoor benodigd bepaald worden.

$$\sum q_{c,dhum,mi} = f_{dhum} \times Q_{c,nd}$$

Het traject waarmee gekoeld wordt is 12-16, oftewel LT. $F_{dhum} = 0.3$

$$Q_{c,dhum} = 0.3 * 11680 = \underline{3504 \text{ kWh}}$$

De totale lokale koeling in juli is volgens de NEN 7120: $963.74 + 3504 = 4468 \text{ kWh}$

NTA 8800

Emissie verliezen

Eerst wordt er gekeken of er emissie verliezen zijn in juli, de setpoint temperatuur inclusief correcties ($\theta_{C;int;inc}$) is 25.9.

De buitentemperatuur is 18.05 gemiddeld, en de zonne toeslag is 12, samen 30.05.

Dit betekent dat er sprake is van emissie koude verliezen, $T_{buitentempcomb} > \text{setpoint}$.

$$Q_{c,em} = Q_{nd} * \text{MIN}((\text{Correctie temp} / (\text{setpointtemp} - T_{buitentempcomb})) ; 0.15)$$

$$-1.9 / (25.9 - 30.05) = 0.46 \rightarrow \text{Er wordt gerekend met } 0.15$$

$$Q_{c,em} = 0.15 * 11680 = \underline{1752 \text{ kWh}}$$

Luchtbehandeling

Er wordt gebruik gemaakt van gekoelde ventilatielucht dus zal de lokale koudebehoefte hiervoor bepaald worden.

$$Q_{c,AHU,req} = Q_{ahu,air} / 0.98$$

$$Q_{ahu,air} = (q_{ve} * (p_a * c_a) * t_{mi}) * (T_{dis,in} - T_{sup,RCA})$$

$$T_{dis,in} = \text{MIN}(\text{tabel} ; T_{buiten} + T_{hr} + T_{du})$$

$$\text{Tabel Juli} = 16.5, T_{buiten} = 18.05 \text{ er wordt gerekend met de tabel } \rightarrow 16.5$$

$$T_{sup,RCA} = T_{sup,hr} + T_{rca}$$

$$T_{sup,hr} = T_{buiten} + T_{hr} \rightarrow 18.05 + (f_{frac} * n_{hr} * n_{by} - (f_{lea} - 1) - f_{ins}) * (T_{set} - T_{buiten})$$

$$= 18.05 + (0.95 * 0.75 * 0.95 - (1.1 - 1) - 0) * (24 - 18.05)$$

$$= 21.48241$$

$$T_{rca} = \text{Recirculatie \%} * (T_{set} - T_{sup,hr})$$

$$T_{rca} = 0.4 * (24 - 21.48241) = 1.007038$$

$$Q_{ahu,air} = (175 * (1.205 * 0.0000279) * 744) * (16.5 - 1.007038) = 26.21 \text{ kWh}$$

$$Q_{ahu,req} = 26.21 / 0.98 = \underline{26.75 \text{ kWh}}$$

Distributieverliezen

De distributieverliezen worden in de NTA bepaald in de verwarmde en onverwarmde ruimte.

$$Q_{c,dis,ls,mi} = -1 \times (0.001 \times \varphi \times (\theta_{in} - \theta_{out}) \times L \times t_c$$

De leiding lengte in case 2 is 15m.

Het bouwjaar is 2018, dit betekend 603 koel uren

Verwarmde ruimte:

$$Q_{c,dis,ls} = -1 \times (0.001 \times 0.26 \times (((12 - -1.9) - (16 - -1.9)/2) - 24) \times (0.8 \times 15) \times 603 = 16.19 \text{ kWh}$$

Onverwarmde ruimte:

$$Q_{c,dis,ls} = -1 \times (0.001 \times 0.26 \times (((12 - -1.9) - (16 - -1.9)/2) - (18.05 + 12)) \times (0.2 \times 15) \times 603 = 4.99 \text{ kWh}$$

Distributie verliezen zijn: 21.18kWh

Herwinbare verliezen distributiesysteem

$$Q_{dis,rvd} = (1 - f_{rvd}) \times W_{dis}$$

$$F_{rvd} = 0.1 \text{ (10\% terugwinbaar)}$$

$$W_{dis} = P \times f_{corr} \times n \times \epsilon_{dis} \times t_{mi}$$

$$= 0.1 \times 1.15 \times 1 \times 1.92 \times 744 = 164.27 \text{ kWh}$$

$$Q_{dis,rvd} = (1 - 0.1) \times 164.27 = \underline{147.848 \text{ kWh}}$$

Ontvochtiging

Er wordt gebruik gemaakt van ontvochtiging dus zal deze bepaald worden.

Volgens de tabel in de NTA is in juli ϕ_{dhum} 0.09 bij een traject van 12-16

$$Q_{dhum} = 0.09 \times 11680 = \underline{1051 \text{ kWh}}$$

De totale lokale koeling in juli is volgens de NTA 8800: $1752 + 27.3 + 21.18 + 147.85 + 1051.2 = 3000 \text{ kWh}$

Vervolgens wordt de elektrische behoefte bepaald door de hulpenergie te bepalen en de koude behoefte te delen door de EER.

EER NEN 7120: 3

EER NTA 8800: $0.9 \times 3 = 2.7$.

Hulpenergie NEN 7120

$$W_{c,tot} = W_{ngen} + W_{gen}$$

$$W_{ngen} = P \cdot f_{c,ngen} \cdot t_{on} \cdot A_g$$

$$P: 1W/m^2$$

$$T_{on} = 80kW \text{ vermogen, } 15452 \text{ kWh totale koude behoefte} \rightarrow t_{on} = 0.695347$$

$$W_{ngen} = 1 \cdot 1 \cdot 0.695347 \cdot 15955 = 11094MJ = \underline{3082 \text{ kWh}}$$

$$W_{gen} = (P_{aux,gen} \cdot P_{gen,source}) \cdot t_{on} + P_{gen,aux} \cdot t_{mi}$$

$$W_{gen} = (33 \cdot 106.66) \cdot 0.695347 + 10 \cdot 2.6784$$

$$W_{gen} = 2474 \text{ MJ} = \underline{687 \text{ kWh}}$$

$$\underline{\text{Totaal hulpenergie } 3769 \text{ kWh}}$$

Hulpenergie NTA 8800

$$W_{c,tot} = W_{gen} + W_{dis} + W_{em}$$

$$W_{gen} = W_{hr,el,in} \cdot W_{dist,hr,el} \cdot W_{ctrl,el,in} \cdot W_{fc,el,in}$$

$$W_{gen} = 379 + 379 + 7.44 + 0 = \underline{765.69 \text{ kWh}}$$

$$W_{dis} = \underline{164.27 \text{ kWh}} \text{ (berekend voor de herwinbare energie)}$$

$$W_{em} = t_{koeling} \cdot P_{fan} \cdot N_{fan} / 1000$$

$$603 \cdot 10 \cdot 1 / 1000 = \underline{6.03 \text{ kWh}}$$

VIII. Voorbeeldberekening – Tapwater

In deze voorbeeldberekening wordt aangetoond hoe de NEN7120 en NTA8800 worden vergeleken in de maand januari van case 1.

Omdat er geen behoefte uit gebouwsimulatie gehaald kan worden voor het tapwater gebruik wordt deze voor de specifieke situatie bepaald.

NEN 7120

Netto warmtebehoefte

$$Q_{nd} = Q_{spec} * (1.28 * N_w + 0.01 * A_g) * t_{mi} / \tan$$

Woning dus 856 kWh p persoon p jaar voor Q spec, 1 woning met 1 woonfunctie

$$Q_{nd} = (4*856) * (1.28 * 1 + 0.01 * 65) * 2.678 / 31.536 = \underline{561 \text{ kWh}}$$

DWTW

$$Q_{rcd} = Q_{nd} * c_{nd} * n_{sh} * c_{sh,rcd} * c_{sh,rcd,conf}$$

Woning, volgens NEN 7120:

$$C_{nd} = 0.8$$

$$N_{sh} = 0.4$$

$$c_{sh,rcd} = 0.9$$

$$c_{sh,rcd,conf} = 0.75$$

$$Q_{rcd} = 561*0.8*0.4*0.9*0.75 = \underline{121 \text{ kWh}}$$

Afgifterendement tapwatersysteem

$$N_{em} = \frac{1}{\left(\frac{c_b}{\eta_b} + \frac{c_k}{\eta_k}\right)}$$

Forfaitaire waarde volgens NEN 7120:

$$C_b = 0.8$$

$$C_k = 0.2$$

$$N_b = 0.95$$

$$N_k = 0.69$$

$$N_{em} = 1 / ((0.8/0.95) + (0.2/0.69)) = 0.88$$

Distributierendement

$$\eta_{w,int+ext} \times \eta_{w,conv} \times \eta_{w,distant}$$

Case 1 heeft goed geïsoleerde leidingen en geen individuele afleversets. Ook is er geen opwekking buiten het perceel.

$$N_{dis} = 1 \times 1 \times 1$$

$$N_{dis} = 1$$

Opwekrendement

Tapwater wordt opgewekt door een warmtepomp, L:W

De NEN 7120 geeft hier een statisch opwekrendement van 1.4 aan.

Totaal energiebehoefte is dus:

$$(561/0.88 - 121) / 1 / 1.4 = \underline{267.5 \text{ kWh}}$$

Hulpenergie NEN 7120

$$W_{ngen} = W_{pomp} \times f_{on} \times (365 \times 24 \times 10^{-6}) \times t_{mi} / t_{an}$$

$$W_{ngen} = 25 \times 1 \times (365 \times 24 \times 10^{-6}) \times 2.6784 / 31.536 = \underline{67 \text{ kWh}}$$

$$W_{ngen} = P_{gen,e} \times t_{mi} + (P_{v,P} + P_{hs,P} + P_{sp}) \times Q_{dis} \times 1.1 / 1000$$

$$W_{ngen} = 10 \times 2.6784 + (10 + 0 + 0) \times 374.52 \times 1.1 / 1000 = \underline{11.56 \text{ kWh}}$$

NTA 8800

Netto warmtebehoefte

$$Q_{nd} = Q_{spec} \times N_w \times N_p \times t_{mi} / t_{an}$$

$$Q_{spec} = 856 \text{ kWh} / \text{persoon} / \text{jaar}$$

1 woonfunctie

$$\text{Aantal mensen: } 2.28 - (1.28/70) \times (100 - (A_g/N_w)) = 1.64 \text{ personen}$$

$$Q_{nd} = (1.64 \times 856) \times 1 \times 1.64 \times 744 / 8760 = \underline{195.53 \text{ kWh}}$$

DWTW

$$Q_{rcd} = Q_{nd} \times c_{nd} \times n_{sh} \times c_{sh,rcd} \times c_{sh,rcd,conf} \times f_{prak}$$

Woning, volgens NEN 7120:

$$c_{nd} = 0.8$$

$$n_{sh} = 0.4 \times (1/2) < \text{--- want 1 van de 2 douches heeft DWTW}$$

$$c_{sh,rcd} = 0.83$$

$$c_{sh,rcd,conf} = 0.75$$

$$f_{prak} = 0.95$$

$$Q_{rcd} = 195.53 \cdot 0.8 \cdot 0.2 \cdot 0.83 \cdot 0.75 \cdot 0.95 = \underline{18.5 \text{ kWh}}$$

Afgifterendement tapwatersysteem

$$N_{em} = \frac{1}{\left(\frac{c_b}{\eta_b} + \frac{c_k}{\eta_k}\right)}$$

Forfaitaire waarde volgens NEN 7120:

$$C_b = 0.8$$

$$C_k = 0.2$$

$$N_b = 0.95$$

$$N_k = 0.69$$

$$N_{em} = 1 / ((0.8/0.95) + (0.2/0.69)) = 0.88$$

Distributierendement

$$N_{dis} = Q_{em} / (Q_{em} + Q_{dis,ls} - Q_{dis,rvd})$$

= 202.83 / (283.82 + 0 - 0) <--- want er kan niet worden gecirculeerd in januari, warmtesysteem heeft alles nodig.

$$N_{dis} = 1$$

Warmteverlies door opslagvatten

$Q_{sto} = 0$ want er wordt geen gebruik gemaakt van opslag vatten als er verwarmd wordt door een warmtepomp.

Warmteverlies door individuele afleversets

$Q_{dis,conv} = 0$ want er wordt geen gebruik gemaakt van individuele aflever apparaten.

Opwekrendement

$N_{gen} = 1.4$ forfaitaire waarde voor lucht/water warmtepompen wanneer gebruik voor warmtapwater.

$$((195/0.88 - 18.5) / 1 + 0 + 0) / 1.4 = \underline{152.5 \text{ kWh}}$$

Hulpenergie NTA 8800

$$W_{\text{gen}} = W_{\text{dis,p}} + W_{\text{conv,aux}}$$

$W_{\text{dis,p}} = 0$ want in januari kan het recirculatie systeem niet gebruikt worden.

$$W_{\text{conv,aux}} = P_{\text{gen,el}} / 1000 * t_{\text{mi}} = 10/1000 * 744 = 7.44 \text{ kWh}$$

$$W_{\text{gen}} = \underline{7.44 \text{ kWh}}$$

$W_{\text{sto}} = 0$ want er is geen opslagvat

$$W_{\text{gen}} = P_{\text{gen,e}} * t_{\text{mi}} + (P_{\text{v}} + P_{\text{hs}} + P_{\text{sp}}) * Q_{\text{dis}} * 1.1 / 1000$$

$$W_{\text{gen}} = 10 * 744 + (10+0+0) * 202.84 * 1.1 / 1000 = \underline{9.67 \text{ kWh}}$$

IX. Stage beoordeling

Bedrijfsbeoordeling uitvoering afstudeeropdracht

De Haagse Hogeschool, Faculteit voor Technology, Innovation & Society Delft

Naam student	Lars Verkade
Studentnummer	14095971
Opleiding student	Werktuigbouwkunde
Afstudeer periode	Shift 2-3 (12 November 2019 t/m 15 Maart 2019)
Naam bedrijf	Vabi
Naam bedrijfsbegeleider	Wim Plokker

Wat is uw oordeel over de prestatie van de student tijdens de afstudeerperiode, onderscheiden naar de volgende punten:

O = onvoldoende; T = twijfelachtig; V = voldoende; G = goed; U = uitstekend

	O	T	V	G	U
Inzicht				G	
Systematische aanpak				G	
Kwaliteit gegevensverzameling				G	
Kwaliteit (tussen)rapportage				G	
Theoretische kennis				G	
Praktische inzicht			V		
Nauwkeurigheid/zorgvuldigheid			V		
Houding en optreden				G	
Zelfstandigheid				G	
Werktempo				G	
Totale beoordeling				G	

Paraaf bedrijfsbegeleider



Paraaf student



Z.O.Z.

Verdere op- en aanmerkingen over de student en/of de afstudeeropdracht.

Lars kan goed zelfstandig werken en weet zich goed door de organisatie te bewegen om informatie te vergaren of zaken te regelen. Het kritisch kijken naar resultaten van eigen berekeningen of resultaten van anderen is een punt waar nog wat te verbeteren valt.

Datum: 07-03-2019

Voor akkoord bedrijfsbegeleider:



Datum: 07-03-2019

Voor gezien student:



X. Reflectie

De start periode van de stage was pittig. De NTA 8800 was een bepalingsmethode waar ik nog nooit mee gewerkt had en dus nog niet wist hoe deze was opgesteld. Daarom is er ongeveer een maand besteed om de opbouw- en verschillen van beide bepalingsmethode mijzelf eigen te maken. Na deze startperiode is de stage naar mijn mening erg soepel en snel verlopen, een fijne werkdruk die ervoor zorgde dat ik de hele stage bezig was en telkens interessante resultaten tegenkwam.

Het onderzoekende leerproces waarbij ik zelf voor een complex probleem stond sprak mij erg aan. De voldoening die volgde na het stapsgewijs uitwerken van het onderzoek was groot en heeft mij opnieuw bevestiging gegeven dat dit de branche is waar ik graag in werk.

Tijdens het onderzoek is naast het uitwerken van de onderzoeksvraag ook veel algemene informatie opgedaan over de werkwijze van de NEN, RVO en normcommissies. Deze kennis komt hopelijk nog goed van pas in de toekomst.

Ten slotte was de samenwerking met de collega's van Vabi een erg positieve ervaring. De goede sfeer in combinatie met de gedeelde interesse in het vakgebied en de behulpzaamheid wanneer nodig hebben de stageperiode tot een leuke ervaring gemaakt.

Terugkijkend zijn er een paar punten die ik anders zou hebben aangepakt. Zo was ik eerst bezig met de drie thema's gecombineerd; warmte, koeling en tapwater. Dit bleek voor een grote verwarring te zorgen waardoor ik vast kwam te zitten. Dit heeft wel bevestigd dat een structurele opzet en het werken/afmaken van een bepaald onderwerp in de toekomst zal worden toegepast door mij. Waarschijnlijk kan op deze manier voorkomen worden dat verschillende problemen met elkaar in de knoop komen. Ook het opzetten van een rekendashboard in Excel was iets dat ik voortaan anders zou aanpakken. Dit was opgedeeld in meerdere individuele delen die niet samenwerkten, het samenvoegen en overzichtelijk maken was achteraf zeer veel werk. Wanneer ik opnieuw aan een dergelijke opdracht zou beginnen zou ik direct een nette en enkel bestand ervan maken.