

Rapport E.2009.1646.06.R001

Ventilatieberekeningen en Cepec

Bepaling Cepec NEN 7120

Status: DEFINITIEF

Adviseurs voor bouw, industrie, verkeer, milieu en software

NL¹⁰
INGENIEURS

info@dgmr.nl
www.dgmr.nl

Van Pallandtstraat 9-11, Postbus 153
NL-6800 AD Arnhem
T +31 (0)26 351 21 41
F +31 (0)26 443 58 36

Casuariestraat 5, Postbus 370
NL-2501 CJ Den Haag
T +31 (0)70 350 39 99
F +31 (0)26 443 58 36

Morra 2, Postbus 671
NL-9200 AR Drachten
T +31 (0)512 52 23 24
F +31 (0)26 443 58 36

Geerweg 11, Postbus 640
NL-6130 AP Sittard
T +31 (0)46 411 39 30
F +31 (0)26 443 58 36



Colofon

Rapportnummer:	E.2009.1646.06.R001	
Plaats en datum:	Arnhem, 26 januari 2012	
Versie:	001	Status: DEFINITIEF
Opdrachtgever:	Agentschap NL Utrecht Postbus 8242 3503 RE UTRECHT	
Contactpersoon:	Telefoon: E-mail:	
Uitgevoerd door:	Informatie: E-mail: Telefoon: Fax:	
Auteur(s):		
Eindverantwoordelijke:		
Verwerkt door:	GA LVE	

©DGMR Bouw B.V. Alle rechten voorbehouden. Wilt u (delen van) dit rapport kopiëren of vermenigvuldigen, vraagt u dan schriftelijk toestemming daarvoor bij DGMR Bouw B.V.

Samenvatting

In opdracht van Agentschap NL heeft DGMR Bouw B.V. voor nieuwbouw van woningen en utiliteitsgebouwen onderzocht wat het totale karakteristieke energiegebruik is volgens NEN 7120:2011 inclusief C2 in vergelijking met NEN5128:2004 met A1:2008 en NEN 2916:2004.

Om de EPC berekend met NEN 7120 zoveel mogelijk gelijk te laten zijn aan de EPC berekend met NEN 5128 of NEN 2916 is de benodigde correctiefactor EPC (Ceps) per gebruiksfunctie bepaald.

Energiegebruik

Voor woningbouw zijn de resultaten voor het totale karakteristieke energiegebruik voor woningen maximaal circa 5% hoger of lager. Alleen voor woningen met balansventilatie en een HR-ketel is het karakteristieke energiegebruik circa 5-20% hoger.

In de energieposten onderling treden er grotere verschuivingen op. De stijging op de posten hulpenergie, koeling en verwarming wordt grotendeels gecompenseerd door de daling op verlichting, tapwater en eventueel een hogere opbrengst van PV.

Bij utiliteit is het totale karakteristieke energiegebruik volgens NEN 7120 over het algemeen lager dan volgens NEN 2916. De verschillen per maatregelpakket lopen uiteen van 0% tot ongeveer min 25%. Voor de energieposten verwarming en koeling treden soms echter verschillen van een factor drie tot vier of meer op.

Ceps

In onderstaande tabel is op grond van de uitgevoerde berekeningen aan het energiegebruik een overzicht gegeven van de benodigde Ceps per gebruiksfunctie.

Gebruiksfunctie	EPC-eis	Ceps
Woonfunctie		
• Woonwagen	1.3	0.93
• andere woonfunctie	0.6	1.00
Bijeenkomstfunctie	2.0	0.77
Celfunctie	1.8	0.96
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	2.6	1.11
Gezondheidszorgfunctie anders	1.0	0.92
Kantoorfunctie	1.1	1.01
Logiesfunctie in een logiesgebouw	1.8	0.89
Logiesfunctie – anders (vakantiewoning)	1.4	0.72
Onderwijsfunctie	1.3	1.34
Sportfunctie (matig verwarmd en overig)	1.8	0.81
Winkelfunctie	2.6	0.92

Summary

Commissioned by SenterNovem has DGMR Bouw B.V. for construction of residential and commercial buildings investigated the characteristic total energy, according to NEN 7120:2011 including C₂ compared with NEN5128: 2004 with A1: 2008 and NEN 2916:2004.

To let the EPC calculated with NEN 7120 to be as equal as possible to the EPC calculated with NEN 5128 or NEN 2916 is the required correction factor EPC (C_{epc}) per use function determined.

Energy-use

For housing are the results for the total energy consumption for homes at highest approximately 5% higher or lower. Only for housing with balanced ventilation and a HR-boiler the total energy consumption is approximately 5-20% higher.

In the energy posts themselves occur larger shifts. The increase in auxiliary energy, cooling and heating is largely offset by the decrease in light, hot water and possibly a higher yield of PV.

In utility buildings the total energy consumption according to NEN 7120 is in general lower than to NEN 2916. The differences for each set of measures range from 0% to about minus 25%.

For the energy posts heating and cooling differences occur by a factor of three to four or more.

C_{epc}

Based on the calculations of the energy usage the table below shows an overview of the required C_{epc} per use function (in Dutch).

Use function	EPC-required	C _{epc}
Woonfunctie		
• Woonwagen	1.3	0.93
• andere woonfunctie	0.6	1.00
Bijeenkomstfunctie	2.0	0.77
Celfunctie	1.8	0.96
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	2.6	1.11
Gezondheidszorgfunctie anders	1.0	0.92
Kantoorfunctie	1.1	1.01
Logiesfunctie in een logiesgebouw	1.8	0.89
Logiesfunctie – anders (vakantiewoning)	1.4	0.72
Onderwijsfunctie	1.3	1.34
Sportfunctie (matig verwarmd en overig)	1.8	0.81
Winkelfunctie	2.6	0.92

Inhoudsopgave	Pagina
1. INLEIDING.....	6
2. UITGANGSPUNTEN.....	7
2.1 Budgetfactoren	7
2.2 Maatregelpakketten	7
2.3 Aanpassing van maatregelpakketten	10
2.4 Aanvullende invoerparameters NEN 7120	10
3. WERKWIJZE	13
3.1 Bepaling Ceps per maatregelpakket	13
3.2 Correcties op resultaten EPG-tool.....	13
4. RESULTATEN	14
4.1 SenterNovem referentiewoningen	14
4.2 Vakantiewoning	16
4.3 Woonwagens.....	16
4.4 Utiliteitsgebouwen	17
4.5 Effect aangepaste berekeningswijze infiltratie.....	20
5. CONCLUSIE	22
Bijlage 1: Uitgangspunten en maatregelpakketten SenterNovem referentiewoningen	
Bijlage 2: Maatregelpakketten vakantiewoning	
Bijlage 3: Maatregelpakketten woonwagens	
Bijlage 4: Maatregelpakketten utiliteitsgebouwen	
Bijlage 5: Getalswaarden bij uitgebreide invoer zonneboiler	
Bijlage 6: Energiegebruik voor SenterNovem referentiewoningen bepaald met zowel NEN 5128 als NEN 7120	
Bijlage 7: Relatief energiegebruik voor utiliteitsgebouwen per energiepost, bepaald met NEN 7120 ten opzichte van NEN 2916	
Bijlage 8: EPC-maatregelpakketten utiliteit volgens NEN 2916 en NEN 7120	

1. Inleiding

In de loop van 2012 wordt de nieuwe energieprestatienorm - NEN 7120:2011 - van toepassing. Het is een beleidsdoel dat de EPC berekend wordt met de nieuwe norm, gelijk is aan de EPC berekend met één van de oude normen, NEN 5128:2004 met A1:2008 of NEN 2916:2004.

De EPC-formule luidt in beginsel als volgt:

$$EPC = \frac{\text{totale karakteristieke energiegebruik}}{\text{toelaatbare energiegebruik}}$$

In opdracht van Agentschap NL heeft DGMR Bouw B.V. voor nieuwbouw van verschillende gebouwen onderzocht wat het totale karakteristieke energiegebruik is volgens NEN 7120:2011 (E_{PTot} volgens NEN 7120; voorheen Q_{totaal} volgens NEN 5128 c.q. NEN 2916). Het toelaatbare energiegebruik ($E_{P;adm;tot;nib}$ volgens NEN 7120) wordt bepaald door de hoogte van de budgetfactoren en de gebouwkenmerken als het gebruiks- en verliesoppervlak. De budgetfactoren zijn opgesteld door TNO.

Op grond van de EPC volgens NEN 7120 en de EPC volgens NEN 5128 of NEN 2916 is door DGMR per gebruiksfunctie de benodigde correctiefactor EPC berekend. In het vervolg wordt hieraan gerefereerd als de Cepc.

De Cepc is in NEN 7120 verwerkt in het toelaatbare energiegebruik in de EPC-formule. Hierdoor levert de berekening van het karakteristieke energiegebruik volgens NEN 7120 uiteindelijk een vergelijkbare EPC op in vergelijking met NEN 5128 of NEN 2916.

De Cepc is alleen bepaald op basis van de referentiegebouwen voor nieuwbouw; de Cepc is dus niet bepaald op basis van bestaande bouw.

Bij de berekeningen is gebruikgemaakt van de volgende referentiegebouwen:

- De zes SenterNovem referentiewoningen nieuwbouw.
- Een vakantiewoning.
- Drie woonwagens.
- De 22 referentiegebouwen utiliteitsbouw.

De berekeningen van de totale energieprestatie volgens NEN 7120 zijn uitgevoerd met de door TNO opgestelde EPG (EPA-NR) tool - versie 21 november 2011 (TNO2) - in combinatie met de door ITHO opgestelde NEN 8088 (ventilatie) tool - versie 19 november 2011. Bij woningbouw is het effect van de kwaliteitsverklaring voor hulpenergie van het verwarmingstoestel handmatig berekend.

Eind november is er nog een correctie doorgevoerd in de infiltratieformules. Het effect hiervan op de Cepc is gecontroleerd.

2. Uitgangspunten

De totale energieprestatie voor de referentiegebouwen is bepaald volgens NEN 7120:2011 inclusief C1 en het concept van het correctieblad C2 zoals dat door TNO en ITHO is verwerkt in de EPG en ventilatietool. Op het laatste moment is door de rapporteurs nog een aanpassing doorgevoerd in de berekening van de infiltratie. Deze aanpassing is niet meegenomen bij de bepaling van de Ceph. In paragraaf 4.5 is het effect hiervan geanalyseerd.

Voor de berekening van de Ceph is gebruikgemaakt van de budgetfactoren die beschikbaar zijn gesteld door TNO. Deze zijn vermeld in paragraaf 2.1.

In paragraaf 2.2 en 2.3 zijn de gehanteerde maatregelpakketten voor de referentiegebouwen vermeld, inclusief een beperkt aantal aanpassingen.

Bij de invoer van de maatregelpakketten in NEN 7120 zijn aanvullend op NEN 5128 en NEN 2916 een aantal nieuwe invoerparameters gebruikt. De aannames voor deze parameters zijn weergegeven in paragraaf 2.4.

2.1 Budgetfactoren

Bij de bepaling van de Ceph is gebruikgemaakt van het toelaatbare energiegebruik. Dit wordt bepaald door de budgetfactoren welke zijn opgesteld door TNO.

De volgende budgetfactoren zijn gehanteerd:

$$f_{g;adm;nb} = 310 \text{ MJ/m}^2 \text{ en } 160 \text{ MJ/m}^2 \text{ alleen voor woningen met een } A_g < 70 \text{ m}^2$$

$$f_{is;adm;nb} = 85 \text{ MJ/m}^2$$

$$f_{start;W;adm;nb} = 9000 \text{ MJ of } 19500 \text{ MJ/m}^2 \text{ voor woningen met een } A_g < 70 \text{ m}^2$$

A_g = gebruiksoppervlak

2.2 Maatregelpakketten

SenterNovem referentiewoningen

Bij de beoordeling van de woningen is gebruikgemaakt van de maatregelpakketten zoals deze zijn gehanteerd in de aanscherpingsstudie EPC woningbouw 2011 (DGMR-rapport E.2009.0697.00.R003 van 17 november 2009) bij een EPC-waarde van 0.6. In de aanscherpingsstudie is destijds gebruikgemaakt van NEN 5128:2004 inclusief A1:2008.

De SenterNovem referentiewoningen bestaan uit:

- Appartementengebouw.
- Galerijflat.
- Rijtussenwoning.
- Rijhoekwoning.
- 2-onder-1 kap woning.

- Vrijstaande woning.

Voor elk van deze zes woningtypen zijn vier maatregelpakketten doorgerekend. Er is onderscheid gemaakt naar maatregelpakketten met HR-ketels en individuele elektrische warmtepompen en naar balansventilatie (balans) en zelfregelende roosters (zr).

De gehanteerde maatregelpakketten en uitgangspunten per maatregel staan vermeld in bijlage 1.

Vakantiewoning

De vakantiewoning heeft geen woonfunctie. In het Bouwbesluit gaat het om een logiesfunctie, niet gelegen in een logiesgebouw.

Voor de vakantiewoning zijn drie maatregelpakketten doorgerekend:

- Een basispakket dat overeenkomt met de minimale eisen uit het Bouwbesluit.
- Een pakket voor een woning met balansventilatie.
- Een pakket een woning met zelfregelende roosters.

De maatregelpakketten sluiten aan bij de maatregelpakketten uit de SenterNovem referentiewoningen voor balansventilatie en zelfregelende roosters.

De gehanteerde maatregelpakketten staan vermeld in bijlage 2. Voor de uitgangspunten per maatregel wordt verwezen naar bijlage 1.

De vakantiewoning is net als de andere woningen op west georiënteerd.

Woonwagens

Een woonwagen is een bijzondere woonfunctie. Er zijn drie typen meegenomen:

- Een enkele woonwagen, enkellaags.
- Een dubbele woonwagen, enkellaags.
- Een dubbele woonwagen, dubbellaags.

Per type woonwagen zijn twee maatregelpakketten doorgerekend. De maatregelpakketten staan vermeld in bijlage 3.

Evenals de SenterNovem referentiewoningen en de vakantiewoning, zijn de woonwagens op west georiënteerd.

Utiliteit

Bij de beoordeling van de utiliteitsgebouwen is gebruikgemaakt van de referentiegebouwen en maatregelpakketten zoals deze zijn gehanteerd in de aanscherpingsstudie EPC-eisen utiliteitsbouw uit 2005 (DGMR-rapport E.2005.0139.00.R001-004).

De gehanteerde referentiegebouwen zijn een acceptabele afspiegeling van de desbetreffende deelsegmenten in de utiliteitsbouw. In totaal gaat het om 22 gebouwen met verschillende gebruiksfuncties en omvang (zie tabel 1).

De gebouwen zijn fictieve gebouwen die opgebouwd zijn uit maximaal drie rechthoekige blokvormen. Uitzondering hierop zijn de gevangenis, de HBO-school en de sportgebouwen. Deze gebouwen zijn gebaseerd op werkelijke gebouwen.

In ieder gebouw is er één gebruiksfunctie die als hoofdfunctie aangemerkt kan worden (meer dan 70% van het bruto vloeroppervlak).

Tabel 1
Referentiegebouwen utiliteitsbouw per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	Referentiegebouw
Bijeenkomstfunctie	Café-restaurant Buurthuis Theater Museum
Celfunctie	Gevangenis
Gezondheidszorg zonder bedgebied	Groepspraktijk
Gezondheidszorg met bedgebied	Verpleeghuis Ziekenhuis
Kantoorfunctie	Kantoor klein Kantoor middel Kantoor groot
Logiesgebouw	Hotel
Onderwijsfunctie	Basisschool VO-school HBO-school
Sportfunctie, matig verwarmd	Tennishal
Sportfunctie, overig	Gymzaal Sporthal Zwembad
Winkelfunctie	Kleine winkel Supermarkt Warenhuis

Per referentiegebouw zijn tenminste drie maatregelpakketten doorgerekend:

- Bouwbesluit (in 2005).
- Kostenneutraal maatregelpakket uit aanscherpingsstudie utiliteitsbouw 2005.
- Kostenneutraal maatregelpakket met overal toepasbare warmtepomp (op buitenlucht of bodemwarmtewisselaars) uit aanscherpingsstudie utiliteitsbouw 2005.

Voor het museum, het theater, de HBO-school en het warenhuis is nog een (vierde) alternatief pakket doorgerekend. De gehanteerde maatregelpakketten staan vermeld in bijlage 4.

Om zicht te houden op het effect van het type ventilatiesysteem is in aanvulling op bovenstaande maatregelpakketten uit de aanscherpingsstudie EPC-eisen utiliteitsbouw voor de groepspraktijk en het kleine kantoor nog een extra maatregelpakket doorgerekend met balansventilatie. Voor kantoor middel is juist een extra maatregelpakket doorgerekend met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging.

2.3 Aanpassing van maatregelpakketten

Bij de invoer in de EPG-tool zijn de maatregelen uit de maatregelpakketten in principe één op één overgenomen. In onderstaande situatie bleek een gelijke invoer niet mogelijk.

Zonnecollectoren woongebouwen

In de woongebouwen waren de zonnecollectoren aanwezig als voorverwarmer voor de tapwaterinstallatie in de woningen op de bovenste twee bouwlagen. In de EPG-tool was tapwater in combinatie met de zonneboilers alleen in te voeren als één (groot) tapwatersysteem voor het gebouw als geheel.

2.4 Aanvullende invoerparameters NEN 7120

In NEN 7120 komen bij de invoer van de maatregelen een aantal invoerparameters naar voren die in NEN 5128 en NEN 2916 niet bestonden. Onderstaand zijn de aanvullende invoerparameters opgesomd.

Voor woningbouw en utiliteit

Voor dichte geveldelen is er uitgegaan van geen beschaduwning. Voor de kozijnfractie is er uitgegaan van de forfaitaire waarde van 25% uit NEN 7120. U-waarden voor U_{raam} zijn overgenomen van de referentiegebouwen berekend met NEN 5128 en NEN 2916.

Verwarming

- Modulatiebereik verwarmingstoestel: voor HR-ketels is 0,4 aangehouden (maximumwaarde). Voor warmtepompen is geen rekening gehouden met een modulatiebereik.
- Opwekkingsrendement: bij warmtepompen is uitgegaan van de bovenkant van het temperatuurniveau van de warmteopwekker uit NEN 5128 en NEN 2916. Wanneer 35-45 graden was aangegeven is in NEN 7120 uitgegaan van 40-45 graden Celsius.

Ventilatie

- Geen open verbrandingstoestellen.
- Luchtlekken in ventilatiekanalen: luchtdichtheidsklasse van de kanalen onbekend.
- Zelfregelende roosters: winddrukgestuurde toevoer $1 < dp <= 5$ Pa.
- Type wtw: zonder zonering, zonder sturing, met volledige bypass (type D.2b2).
- Bij HR-wtw: dissipatie van de ventilatoren inbegrepen.

PV

- Panelen matig geventileerd – op of in dak of gevel gemonteerd.

Zonneboilers

- Geen elektrisch gevoede vorstbescherming.
- Steeds beschouwd als voorverwarmer voor een tapwatertoestel. Bij een enkele woning is er sprake van een zonneboilercombitoestel. Hierbij is voor het volume van de geïntegreerde naverwarmer uitgegaan van 100 liter.

- Bij het appartementengebouw, de galerijwoning en een aantal utiliteitsgebouwen is gebruikgemaakt van een (collectieve) zonneboilerinstallatie met een collector groter dan 10 m². Hiervoor is in NEN 7120 gebruikgemaakt van de uitgebreide methode. De gehanteerde getalswaarden staan in bijlage 5.

Woningbouw

Luchtbehandelingskasten (LBK) zijn buiten beschouwing gebleven. Balansventilatie met warmteterugwinning is wel meegenomen.

Verwarming

- LT-verwarmingssysteem bij vloer- of wandverwarming.
- Ongeïsoleerde verdeler/verzamelaar.
- Geen leidingen in onverwarmde ruimten en/of door de kruipruimte.
- Hoofd circulatiepomp maakt gebruik van pompschakeling.
- Geen aanvullende circulatiepompen (in de maatregelpakketten is bij LT-verwarming alleen vloer/wandverwarming. Er is geen combinatie met radiatoren).

Koeling

- Maximale benutting van de geïnstalleerde spuiventilatiecapaciteit bij koelbehoefte.
- Bij zelfregelende roosters: maximale benutting van de geïnstalleerde ventilatiecapaciteit bij koelbehoefte.
- Bij vrije koeling (maatregelpakketten met warmtepomp): geen toerenregeling pomp.

Utiliteit

LBK's met een verwarmingsdeel zijn meegenomen bij ventilatiesystemen met balansventilatie. Koeling via de LBK is alleen meegenomen bij een installatieconcept met koude waarvoor lucht (of water en lucht) als transportmedium was opgegeven.

Ventilatie

Wanneer in EPU voor ventilatie terugregeling of recirculatie van meer dan 20% was aangegeven, is deze waarde bij de invoer overgenomen. Formeel kan een terugregeling of recirculatie van meer dan 20% in NEN 8088-1 alleen worden meegenomen wanneer gebruik wordt gemaakt van een gelijkwaardigheidsverklaring.

Verwarming

- LT-/HT-verwarmingssysteem: er is bij HR-ketels en warmtepompen uitgegaan van een LT-verwarmingssysteem als de opgegeven aanvoertemperatuur ≤ 50 graden Celsius is.
- Intern distributierendement: niet geïsoleerde leidingen en kanalen.
- Vermogens opwekkingstoestellen: Voor de bijdrage van het preferente en niet preferente toestel voor verwarming zijn de vermogensgegevens overgenomen uit de EPU-bestanden. In een aantal gevallen was alleen de vermogensverhouding beschikbaar en is uitgegaan van een totaal opwekkingsvermogen van 100 kW. Andere waarden voor het vermogen bleken niet van invloed.

Koeling

- Maximale benutting van de geïnstalleerde ventilatiecapaciteit bij koelbehoefte.
- Bij te openen ramen: maximale benutting van de geïnstalleerde spuiventilatiecapaciteit bij koelbehoefte.
- Bij warmteterugwinning: volledige bypass.
- Specifiek vermogen van het hulpenergiegebruik: 45 W/kW op basis van een droge koeler.
- Het vermogen van het koelsysteem is automatisch bepaald volgens NEN 7120.

Pompen

- Wanneer meer dan 50% van het opgesteld asvermogen van de verwarmingspompen een automatische toerenregeling had in EPU: hoofdcirculatiepomp met pompregeling.
- Wanneer meer dan 50% van het opgesteld asvermogen van de pompen in de koelcircuits een automatische toerenregeling had in EPU: toerengeregelde pompen en ventilatoren.

3. Werkwijze

De Cepc voor woningen is vastgelegd op 1.0. De correctie voor verschillen tussen NEN 7120 en NEN 5128 is meegenomen bij de bepaling van de budgetfactoren door TNO.

3.1 Bepaling Cepc per maatregelpakket

Voor de vakantiewoning, de woonwagen en de gebruiksfuncties van de utiliteitsgebouwen is de Cepc per maatregelpakket bepaald aan de hand van:

- De totale energieprestatie van de gebouwen (E_{PTot} volgens NEN 7120:2011).
- De EPC-eis per gebruiksfunctie uit het bouwbesluit ($EPC_{req,nb;usi}$).
- De 'oude' EPC per maatregelpakket volgens NEN 5128:2004 inclusief A1:2008 of volgens NEN 2916:2004.
- Het toelaatbare energiegebruik ($E_{P;adm;tot,nb}$ volgens NEN 7120:2011).

Bovenstaande variabelen zijn verwerkt in onderstaande formule.

$$EPC_{usi} = \frac{E_{PTot}}{E_{P;adm;tot,nb}} \times EPC_{req,nb;usi} \quad (\text{formule 5.2 van NEN 7120:2011 C1})$$

Voor de EPC_{usi} is de 'oude' EPC zonder de standaard afronding naar boven (op 0.01) aangehouden.

Het toelaatbare energiegebruik ($E_{P;adm;tot,nb}$) is bepaald met formule 5.3a ten behoeve van NEN 7120:2011 C2. Hierin is de Cepc verwerkt. De Cepc is daarmee de sluitpost om bovenstaande formule voor de doorgerekende maatregelpakketten rekenkundig sluitend te krijgen.

3.2 Correcties op resultaten EPG-tool

Bij de bepaling van de budgetfactoren is gebruikgemaakt van het karakteristieke energiegebruik (E_{PTot}) zoals berekend met de EPG-tool voor de energieposten verwarming, koeling, verlichting etc..

Op de berekende resultaten per energiepost zijn een aantal kleine correcties doorgevoerd:

- De hulpenergie voor verwarming is voor woningbouw gebaseerd op een kwaliteitsverklaring. Deze kon niet ingevoerd worden in de EPG-tool. De hulpenergie voor het verwarmingstoestel is daarom handmatig bepaald op basis van bijlage C in NEN 7120.
De hulpenergie voor zonneboilers en de hulpenergie voor verwarming bij utiliteitsgebouwen is wel ontleend aan de EPG-tool.
- Het energiegebruik voor bevochtiging is voor één maatregelpakket van het museum ontleend aan een ander maatregelpakket met bevochtiging. Om onduidelijke redenen werd het energieverbruik voor bevochtiging niet berekend.

4. Resultaten

4.1 SenterNovem referentiewoningen

Per woningtype zijn vier maatregelpakketten doorgerekend:

- HR-ketels met balansventilatie (balans).
- HR-ketels met zelfregelende roosters (zr).
- Individuele elektrische warmtepompen met balansventilatie.
- Individuele elektrische warmtepompen met zelfregelende roosters (zr).

4.1.1 Energiegebruik

Het berekende karakteristieke energiegebruik met NEN 7120 is maximaal circa 5% hoger of lager. Alleen voor woningen met balansventilatie en een HR-ketel is het karakteristieke energiegebruik circa 5-20% hoger.

Er treden binnen het energiegebruik wel verschuivingen tussen de verschillende posten op. Grosso modo wordt de stijging op de posten hulpenergie, koeling en verwarming gecompenseerd door de daling op verlichting, tapwater en eventueel een hogere opbrengst van PV.

Onderstaand zijn de veranderingen per energiepost weergegeven, inclusief de eventuele afwijking bij vakantiewoningen en woonwagens. Een overzicht van het totale energiegebruik en het energiegebruik per post bepaald met zowel NEN 5128 als NEN 7120 is per woningtype weergegeven in bijlage 6.

Verwarming

- 30-65% hoger voor woningen met balansventilatie.
- Bij woningen met zelfregelende roosters en de vakantiewoning ongeveer gelijk gebleven tot maximaal 20% hoger.
- Bij de woonwagens varieert het tussen 15% lager en 10% hoger

Koeling

- Bij woningen met balansventilatie varieert het tussen 0 en 300% hoger.
- Bij woningen met zelfregelende roosters en de vakantiewoning varieert het tussen -50% en +80%.
- Bij de woonwagens varieert het tussen 50 en 100% hoger.

Hulpenergie

- Factor 1.5-3 hoger voor de woningen en woongebouwen. Bij de woonwagen een factor 1-2 hoger. Alleen bij de vakantiewoning met natuurlijke ventilatie circa 40% gedaald.
- In NEN 5128 was dit alleen de hulpenergie van het verwarmingstoestel, nu zijn ook andere hulpenergieposten toegevoegd aan deze post.

Ventilatoren

- Gelijk gebleven bij woningen met balansventilatie. Bij woongebouwen circa 35% toegenomen.
- Bij zelfregelende roosters circa 25% lager, behalve bij woongebouwen.
- Bij de vakantiewoning 50-75% lager
- Woonwagens circa 25% hoger.

Tapwater

- 10-30% lager.

Bij de volgende posten is de wijziging voor alle maatregelpakketten nagenoeg gelijk:

- *Verlichting* – 18% lager – het vaste verbruik is in de norm gedaald van 6 naar 5 kWh/m².
- *PV* – 20-30% hogere opbrengst bij zelfde geïnstalleerd vermogen.
- De opbrengst van een zonnecollector is bij kleine oppervlaktes vergelijkbaar.

4.1.2 Cepc en EPC

De Cepc voor de SenterNovem referentiewoningen is niet bepaald. Deze is vastgesteld op 1.0 en gebruikt bij de bepaling van de budgetfactoren.

De EPC van de woningen bepaald volgens NEN 5128 en NEN 7120 staat vermeld in tabel 2 respectievelijk tabel 3. Bij de bepaling van de EPC volgens NEN 7120 is uitgegaan van een EPC-eis van 0.6.

Tabel 2
EPC volgens NEN 5128

Opwekking	Ventilatie	Appartement	Galerij	Rijtussen	Rijhoek	2 [^] 1 kap	Vrijstaand	Gemiddeld
HR-ketel	Balans	0.60	0.58	0.60	0.63	0.62	0.59	0.603
HR-ketel	ZR	0.58	0.58	0.62	0.59	0.59	0.60	0.593
Warmtepomp	Balans	0.61	0.56	0.61	0.61	0.61	0.60	0.600
Warmtepomp	ZR	0.61	0.59	0.57	0.57	0.59	0.55	0.580
Gemiddeld		0.600	0.578	0.600	0.600	0.603	0.585	0.594

Tabel 3
EPC volgens NEN 7120

Opwekking	Ventilatie	Appartement	Galerij	Rijtussen	Rijhoek	2 [^] 1 kap	Vrijstaand	Gemiddeld
HR-ketel	Balans	0.70	0.62	0.62	0.65	0.63	0.64	0.643
HR-ketel	ZR	0.57	0.54	0.60	0.55	0.56	0.57	0.565
Warmtepomp	Balans	0.61	0.54	0.58	0.57	0.56	0.55	0.568
Warmtepomp	ZR	0.59	0.56	0.55	0.51	0.55	0.53	0.548
Gemiddeld		0.618	0.565	0.588	0.570	0.575	0.573	0.581

Bij de doorgerekende maatregelpakketten wordt de EPC bij de bepaling volgens NEN 7120 bij een Cepc van 1.00 gemiddeld verlaagd met 0.01.

Voor woningen met een HR-ketel en balansventilatie wordt de EPC 0.01 tot 0.10 hoger (gemiddeld 0.04). De stijging is het grootst bij het appartement en de vrijstaande woning. Bij woningen met een warmtepomp daalt de EPC met 0.01 tot 0.06 (gemiddeld 0.03).

4.2 Vakantiewoning

4.2.1 Energiegebruik

De veranderingen per energiepost zijn voor woningen en vakantiewoningen vergelijkbaar en weergegeven in paragraaf 4.1.1. Daar waar de effecten bij vakantiewoningen anders zijn dan bij de overige woningen is dit expliciet vermeld. Een overzicht van het totale energiegebruik en het energiegebruik per post bepaald met zowel NEN 5128 als NEN 7120 is weergegeven in bijlage 6.

4.2.2 Cepec en EPC

Voor de vakantiewoningen zijn drie maatregelpakketten doorgerekend met een verschillend ventilatiesysteem. Er zijn geen maatregelpakketten beschouwd met een warmtepomp.

De benodigde Cepec voor het gelijk houden van de EPC van de vakantiewoning bedraagt op grond van de doorgerekende maatregelpakketten 0.72.

De EPC van de vakantiewoningen volgens NEN 5128 en NEN 7120 staat vermeld in tabel 4. Bij de bepaling van de EPC volgens NEN 7120 is uitgegaan van een EPC-eis van 1.4 en Cepec van 0.72.

Tabel 4

EPC voor woonwagens bepaald met NEN 5128 en NEN 7120 (EPC eis 1.4 en Cepec 0.72)

Type	Pakket	EPC vlg. NEN 5128	EPC vlg. NEN 7120
Vakantiewoning	Natuurlijke ventilatie	1.17	1.11
	Zelfregelende roosters	0.95	0.90
	Balansventilatie	0.82	0.91

De EPC van de vakantiewoning met natuurlijke ventilatie en met zelfregelende roosters wordt circa 5% lager. De EPC van de vakantiewoning met balansventilatie wordt circa 10% hoger. Ook bij de woningen in paragraaf 4.1 werd de EPC van maatregelpakketten met balansventilatie en een HR-ketel hoger.

4.3 Woonwagens

4.3.1 Energiegebruik

Het berekende karakteristieke energiegebruik met NEN 7120 neemt met 3-11% licht toe ten opzichte van NEN 5128. Bij de woonwagens is in alle doorgerekende maatregelpakketten gebruik gemaakt van zelfregelende roosters. De veranderingen per energiepost zijn voor woningen, vakantiewoningen en woonwagens weergegeven in paragraaf 4.1.1.

Een overzicht van het totale energiegebruik en het energiegebruik per post bepaald met zowel NEN 5128 als NEN 7120 is weergegeven in bijlage 6.

4.3.2 Cepc en EPC

De benodigde Cepc voor het gelijk houden van de EPC van de doorgerekende maatregelpakketten bedraagt 0.93.

De EPC van de woningen volgens NEN 5128 en NEN 7120 staat vermeld in tabel 5. Bij de bepaling van de EPC volgens NEN 7120 is uitgegaan van een EPC-eis van 1.3 en Cepc van 0.93.

Tabel 5

EPC voor woonwagens bepaald met NEN 5128 en NEN 7120 (EPC-eis 1.3 en Cepc 0.93)

Type	Pakket	EPC vlg. NEN 5128	EPC vlg. NEN 7120
Enkel enkellaags	1 (Rc 2.0 m ² .K/W)	1.34	1.23
	2 (Rc 2.5 m ² .K/W)	1.26	1.19
Dubbel enkellaags	1 (Rc 2.0 m ² .K/W)	1.30	1.28
	2 (Rc 2.5 m ² .K/W)	1.22	1.23
Dubbel dubbellaags	1 (Rc 2.0 m ² .K/W)	1.19	1.25
	2 (Rc 2.5 m ² .K/W)	1.12	1.20

Bij de doorgerekende types woonwagens en maatregelpakketten varieert de verandering van de EPC van -7% tot +8%.

4.4 Utiliteitsgebouwen

4.4.1 Energiegebruik

Over het algemeen is het totale karakteristieke energiegebruik volgens NEN 7120 lager dan het totale karakteristieke energiegebruik volgens NEN 2916. De verschillen per maatregelpakket variëren grosso modo van 0 tot min 25% ten opzichte van NEN 2916 met uitschieters naar plus 10 en min 40%.

De resultaten voor de energieposten verlichting en tapwater verschillen het minst en laten over de hele breedte van de berekende maatregelpakketten een zelfde beeld zien.

Bij de andere energieposten treden er soms grote verschillen op. Vooral bij de energieposten verwarming, koeling en ventilatoren zijn de verschillen het grootst. Ook hulpenergie is in sommige vallen beduidend hoger, maar in NEN 2916 werd hierbij alleen gekeken naar het energiegebruik door pompen.

De verwarmingsenergie bedraagt voor alle gebouwen maar 40 tot 60% van het karakteristieke energiegebruik volgens NEN 2916. Bij de groepspraktijk, kantoor groot en het zwembad is het verbruik volgens NEN 7120 met 25 tot 30% ten opzichte van NEN 2916 nog een stuk lager.

Het energiegebruik door koeling volgens NEN 7120 is daarentegen gelijk gebleven aan het energiegebruik volgens NEN 2916 of juist sterk gestegen. Het energiegebruik door ventilatoren is in NEN 7120 zowel met circa 50% afgenomen als met 30% toegenomen in vergelijking met NEN 2916.

Bij een aantal referentiegebouwen wijken de resultaten voor het karakteristieke energiegebruik voor één of twee energieposten sterk af (factor 3-4 of meer) van de resultaten volgens NEN 2916. Het gaat om de volgende referentiegebouwen en energieposten:

- Museum – koeling en bevochtiging.
- Groepspraktijk – verwarming.
- Verpleeghuis – koeling.
- Ziekenhuis – koeling.
- Kantoor middel – koeling.
- Kantoor groot – verwarming.
- Hotel – koeling.
- HBO-school – koeling.
- Zwembad – verwarming.

Ook bij de gevangenis is er sprake van een sterke toename van het karakteristieke energiegebruik. In dit referentiegebouw wordt nauwelijks gebruikgemaakt van koeling. In NEN 2916 werd alleen gekeken naar het energiegebruik door koelinstallaties. In NEN 7120 wordt nu ook voor rekenzones waar geen koeling aanwezig is, rekening gehouden met een verwacht energiegebruik voor zomercomfort. Bij woningbouw was dit in NEN 5128 reeds het geval.

Een overzicht van het relatieve energiegebruik volgens NEN 7120 ten opzichte van NEN 2916 is voor alle doorgerekende maatregelpakketten per energiepost weergegeven in bijlage 7.

Wat opvalt, is dat de grote afwijkingen eigenlijk alleen optreden bij verwarming en koeling. Het energiegebruik voor verwarming en koeling wordt bepaald door de berekening van de warmte- en koudebehoefte. Hierbij spelen zowel de berekende luchtvolumestromen uit de nieuwe NEN 8088-1, het nieuwe warmere klimaatjaar als de hogere zonnearmtewinst (die nu ook wordt meegenomen bij dichte delen) een belangrijke rol.

4.4.2 Bepaling Ceph per gebruiksfunctie

De Ceph per gebruiksfunctie is bepaald door het rekenkundig gemiddelde te nemen van de benodigde Ceph van de maatregelpakketten die horen bij dezelfde gebruiksfunctie. Per maatregelpakket is de nieuwe EPC berekend en het verschil met de oude EPC. Bij de berekening van de nieuwe EPC is voor alle maatregelpakketten horende bij de gebruiksfunctie de (afgeronde) rekenkundig gemiddelde Ceph aangehouden.

Voor zover er van het bovenstaande is afgeweken is dit onderstaand per gebruiksfunctie vermeld.

Bijeenkomstfunctie

De maatregelpakketten van het relatief kleine café-restaurant (121 m²) zijn buiten beschouwing gelaten. De berekende benodigde Ceph voor dit referentiegebouw was circa 30% lager dan voor het gemiddelde van buurthuis, museum en theater. Wanneer deze maatregelpakketten binnen het rekenkundig gemiddelde meegenomen zouden worden, zou dit voor de grote referentiegebouwen, het museum en theater, hebben geleid tot een onevenwichtige verzwaring van de EPC-eis. Door het niet meenemen van het café-restaurant is het voor dit gebouwtype daarentegen eenvoudiger geworden om aan de EPC-eis te voldoen.

Kantoorfunctie

De berekende Cepc voor het kleine kantoor (480 m²) is met 0.81 circa 20% lager dan de berekende gemiddelde Cepc van 1.01 voor kantoor middel en kantoor groot. Om de eis voor de meeste kantoren niet te laten bepalen door het kleine kantoor zijn de resultaten voor het kleine kantoor buiten beschouwing gelaten. De Cepc voor de kantoorfunctie is daarmee gebaseerd op kantoor middel en kantoor groot. Voor het kleine kantoor heeft dit als effect dat de EPC lager uitvalt.

Winkelfunctie

De berekende Cepc voor de kleine winkel (90 m²) is met 0.62 circa 0.30 lager dan de berekende gemiddelde Cepc van 0.92 voor de supermarkt en het warehouse. De kleine winkel is gemodelleerd als vrijstaande winkel. In werkelijkheid grenst een kleine winkel veelal aan meerdere zijden aan andere winkels of gebouwen. De berekende resultaten zijn daarom weinig representatief voor een kleine winkel. Daarom zijn de resultaten voor de kleine winkel buiten beschouwing gelaten. De Cepc voor de winkelfunctie is gebaseerd op het gemiddelde voor de supermarkt en het warehouse. Ook in de aanscherpingsstudie utiliteitsbouw uit 2005 is de kleine winkel buiten beschouwing gelaten.

4.4.3 Cepc

In tabel 6 zijn per gebruiksfunctie de benodigde Cepc getallen weergegeven voor het gelijk houden van de EPC. Bij de bepaling van de gemiddelde Cepc per gebruiksfunctie is voor de bijeenkomstfunctie, kantoorfunctie, sportfunctie en winkelfunctie een afwijkende aanpak gehanteerd ten opzichte van het rekenkundig gemiddelde (zie paragraaf 4.4.2).

Het merendeel van de maatregelpakketten voor de utiliteitsgebouwen maakt gebruik van balansventilatie. Het onderscheid tussen resultaten met balansventilatie en natuurlijke toevoer of zelfregelende roosters zoals bij woningbouw kon hier niet gemaakt worden.

Tabel 6
EPC-eis en berekende Cepc per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	EPC-eis	Cepc
Bijeenkomstfunctie	2.0	0.77
Celfunctie	1.8	0.96
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	2.6	1.11
Gezondheidszorgfunctie anders	1.0	0.92
Kantoorfunctie	1.1	1.01
Logiesgebouw	1.8	0.89
Onderwijsfunctie	1.3	1.34
Sportfunctie (matig verwarmd en overig)	1.8	0.81
Winkelfunctie	2.6	0.92

Voor de onderstaande referentiegebouwen zijn er maatregelpakketten zonder balansventilatie:

- Kleine winkel: twee pakketten met natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer, één pakket met balansventilatie.
- Groepspraktijk en klein kantoor: drie pakketten met natuurlijk toevoer en mechanische afvoer, één pakket met balansventilatie.

- Kantoor middel: één pakket met natuurlijk toevoer en mechanische afvoer, drie pakketten met balansventilatie.

Omdat voor het type ventilatiesysteem voldoende onderscheidende maatregelpakketten ontbreken is bij de bepaling van de gemiddelde Ceph per gebruiksfunctie gebruikgemaakt van de beschikbare doorgerekende maatregelpakketten (zie ook de uitzonderingen in paragraaf 4.4.2).

Het feit dat balansventilatie in NEN 7120 minder goede prestaties heeft dan in NEN 2916 is bij utiliteitsgebouwen daardoor verwerkt in de Ceph. Binnen het doel van deze studie – het gelijk houden van de oude en de nieuwe EPC-berekening – is het reëel om de maatregelpakketten met balansventilatie mee te nemen. In de nieuwbouw van de meeste utiliteitsgebouwen wordt immers balansventilatie toegepast.

Voor gebouwen met balansventilatie wordt met de berekende Ceph dus invulling gegeven aan een gelijkblijvende EPC tussen de oude en de nieuwe norm. Voor gebouwen met een ander ventilatiesysteem dan balansventilatie is het feitelijk eenvoudiger geworden om aan de EPC eis te voldoen.

4.4.4 EPC

De berekende EPC voor alle 73 doorgerekende maatregelpakketten van de utiliteitsgebouwen volgens NEN 2916 en NEN 7120 zijn opgenomen in bijlage 8. Bij de bepaling van de EPC is uitgegaan van de EPC-eis en Ceph per gebruiksfunctie zoals vermeld in tabel 6.

De Ceph is bepaald per gebruiksfunctie. Per gebruiksfunctie zijn er één of meer referentiegebouwen meegenomen (zie tabel 1). Per referentiegebouw zijn er drie of meer maatregelpakketten doorgerekend. Door de verscheidenheid in gebouwtypes per gebruiksfunctie lopen de resultaten in de berekende EPC volgens NEN 7120 en NEN 2916 meer uiteen dan bij woningbouw. Bij sommige gebruiksfuncties is er voor een aantal maatregelpakketten of zelfs voor een bepaald type referentiegebouw sprake van een afwijking van 30 tot 35%. De relatieve verandering van de EPC is weergegeven in bijlage 8.

De geconstateerde verschillen met NEN 2916 zijn op sommige energieposten groot. Dit werkt door in de berekende benodigde Ceph en de uiteindelijk bepaalde EPC.

4.5 Effect aangepaste berekeningswijze infiltratie

Na de bepaling van de Ceph voor de verschillende gebruiksfuncties is door de rapporteurs van het correctieblad NEN 7120:C2 nog een aanpassing doorgevoerd in de berekening van de infiltratie.

Dit heeft geen effect op de bepaling van de budgetfactoren. Deze zijn gebaseerd op de berekening van de energieprestatie van woningen. Hierbij is gebruikgemaakt van vaste waarden voor infiltratie, omdat deze waarden ook in NEN 5128 zijn gehanteerd.

Door TNO is aanvullend een analytische benadering uitgevoerd voor het effect van de gewijzigde infiltratie berekening op de budgetfactoren. Hieruit kwam naar voren dat het effect minder dan 2% is op het berekende EPC budget en daarmee de EPC. De gevoeligheid voor woningtype en woningvorm bleek gering.

De aanpassing van de berekeningswijze van infiltratie heeft ook geen effect op de Ceph voor woonwagens en vakantiewoningen omdat ook hierbij is gerekend met vaste waarden voor infiltratie.

Om het effect op de berekende Ceph voor de utiliteitsbouw gebruiksfuncties te onderzoeken is een herberekening van de Ceph uitgevoerd voor 3 gebruiksfuncties die betrekking hebben op 7 bouwtypen verdeeld over 23 maatregelpakketten. Uit de controle bleek dat het effect op de EPC van de doorgerekende maatregelpakketten -na aanpassing van de Ceph- voor de gebruiksfunctie bijeenkomst +1.3%, voor de gebruiksfunctie gezondheid klinisch +0.9% en voor de gebruiksfunctie Kantoor +2% bedroeg.

Geconcludeerd kan worden dat het effect op de EPC van de aangepaste berekeningswijze voor infiltratie gering is. Zeker voor utiliteitsbouw waarbij de correctiefactoren zijn vastgesteld aan de hand van een beperkt aantal voorbeeldprojecten per gebruiksfunctie. De variatie aan gebouwwitvoeringen per gebruiksfunctie is in de praktijk veel groter.

5. Conclusie

Ceph

Om de EPC berekend met NEN 7120 zoveel mogelijk gelijk te laten zijn aan de EPC berekend met NEN 5128 of NEN 2916 is de benodigde Ceph per gebruiksfunctie bepaald. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 7.

Tabel 7
EPC-eis en berekende Ceph per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	EPC-eis	Ceph
Woonfunctie		
• woonwagen	1.3	0.93
• andere woonfunctie	0.6	1.00
Bijeenkomstfunctie	2.0	0.77
Celfunctie	1.8	0.96
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	2.6	1.11
Gezondheidszorgfunctie anders	1.0	0.92
Kantoorfunctie	1.1	1.01
Logiesfunctie in een logiesgebouw	1.8	0.89
Logiesfunctie – anders (vakantiewoning)	1.4	0.72
Onderwijsfunctie	1.3	1.34
Sportfunctie (matig verwarmd en overig)	1.8	0.81
Winkelfunctie	2.6	0.92

Resultaten NEN 7120 en NEN 8088-1

In deze studie is voor het eerst uitgebreid gerekend met NEN 7120 in combinatie met NEN 8088-1. Hierbij is gebruikgemaakt van de beschikbaar gestelde samenwerkende rekentools voor NEN 7120 en NEN 8088-1.

De komende maanden worden beide normen door verschillende software bouwers verwerkt in marktinstrumenten voor de berekening van de energieprestatie. Bij het bouwen en testen van deze software komen mogelijk nog onvolkomenheden van de tools naar boven.

Bij de berekening van de benodigde Ceph is er thans van uit gegaan dat de gebruikte tools volledig correct zijn.

De resultaten van de berekening van de Ceph zijn direct afhankelijk van de berekening van de totale energieprestatie.

De aanpassing die na het bepalen van de Ceph's heeft plaatsgevonden in de berekeningswijze van de infiltratie heeft een gering effect (<2%) op de bovenstaande Ceph's.

Woningbouw

Voor woningbouw zijn de resultaten voor het totale karakteristieke energiegebruik voor woningen berekend met NEN 7120 maximaal circa 5% hoger of lager dan met NEN 5128. Alleen voor woningen met balansventilatie en een HR-ketel is het karakteristieke energiegebruik circa 5-20% hoger.

In de energieposten onderling treden er grotere verschuivingen op. Grosso modo wordt de stijging op de posten hulpenergie, koeling en verwarming gecompenseerd door de daling op verlichting, tapwater en eventueel een hogere opbrengst van PV.

Utiliteit

Bij utiliteit is het totale karakteristieke energiegebruik volgens NEN 7120 over het algemeen lager dan volgens NEN 2916. De verschillen per maatregelpakket lopen uiteen van 0% tot ongeveer min 25%. Voor de energieposten verwarming en koeling treden soms echter verschillen van een factor drie tot vier of meer op.

Het energiegebruik voor verwarming en koeling wordt bepaald door de berekening van de warmte- en koudebehoefte. Hierbij spelen zowel de luchtvolumestromen uit NEN 8088-1, het nieuwe warmere klimaatjaar als de hogere zonnearmtewinst (die nu ook wordt meegenomen bij dichte delen) een belangrijke rol.

Arnhem, 26 januari 2012
DGMR Bouw B.V.

Uitgangspunten en maatregelpakketten SenterNovem referentiewoningen

1. Maatregelpakketten SenterNovem referentiewoningen

In tabel 1 zijn voor de geselecteerde maatregelpakketten de energiebesparende maatregelen opgenomen voor het bereiken van een EPC van circa 0.6 per referentiewoning. De uitgangspunten per energiebesparende maatregel staan vermeld in hoofdstuk 2, onder de tabel.

Tabel 1
Aanvullende energiebesparende maatregelen voor bereiken van EPC van circa 0.6

maatregel	appartement	galerij	rijtussen	rijhoek	2^1 kap	vrijstaand
HR-ketel						
<i>balansventilatie</i>						
- R _c vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m ² .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler		X				2,8

HR-ketel						
<i>zelfregelende roosters</i>						
- R _c vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m ² .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	Combi 5,6
- U _{raam} 1.3 U _{deur} 1.2	X	X	X	X	X	X
- vloerverwarming	X	X	X	X	X	X
- PV 600 Wp	X	X		X	X	X

warmtepomp						
<i>balansventilatie</i>						
- R _c vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m ² .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler		2,8				

warmtepomp						
<i>zelfregelende roosters</i>						
- R _c vloer 3.5, gevel 5, dak 7 m ² .K/W	X	X	X	X	X	X
- douchewarmteterugwinning	X	X	X	X	X	X
- zonneboiler	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	Combi 5,6
- U _{raam} 1.3 U _{deur} 1.2		X				

2. Uitgangspunten SenterNovem referentiewoningen

In de aanscherpingsstudie zijn de SenterNovem referentiewoningen (met een EPC van 0.8) 90°C gedraaid, de zuidgevel is de westgevel geworden. Dit leidt tot hogere EPC's. Om hiervoor te corrigeren zijn de isolatiewaarden in deze studie verhoogd naar (tenminste) 3.5 m².K/W voor de begane grondvloer, 4.0 m².K/W de gevels en 5.0 m².K/W voor het dak. U_{raam} is verlaagd naar (maximaal) 1.7 W/m².K. Bij een deel van de SenterNovem referentiewoningen waren deze maatregelen reeds toegepast voor het bereiken van een EPC van 0.8.

Voor de uitgangssituatie is onderscheid gemaakt in twee typen ventilatiesystemen:

- Gebalanceerde ventilatie met HR-wtw en gelijkstroomventilatoren.
- Zelfregelende ventilatieroosters (forfaitair) met mechanische afzuiging via een gelijkstroomventilator.

Bij de woningen met zelfregelende roosters is alleen gebruikgemaakt van de forfaitaire rekenwaarden uit NEN 5128.

Er zijn geen kwaliteitsverklaringen beschikbaar voor deze maatregel, wel gelijkwaardigheidsverklaringen. Het effect van deze gelijkwaardigheidsverklaringen is echter niet meegenomen bij de samenstelling van de uitgangssituatie of de maatregelpakketten voor EPC 0.6, omdat er veel discussie is over deze gelijkwaardigheidsverklaringen.

In de woningen is verder een HR-combiketel aanwezig. Ten opzichte van de SenterNovem referentiewoningen brochure is het opwekkingsrendement voor warm tapwater voor de meeste referentiewoningen verder verhoogd op basis van beschikbare kwaliteitsverklaringen. Ook is rekening gehouden met een kwaliteitsverklaring voor hulpenergie. Er is steeds uitgegaan van waarden die in de praktijk haalbaar zijn met meerdere producten.

Opwekkingsrendement warm tapwater HR-combiketels

Voor opwekking van warm water is een rendement gehanteerd van 70% voor appartementen en galerijwoningen, 72.5% voor hoek- en tussenwoningen, 75% voor 2-onder-1 kap en vrijstaande woningen. Dit is veelal 2.5% hoger dan de rendementen waarmee in de SenterNovem referentiewoningen reeds rekening is gehouden. Voor een aantal referentiewoningen werd nog gerekend met het forfaitaire opwekkingsrendement.

De bovengenoemde rendementen zijn gebaseerd op zeven kwaliteitsverklaringen voor verschillende CW4 ketels van vijf grote producenten. Vrijwel alle geraadpleegde kwaliteitsverklaringen hebben voor de beschouwde referentiewoningen een gelijk of hoger opwekkingsrendement. In een enkel geval is het opwekkingsrendement volgens de kwaliteitsverklaring lager. Het gaat dan om maximaal 2.5% lager.

Hulpenergie HR-combiketels

Ook voor het hulpenergiegebruik van de HR-combiketel is gebruikgemaakt van een kwaliteitsverklaring. Uitgegaan is van een benedengemiddeld effect. Zes van de negen geraadpleegde kwaliteitsverklaringen (van vijf leveranciers) hadden een groter effect op de verlaging van de hoeveelheid hulpenergie dan gehanteerd in de berekeningen (conservatieve benadering). Er is gerekend met de kwaliteitsverklaring van een Nefit Topline Compact ketel.

Voor de toegepaste maatregelen is gerekend met onderstaande uitgangspunten:

- Warmtepompen: individuele elektrische warmtepompen met als bron de bodem.
- Rendement douche warmteterugwinning 55% voor verticale en 45% voor horizontale systemen op basis van kwaliteitsverklaringen.
- Zonneboiler met 2.8 m² collectoroppervlak zonder kwaliteitsverklaring.
- Fotovoltaïsche cellen (PV): 600 Wp.
- Verhoging R_c-waarden: R_c = 5 m².K/W voor de gevel en 7 m².K/W voor het dak.
- Verlaagde U-waarde: U_{raam} 1.3 en U_{deur} 1.2 W.m²/K.
- LT-verwarming.

Onderstaand worden per maatregel de uitgangspunten besproken.

Warmtepompen

Voor de woningen met een individuele elektrische warmtepomp is gerekend met de forfaitaire opwekkingsrendementen voor verwarming en tapwater (conform tabel B2). Als bron voor de warmtepomp is uitgegaan van de bodem. Er zijn geen correcties gemaakt voor de hulpenergie. Er is gerekend met een temperatuurniveau van 35-45°C en volledig vloer- en/of wandverwarming als afgiftesysteem. Daarnaast is ervan uitgegaan dat in de woningen met warmtepompen gedurende de zomerperiode vrije koeling plaats kan vinden.

Douche-warmteterugwinning (DWTW)

Op basis van twee beschikbare kwaliteitsverklaringen voor verticale DWTW is voor het rendement van de DWTW in grondgebonden woningen uitgegaan van 55%. Voor een horizontale DWTW voor appartementen en galerijwoningen was slechts één kwaliteitsverklaring beschikbaar. Er is gerekend met een rendement van 45%.

Bij de invoer in de EPC-berekening is rekening gehouden met aansluiting van de DWTW op zowel de koude douchekraan als op de combiketel. Dit geeft de hoogste benuttingsgraad.

Zonneboiler

De ingevoerde zonnecollector van 2.8 m² is relatief groot. Reeds vanaf een collectoroppervlak van circa 2 m² zijn zonneboilersystemen beschikbaar. Er is in deze studie aangesloten bij de grootte van de zonnecollectoren die reeds in de SenterNovem referentiewoningen met zelfregelende roosters waren toegepast. Opgemerkt wordt dat het gehanteerde oppervlak weliswaar groot is, maar dat geen gebruikgemaakt is van een kwaliteitsverklaring voor de zonneboiler.

In de vrijstaande woningen is een vergrote zonnecollector van 5.6 m² toegepast die ook wordt gebruikt voor ruimteverwarming (zonnegascombi).

Fotovoltaïsche cellen

Voor fotovoltaïsche cellen (PV) is in deze studie uitgegaan van 600 Wp (5 m² van 120 Wp/m²). Bij grondgebonden woningen is het mogelijk een veelvoud hiervan te realiseren.

Verhoging R_c-waarden

Als extra isolatiemaatregel is uitgegaan van een R_c = 5 m².K/W voor de dichte geveldelen en een R_c = 7 m².K/W voor hellende of platte daken.

Verlaging U-waarde ramen en deuren

Als energiebesparende maatregel is gekeken naar verlaging van de U-waarde voor ramen en deuren. Bij de maatregelpakketten is voor deuren reeds standaard uitgegaan van een U-waarde van 2.0 W/m².K (geïsoleerde deur) en voor ramen van 1.7 W/m².K. Deze waarde is forfaitair eenvoudig realiseerbaar bij het toepassen van houten of kunststof kozijn met een forfaitaire U-waarde van 2.4 W/m².K en HR⁺⁺-beglazing met een U-waarde van 1.1 W/m².K.

Als energiebesparende maatregel is gekeken naar de toepassing van drievoudig glas, U-waarde 0.7 W/m².K in een verdiept kozijnprofiel (U_{raam} = 1.3 W/m².K). Voor de deuren is rekening gehouden met een U-waarde van 1.2 W/m².K.

Voor het bereiken van een U_{raam} van 1.3 W/m².K is het overigens niet direct nodig om drievoudig glas toe te passen. Voor kunststof kozijn bijvoorbeeld kan gebruikgemaakt worden van een verklaring waarin een U-waarde van 1.4 W/m².K is vastgelegd (Vereniging Kunststof Gevelementenindustrie, KeurKozijn). In combinatie met HR⁺⁺-beglazing met U_{glas} 1.1 W/m².K kan een U_{raam} van 1.34 W/m².K bereikt worden.

Lage temperatuurverwarming

Er is in de woningen met een HR-ketel bij de maatregel lage temperatuurverwarming steeds uitgegaan van een laag temperatuursysteem (LT) in combinatie met een afgiftesysteem op basis van vloer- en/of wandverwarming. Bij de warmtepomp is altijd uitgegaan van toepassing van lage temperatuurverwarming met vloer- en/of wandverwarming.

Maatregelpakketten vakantiewoning

Basispakket

Voor het basispakket is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Isolatie dichte delen R_c 2.5 m².K/W (Bouwbesluit-eis).
- HR⁺⁺-beglazing, U_{raam} 1.8 W/m².K.
- Niet geïsoleerde voordeur.
- HR107-combiketel.
- Ventilatie via natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.
- Wisselstroom ventilator.
- Geen zonwering.

Om het basis maatregelpakket voor de vakantiewoning door verschillen in gekozen uitgangspunten niet teveel af te laten wijken van de SenterNovem referentiewoningen zijn daarnaast de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement tapwater van 70%.
- Werkelijke leidinglengte voor tapwater.
- Uitgebreide methode voor koudebruggen met opslag van 25%.

Energiezuinige pakketten

In de energiezuinige pakketten zijn onderstaande maatregelen opgenomen:

- Isolatie dichte delen R_c 3.5 m².K/W.
- HR⁺⁺-beglazing, U_{raam} 1.7 W/m².K.
- Geïsoleerde voordeur U_{deur} 2.0 W/m².K.
- Kwaliteitsverklaring voor opwekkingsrendement tapwater van 72.5%.
- Kwaliteitsverklaring voor hulpenergie verwarming (zie bijlage 1 - Hulpenergie HR-combiketels).
- Balansventilatie met:
 - hoogrendement warmteterugwinning 95%;
 - infiltratie 0.625 l.s/m²;
 - gelijkstroom ventilator.
- Zelfregelende roosters (forfaitair) met wisselstroomventilator:
 - zonneboiler voor tapwater, 2.8 m² collector.

Maatregelpakketten woonwagens

Inhoud van de maatregelenpakketten

Maatregelen	Pakket 1	Pakket 2
Rc dak (m ² K/W)	2,0	2,5
Rc gevel (m ² K/W)	2,0	2,5
Zelfregelende roosters	x	x
Wisselstroom ventilator	x	x

HR-combiketel

CW-klasse 3

HR-ww tapwater

Geen kwaliteitsverklaring hulpenergie

Maatregelpakketten utiliteitsgebouwen

Maatregelpakketten utiliteitsgebouwenTabel 1
Maatregelcodering

Code	Maatregel
1	isolatie gevel $R_c=3,5$
2	isolatie dak $R_c=3,5$
3	isolatie dak $R_c=4$
4	isolatie $R_c=4$
5	$U_{raam}=1,8$
6	energiezuinige HF-verlichting
7	veegregeling
8	daglichtregeling
9	veeg/daglichtregeling
10	aanwezigheidsdetectie
11	werkelijke ventilatorvermogens met toerenregeling
12	wtw 70%
13	hoger cv rendement
14	wp met hr-ketel
15	wp met hr-ketel en koudeopslag
16	wp met hr-ketel overal toepasbare bron
17	Wkk
18	zonneboiler voor tapwater

Tabel 2
Maatregelpakkettenpakket (codering maatregelen volgens tabel 1)

functie	gebouw	pakket	codering maatregelen in pakket
bijeenkomst	café restaurant	kn 10	5, 9, 11
	buurtcentrum	kn 8	5, 9, 11
	museum	kn 20	4, 9, 10, 11, 15
		22	4, K9, K10, B12 11, 16
	theater	kn 14	9, 10, 11, 12, 15
cellen	gevangenis	15	9, 10, 11, 12, 16
		kn 14	6, 7
		kn 14	5, 9, 10, 16
gezondheidszorg niet klinisch	groepspraktijk	kn 10	8, 9, 12, 15
gezondheidszorg klinisch	verpleeghuis	7	8, 9, 12, 16
		kn 12	9, 11, 17
kantoor	kantoor klein	kn 9	5, 16
	kantoor middel	kn 13	9, 12, 15
		16	9, 12, 16
	kantoor groot	kn 7	15, 18
logiesgebouw	hotel	6	16, 18
		kn 8	5, 9
		kn 13	5, 9, 13
		kn 9	11, 16
onderwijs	VO-school	kn 14	9, 10, 11, 12, 15
		16	9, 10, 11, 12, 16
		kn 5	5, 10
sport	tennishal	kn 1	1
		kn 1	
		kn 13	9, 11, 12
winkel	kleine winkel	kn 5	5
		kn 27	1, 3, 11, 16
		kn 16	11, 12, 15
		17	11, 12, 16

kn = kostenneutrale pakket

K = kantoorfunctie

B = bijeenkomstfunctie

Getalswaarden bij uitgebreide invoer zonneboiler

Uitgebreide invoer zonneboiler

Bij het appartementengebouw en de galerijwoningen is (evenals in de EPW-bestanden) gebruikgemaakt van een collectieve zonneboilerinstallatie. Wel is rekening gehouden met individuele zonneboiler opslagvaten per woning. De zonneboiler is alleen toegepast in de woningen op de bovenste twee verdiepingen van het gebouw (12 appartementen en 16 galerijwoningen)

Bij de utiliteitsgebouwen is in het cellengebouw, verpleeghuis, ziekenhuis en het hotel gebruikgemaakt van een zonneboiler voor tapwater.

Voor zowel woning- als utiliteitsgebouwen is uitgegaan van onderstaande uitgangspunten en de rekenwaarden in de tabel.

Uitgangspunten

- Afdekte vlakke plaat collector met Zonnekeur.
- Plaatsing opslagvat in verwarmde ruimte.
- Ongeïsoleerde leiding tussen warmteopslag en collector.
- Indirecte gasgestookte naverwarming.
- Forfaitaire waarde voor:
 - warmteoverdrachtscoëfficiënt isolatiemateriaal warmteopslag 0.05 W/mK;
 - gemiddelde dikte isolatiemateriaal warmteopslag 0.05 m;
 - rendement van het collectorcircuit, Eta_loop 0.85.

Rekenwaarden bij invoer zonneboiler in NEN 7120

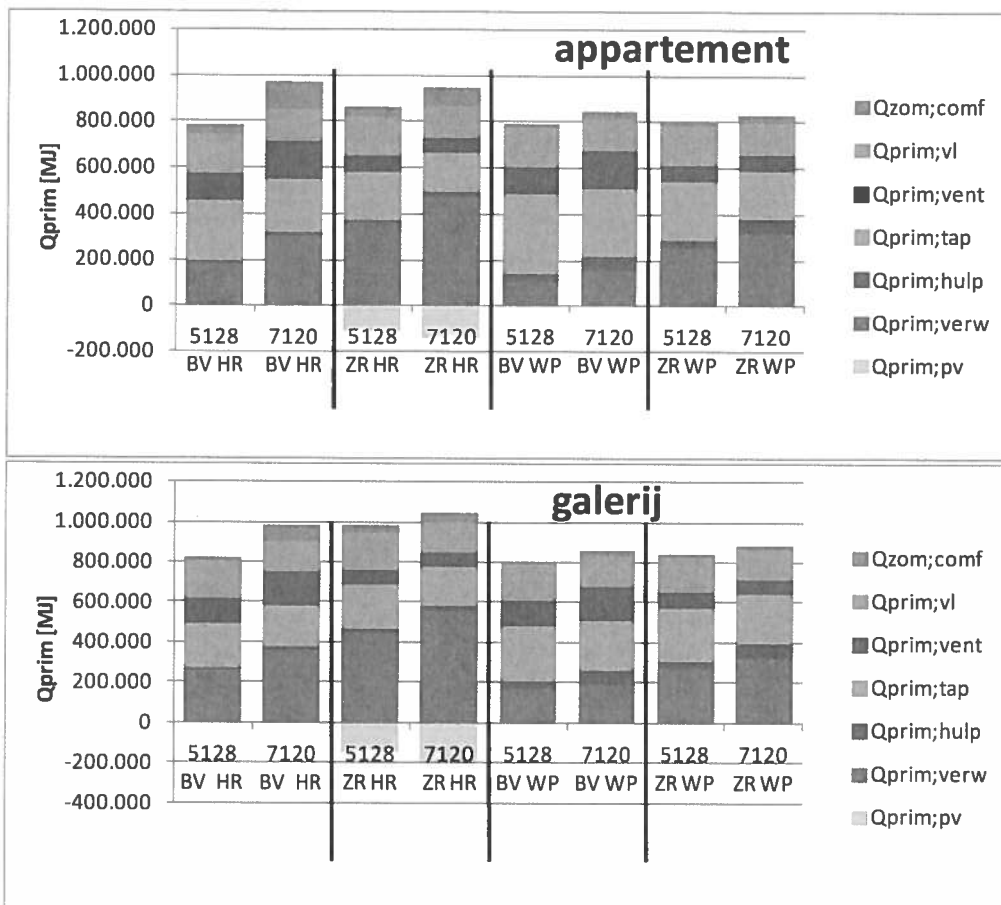
Gebouw	Hoogte [m]	Volume [l]	Oppervlak opslagvat zonder isolatie [m ²]	Warmteoverdrachtcoëfficiënt van de warmtewisselaar [W/K]
Appartementen	1,1	1.320*	14,9	645
Galerijwoningen	1,1	1.760*	19,9	860
Cellengebouw	2,0	800	4,5	384
Verpleeghuis	2,0	2.200	7,5	1056
Ziekenhuis	2,8, 3 stuks	15.000	40	9600
Hotel	2,0	960	4,9	461

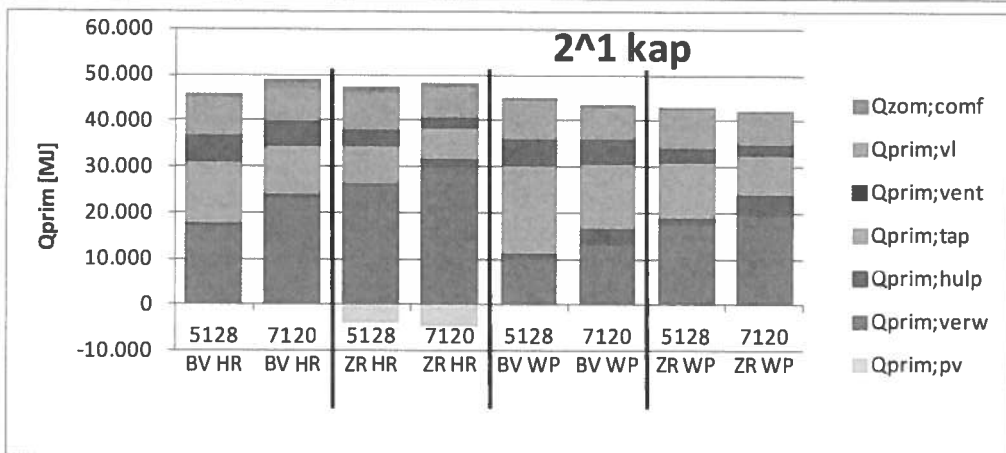
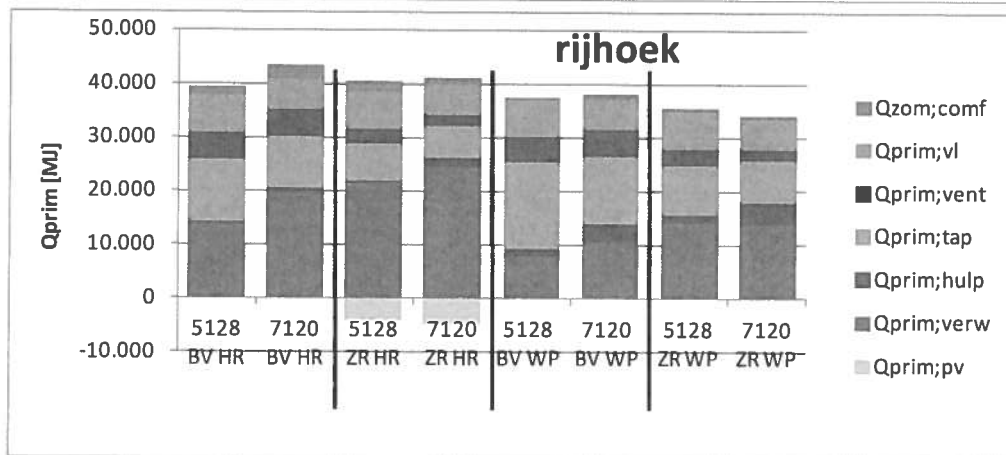
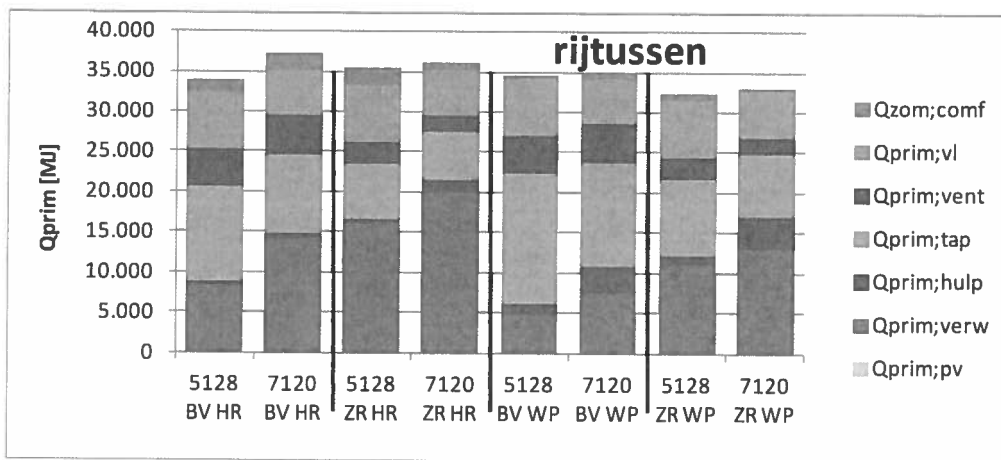
* een volume van 110 liter per woning

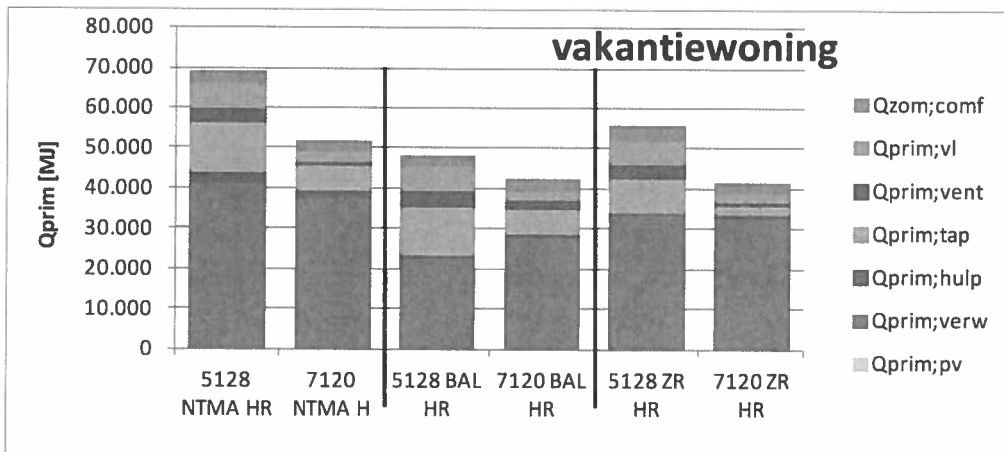
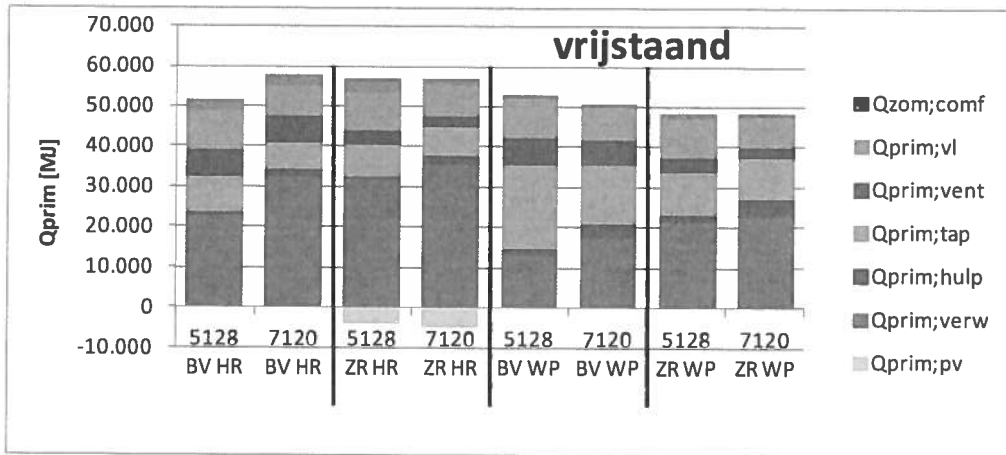
Energiegebruik voor SenterNovem referentiewoningen bepaald met zowel NEN 5128 als NEN 7120

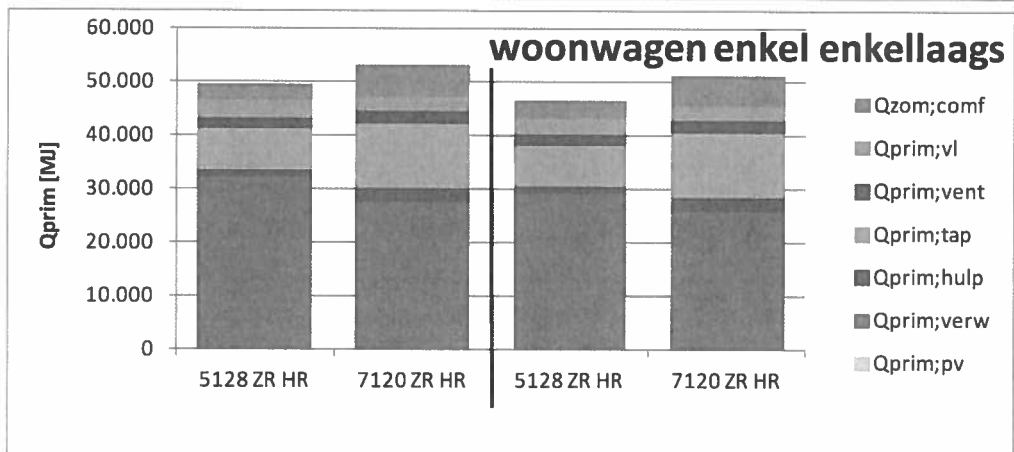
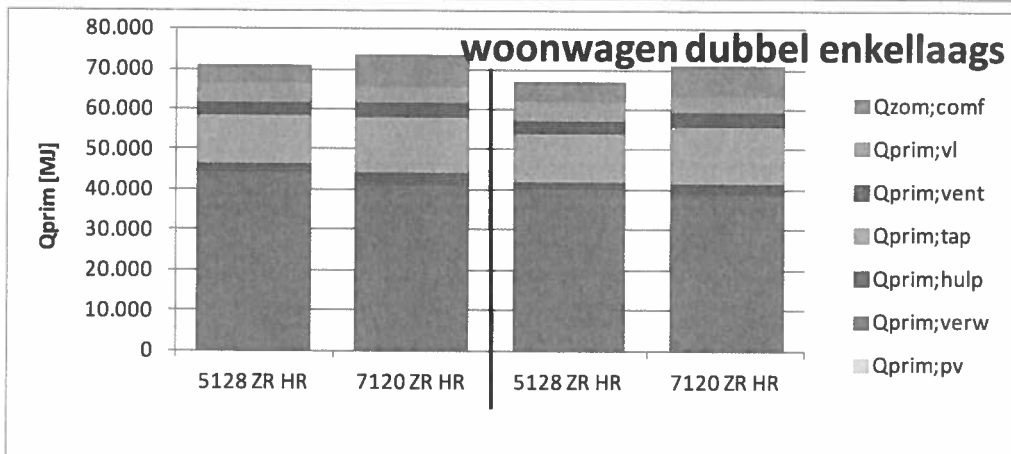
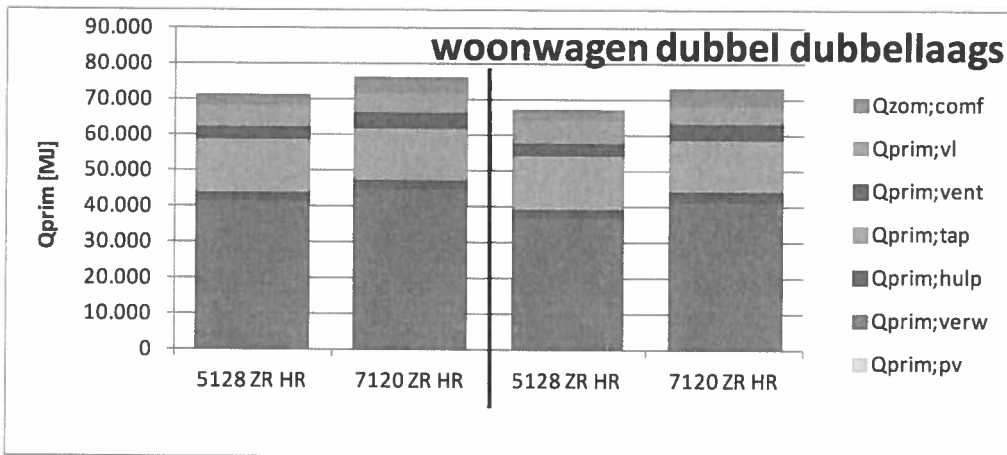
Totale energiegebruik per woningtype

- BV balansventilatie HR-wtw 95%
- ZR zelfregelende roosters
- NTMA natuurlijke toevoer, mechanische afzuiging
- HR individuele HR107-combiketel
- WP individuele elektrische warmtepomp met bodemlussen









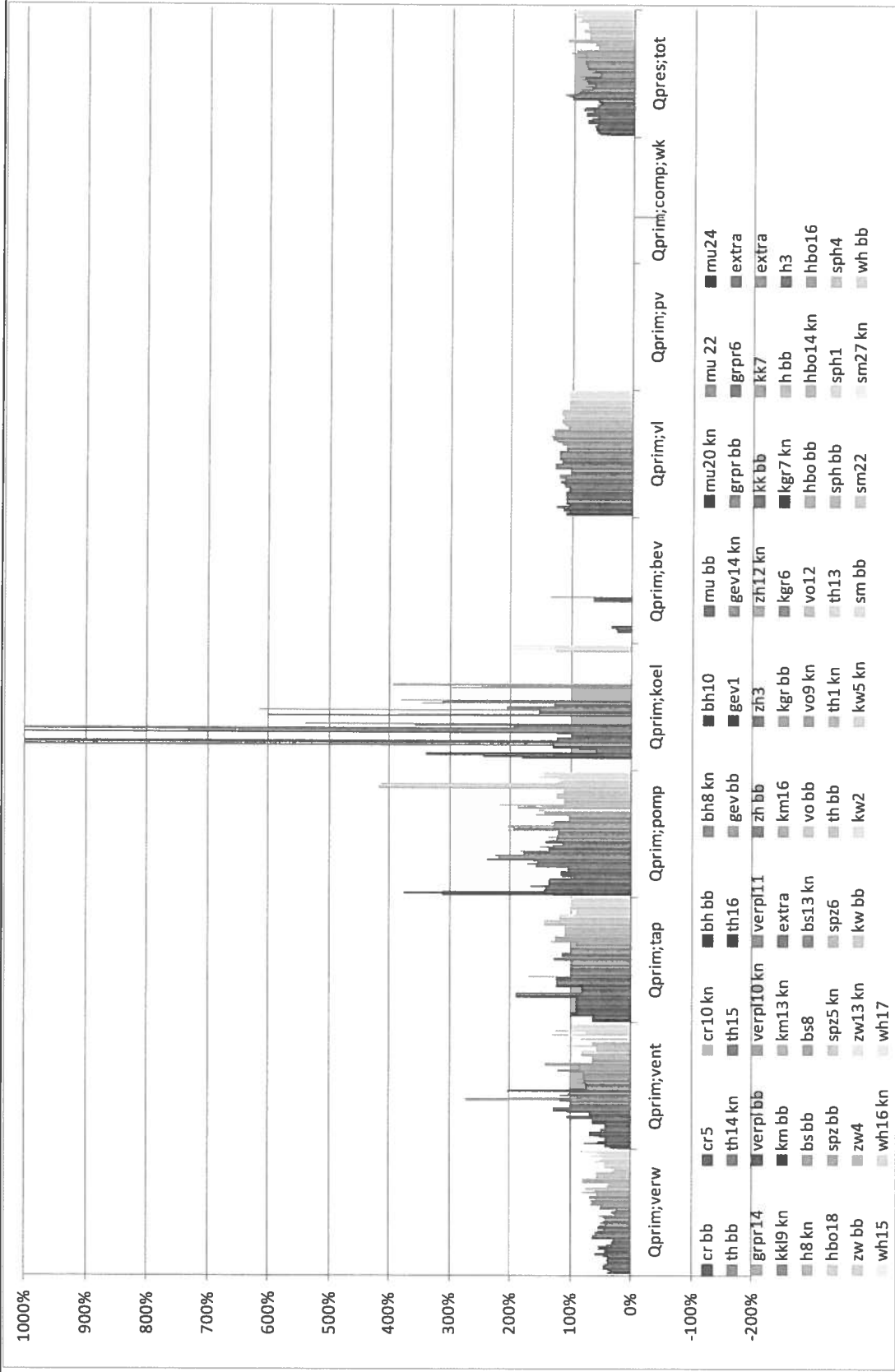
Bijlage 7

Relatief energiegebruik voor utiliteitsgebouwen per energiepost, bepaald met NEN 7120 ten opzichte van NEN 2916.

bb = maatregelpakket Bouwbesluit
kn = maatregelpakket kostenneutraal

cr = café restaurant
bh = buurthuis
mu = museum
th = theater
gev = gevangenis
grpr = groepspraktijk
verpl = verpleeghuis
zh = ziekenhuis
kk(l) = kantoor klein
km = kantoor middel
kgr = kantoor groot
h = hotel
bs = basisschool
vo = vo-school
hbo = hbo-school
spz = sport/gymzaal
th = tennishal
sph = sporthal
zw = zwembad
kw = kleine winkel
sm = supermarkt
wh = warenhuis

E.2009.1646.06.R001
 Ventilatieberekeningen en Capc - Bepaling Capc ten behoeve van NEN 7120



EPC maatregelpakketten utiliteit volgens NEN 2916 en NEN 7120

Bij de bepaling van de EPC is uitgegaan van de EPC-eis en Cepc per gebruiksfunctie zoals vermeld in onderstaande tabel.

EPC-eis en berekende Cepc per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	EPC-eis	Cepc
Bijeenkomstfunctie	2,0	0,77
Celfunctie	1,8	0,96
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	2,6	1,11
Gezondheidszorgfunctie anders	1,0	0,92
Kantoorfunctie	1,1	1,01
Logiesgebouw	1,8	0,89
Onderwijsfunctie	1,3	1,34
Sportfunctie (matig verwarmd en overig)	1,8	0,81
Winkelfunctie	2,6	0,92

referentiegebouw	code pakket	EPC nieuw	EPC oud	verschil	
café restaurant	cr bb	1,46	2,13	-0,67	-31,5%
	cr5	1,33	1,82	-0,49	-26,9%
	cr10 kn	1,41	1,91	-0,5	-26,2%
buurthuis	bh bb	1,66	2,15	-0,49	-22,8%
	bh8 kn	1,37	1,81	-0,44	-24,3%
	bh10	1,21	1,55	-0,34	-21,9%
museum	mu bb	1,81	2,14	-0,33	-15,4%
	mu20 kn	1,27	1,18	0,09	7,6%
	mu 22	1,37	1,28	0,09	7,0%
	mu24	1,50	1,53	-0,03	-2,0%
theater	th bb	2,22	2,13	0,09	4,2%
	th14 kn	1,56	1,17	0,39	33,3%
	th15	1,61	1,20	0,41	34,2%
	th16	1,70	1,50	0,2	13,3%
gevangenis	gev bb	1,98	1,97	0,01	0,5%
	gev1	1,94	1,93	0,01	0,5%
	gev14 kn	1,89	1,91	-0,02	-1,0%
groepspraktijk	grpr bb	1,36	1,31	0,05	3,8%
	grpr6	1,15	1,18	-0,03	-2,5%
	extra (bb+bv)	1,22	1,24	-0,02	-1,6%
	grpr14	0,91	0,89	0,02	2,2%
verpleeghuis	verpl bb	3,43	3,35	0,08	2,4%
	verpl10 kn	2,66	2,43	0,23	9,5%
	verpl11	2,84	2,49	0,35	14,1%
ziekenhuis	zh bb	3,02	3,15	-0,13	-4,1%
	zh3	2,20	2,40	-0,2	-8,3%
	zh12 kn	2,31	2,58	-0,27	-10,5%
kantoor klein	kk bb	1,03	1,33	-0,3	-22,6%
	kk7	0,95	1,07	-0,12	-11,2%
	extra (bb+bv)	0,93	1,28	-0,35	-27,3%
	kk19 kn	0,73	0,87	-0,14	-16,1%

referentiegebouw	code pakket	EPC nieuw	EPC oud	verschil	
kantoor middel	km bb	1,45	1,36	0,09	6,6%
	km13 kn	1,10	0,96	0,14	14,6%
	extra (13+ntma)	1,11	1,00	0,11	11,0%
	km16	1,24	0,99	0,25	25,3%
kantoor groot	kgr bb	1,09	1,38	-0,29	-21,0%
	kgr6	0,97	1,00	-0,03	-3,0%
	kgr7 kn	0,87	0,97	-0,1	-10,3%
hotel	h bb	1,90	1,89	0,01	0,5%
	h3	1,64	1,64	0	0,0%
	h8 kn	1,82	1,80	0,02	1,1%
basisschool	bs bb	1,06	1,35	-0,29	-21,5%
	bs8	0,89	1,11	-0,22	-19,8%
	bs13 kn	0,98	1,22	-0,24	-19,7%
vo-school	vo bb	1,31	1,36	-0,05	-3,7%
	vo9 kn	1,11	1,00	0,11	11,0%
	vo12	1,13	1,17	-0,04	-3,4%
hbo	hbo bb	1,41	1,39	0,02	1,4%
	hbo14 kn	1,03	0,80	0,23	28,8%
	hbo16	1,05	0,90	0,15	16,7%
	hbo18	1,39	1,16	0,23	19,8%
gymzaal	spz bb	1,13	1,82	-0,69	-37,9%
	spz5 kn	1,07	1,73	-0,66	-38,2%
	spz6	0,96	1,48	-0,52	-35,1%
tennisal	th bb	2,49	1,77	0,72	40,7%
	th1 kn	2,49	1,76	0,73	41,5%
	th13	2,39	1,70	0,69	40,6%
sporthal	sph bb	2,10	2,28	-0,18	-7,9%
	sph1	2,04	2,23	-0,19	-8,5%
	sph4	2,02	2,22	-0,2	-9,0%
zwembad	zw bb	1,94	1,84	0,1	5,4%
	zw4	1,56	1,47	0,09	6,1%
	zw13 kn	1,55	1,34	0,21	15,7%
kleine winkel	kw bb	2,24	3,30	-1,06	-32,1%
	kw2	2,37	3,49	-1,12	-32,1%
	kw5 kn	2,21	3,23	-1,02	-31,6%
supermarkt	sm bb	3,00	3,23	-0,23	-7,1%
	sm22	2,43	2,72	-0,29	-10,7%
	sm27 kn	2,32	2,54	-0,22	-8,7%
warenhuis	wh bb	3,76	3,33	0,43	12,9%
	wh15	2,80	2,80	0	0,0%
	wh16 kn	2,64	2,41	0,23	9,5%
	wh17	2,98	2,57	0,41	16,0%

Een overzicht van de gehanteerde afkortingen voor de pakketcodes staat vermeld in bijlage 7.

De pakketcode 'extra' betreft de maatregelpakketten die aanvullend zijn doorgerekend met een alternatief type ventilatiesysteem. Grpr bb met balansventilatie (bv), kk bb met balansventilatie (bv) en km13 kn met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (ntma).