



Professionele Bachelor Elektromechanica Klimatisering



PROJECTREALISATIES NEW THERM SERVICE BINNEN- EN BUITENDIENST

Dylan Massaux

Promotoren:

Dhr. Johan Crommen
Dhr. Chris Hendrickx

New Therm Service Diepenbeek
Hogeschool PXL Diepenbeek





Professionele Bachelor Elektromechanica Klimatisering



PROJECTREALISATIES NEW THERM SERVICE BINNEN- EN BUITENDIENST

Dylan Massaux

Promotoren:

Dhr. Johan Crommen
Dhr. Chris Hendrickx

New Therm Service Diepenbeek
Hogeschool PXL Diepenbeek



Figurenlijst

Figuur 1 Werf in Leopoldsburg.....	11
Figuur 2 De types woningen.....	12
Figuur 3 Grondplan van de werf	13
Figuur 4 Rookgasafvoer.....	19
Figuur 5 Rookgasafvoeren type C	19
Figuur 6 Rookgasafvoer van de ketel.....	20
Figuur 7 Het ketelvertrek	21
Figuur 8 Bolkranen	22
Figuur 9 EA terugstroombeveiliging.....	23
Figuur 10 Vulset	24
Figuur 11 Manometer met afsluitdrukknop	25
Figuur 12 Automatische ontluuchters.....	26
Figuur 13 Extra automatische ontluuchter	27
Figuur 14 Radiator met niet-thermostatiseerbare kraan	28
Figuur 15 Radiator met thermostatiseerbare kraan	29
Figuur 16 Aan- en afvoerleiding van een radiator	29
Figuur 17 Collectoren voor CV	30
Figuur 18 Collectoren voor het sanitair water	31
Figuur 19 Regenwatersysteem.....	32
Figuur 20 Reservoir van het regenwatersysteem	33
Figuur 21 De vier verschillende ventilatiesystemen	34
Figuur 22 Systeem C+ evo II	35
Figuur 23 Maatregelen voor hernieuwbare energie.....	44
Figuur 24 JAGA gebouwen	61
Figuur 25 Flens van een verwarmingsketel.....	65

Tabellenlijst

Tabel 1 De vereiste debieten voor ventilatie	39
Tabel 2 EPB-regels voor 2012.....	41
Tabel 3 EPB-regels voor 2012 - gebouwen met woonfunctie.....	41
Tabel 4 Regels voor 2014 - gebouwen met woonfunctie	42
Tabel 5 Verlaging van het E-peil in de toekomst	43
Tabel 6 Specifieke voorwaarden voor elke maatregel.....	45
Tabel 7 Voorcalculatie: kost/domein	57
Tabel 8 Voorcalculatie: aantal verwachte werkuren/domein	57
Tabel 9 Tussentijdse evaluatie: alle kosten.....	59
Tabel 10 Overzicht van de gasbranders	64

Lijst van verklaringen

Eenheden

m	meter
cm	centimeter)
"	inch (1" = 2.54 cm
m ²	vierkante meter
m ³	kubieke meter
m ³ /h	kubieke meter per uur
kW	kilowatt
MW	megawatt
°	graden
°C	graden Celsius
mbar	millibar
W/mK	watt per meter Kelvin
W/m ² K	watt per vierkante meter Kelvin
m ² K/W	vierkante meter Kelvin per watt
λ	lambda
Kh	Kelvin uur
kWh/m ²	kilowattuur per vierkante meter
kWh/jaar	kilowattuur per jaar

Afkortingen

CV	centrale verwarming
HR	hoog rendement
EPB	energieprestatie en binnenklimaat
BEN	bijna-energieneutraal
KB	koninklijk besluit
SPF	seizoensprestatiefactor
SP	standaardprijs
WP	werkelijke prijs
SH	standaardhoeveelheid
WH	standaardhoeveelheid

Dankbetuiging

Ik zou van deze gelegenheid gebruik willen maken om een aantal personen te bedanken die mij geholpen hebben dit alles mogelijk te maken.

Allereerst wil ik mijn externe promotor de heer Johan Crommen bedanken voor zijn steun en hulp tijdens deze stage. Zijn professionele kennis en ervaring waren een leidraad doorheen de hele periode. Ook wil ik mijn interne promotor de heer Chris Hendrickx bedanken voor zijn begeleiding en advies om dit eindwerk tot een goed einde te brengen.

Verder wil ik de medewerkers van New Therm Service bedanken voor hun behulpzaamheid, vriendelijkheid en steun. Zij hebben er mede voor gezorgd dat ik me thuis voelde in dit bedrijf.

Tenslotte wil ik mijn familie en vrienden bedanken. Op hun kon ik altijd rekenen om mijn eerste werkervaring zo vlot mogelijk te laten verlopen.

Aan iedereen bedankt!

Inhoudsopgave

Figurenlijst.....	2
Tabellenlijst.....	3
Lijst van verklaringen	4
Dankbetuiging	5
Inhoudsopgave.....	6
Abstract.....	9
1 New Therm Service	10
1.1 Historiek.....	10
1.2 Activiteiten	10
1.3 Dochterbedrijf.....	10
2 Project Leopoldsburg	11
2.1 Inleiding.....	11
2.2 Het bouwdoosier	15
2.2.1 Lastenboek	15
2.2.2 Meetstaat	15
2.2.3 Uitvoeringsplannen.....	15
2.2.4 Bijlagen.....	16
2.2.5 Offerte en factuur	16
2.3 Warmteopwekkingstoestel	17
2.3.1 Brander.....	17
2.3.2 Modulatie	17
2.3.3 Condensatie	18
2.3.4 Rookgasafvoer.....	19
2.3.5 Inregeling.....	20
2.4 Ketelvertrek.....	21
2.4.1 Uitvoering.....	21
2.4.2 Componenten	22
2.4.2.1 Bolkranen	22
2.4.2.2 EA terugstroombeveiliging.....	23
2.4.2.3 Vulset.....	24
2.4.2.4 Manometer met afsluitdrukknop.....	25
2.4.2.5 Automatische ontluchters.....	26
2.4.2.6 Verschilddrukregelaar	27
2.4.2.7 Expansievat	27
2.5 Afgiftesysteem	28

2.5.1	Temperatuurregeling	28
2.5.2	Debietregeling.....	30
2.6	Sanitaire installatie.....	31
2.6.1	Toe- en afvoer van het water.....	31
2.6.2	Regenwatersysteem.....	32
2.7	Ventilatiesysteem.....	34
2.7.1	Systeem C+ evo II	35
2.8	EPB-regelgeving.....	36
2.8.1	Algemeen	36
2.8.2	Wanneer EPB.....	36
2.8.3	EPB-eisen.....	37
2.8.3.1	K-peil	37
2.8.3.2	U- en R-waarden	37
2.8.3.3	E-peil.....	38
2.8.3.4	Netto-energiebehoefte	38
2.8.3.5	Hernieuwbare energie	38
2.8.3.6	Ventilatie	39
2.8.3.7	Oververhitting	40
2.8.3.8	Besluit.....	40
2.8.4	EPB-regels.....	41
2.8.4.1	Regels voor 2012.....	41
2.8.4.2	Regels voor 2014.....	42
2.8.4.3	Besluit.....	42
2.8.5	EPB in de nabije toekomst	43
2.8.6	Hernieuwbare energie	44
2.8.6.1	Sancties	46
2.8.6.2	Wanneer volledig in orde.....	46
2.8.7	EPW-rekenmethode voor E-peil.....	47
2.8.7.1	Ruimteverwarming.....	48
2.8.7.2	Sanitair warm water.....	51
2.8.7.3	Hulpfuncties van de installaties en de ventilatoren.....	52
2.8.7.4	Koeling.....	52
2.8.7.5	Energie door fotovoltaïsche panelen of warmtekrachtkoppeling	52
2.8.7.6	Samenvattende formule	53
2.9	Voor- en nacalculatie	55
2.9.1	Verschillenanalyse.....	56
2.9.2	Prijs- en efficiencyverschillen.....	56
2.9.3	Berekening	57

2.9.3.1	Voorcalculatie	57
2.9.3.2	Nacalculatie.....	59
2.9.3.3	Besluit.....	60
3	Project JAGA.....	61
3.1	Inleiding.....	61
3.2	Situatieschets	62
3.2.1	Huidige situatie	62
3.2.2	Tussenoplossing	62
3.2.3	Doel	62
3.3	Ringleiding voor aardgas.....	63
3.3.1	Ontwerp	63
3.4	Gasbranders	64
3.5	Besluit.....	65
	Conclusie	66
	Bibliografie	67

Abstract

In een lopend bouwproject voor tien woningen in Leopoldsborg voorziet New Therm Service de installatie van een verwarmings- en ventilatiesysteem en de plaatsing van sanitaire voorzieningen.

Er zijn twee types woningen, namelijk: woningen met één verdieping en woningen met twee verdiepingen. Van elk type fungeert één woning als modelwoning. In eerste instantie worden in de modelwoningen de nodige werken uitgevoerd. Na goedkeuring volgen de installaties in de overige woningen op precies dezelfde manier.

Het eerste deel van deze scriptie handelt over de analyse van de gekozen systemen en de realisatie en vergelijking van de voor- en nacalculatie. Aangezien het project dateert van 2012, dient ook een herziening gedaan te worden voor de EPB-regels van kracht zijnde in 2014. De richtlijnen van deze nieuwe wetgeving, zoals bijvoorbeeld de productie van hernieuwbare energie, dienen voortaan geïmplementeerd te worden door het bedrijf.

De bedoeling van de calculatie is een beeld te vormen van de werkelijke kostprijs ten opzichte van de initieel berekende kostprijs van het project zodat er eventueel kan bijgestuurd worden. Ook dient er advies gegeven te worden aan het bedrijf over wat er allemaal moet gebeuren om aan de nieuwe eisen van de EPB-regelgeving te voldoen.

Voor wat betreft het project in Leopoldsborg verzekert de studie naar de nieuwe EPB-regelgeving dat New Therm Service in de toekomst conform deze regelgeving zal werken.

Het tweede deel handelt over een project in het bedrijf JAGA in Diepenbeek. Hier moet een volledige omschakeling gebeuren van de huidige mazoutinstallatie naar een gasinstallatie. Het doel hiervan is de kost voor het energieverbruik te verminderen.

Het gasleidingnet met de aftakkingen moet worden uitgewerkt in functie van de locaties van de ketels die dienen voor de warmteproductie bij bijvoorbeeld de ovens. Elke ketel moet worden voorzien van een nieuwe gasbrander en de daarbij horende gasstraat. Deze gasstraat dient eveneens uitgewerkt te worden.

Door het vernieuwde en efficiëntere systeem verzekert het bedrijf een aanzienlijke daling van de energiekost.

Het project van JAGA moet nog van start gaan. In de scriptie kunnen de voorbereidingen voor de werken gevolgd worden tot het einde van de stageperiode.

1 New Therm Service

1.1 Historiek

In Juni 1967 richtten Gerard Crommen en Laurence Loverix het installatiebedrijf Crommen op in Diepenbeek. In 1980 ging dit bedrijf helaas failliet en werd het gesloten.

In 1985 werd het installatiebedrijf echter opnieuw opgestart door de zoon van Gerard Crommen, Johan Crommen, onder de naam Therm Service NV. Twee jaar later sloot ook Dirk Crommen, de broer van Johan, zich aan bij het bedrijf als medebestuurder.

In 2002 besloten de gebroeders Crommen om van Therm Service NV een 'holding' te maken. Binnen de holding ging het installatiebedrijf verder onder de naam New Therm Service BVBA.

Deze situatie is nog steeds zo. Het bedrijf heeft tot op heden twee bediendes en zes techniekers in dienst. [1]

1.2 Activiteiten

Het bedrijf New Therm Service voorziet de installatie van centrale verwarmingssystemen en de plaatsing van sanitaire voorzieningen voor nieuwbouw en particuliere woningen. Herstellingen en onderhoud worden voor de systemen eveneens aangeboden.

Ook in de nieuwbouw van sociale woningen voorziet het bedrijf de centrale verwarming en sanitaire installatie. Bijkomend plaatsen ze hier ventilatiesystemen.

Tenslotte worden, wanneer een klant hier naar vraagt, grote renovatiewerken uitgevoerd zoals de omschakeling van een mazoutinstallatie naar een gasinstallatie. Maar zulke werken komen minder vaak voor. [1]

1.3 Dochterbedrijf

Om de aankoop van componenten en materialen voor centrale verwarming en sanitaire installaties rechtstreeks bij fabrikanten te kunnen doen, werd in 1992 door de gebroeders Crommen de groothandel Jodika NV opgericht.

Op die manier kunnen ze als het ware de tussenpersoon vermijden en alles aan groothandelprijs verkrijgen. [1]

2 Project Leopoldsburg

2.1 Inleiding

In een lopend bouwproject voor tien private halfopen eengezinswoningen aan de Ieperlaan in Leopoldsburg voorziet New Therm Service de installatie van een verwarmings- en ventilatiesysteem en de plaatsing van sanitaire voorzieningen.

Het bouwproject is een openbare aanbesteding in de sociale woningbouw. De vraag voor de woningen komt van het leger van Leopoldsburg.

Het bedrijf heeft met de opdrachtgever geen onderhoudscontract maar biedt wel steeds het onderhoud van de geplaatste systemen aan.



Figuur 1 Werf in Leopoldsburg

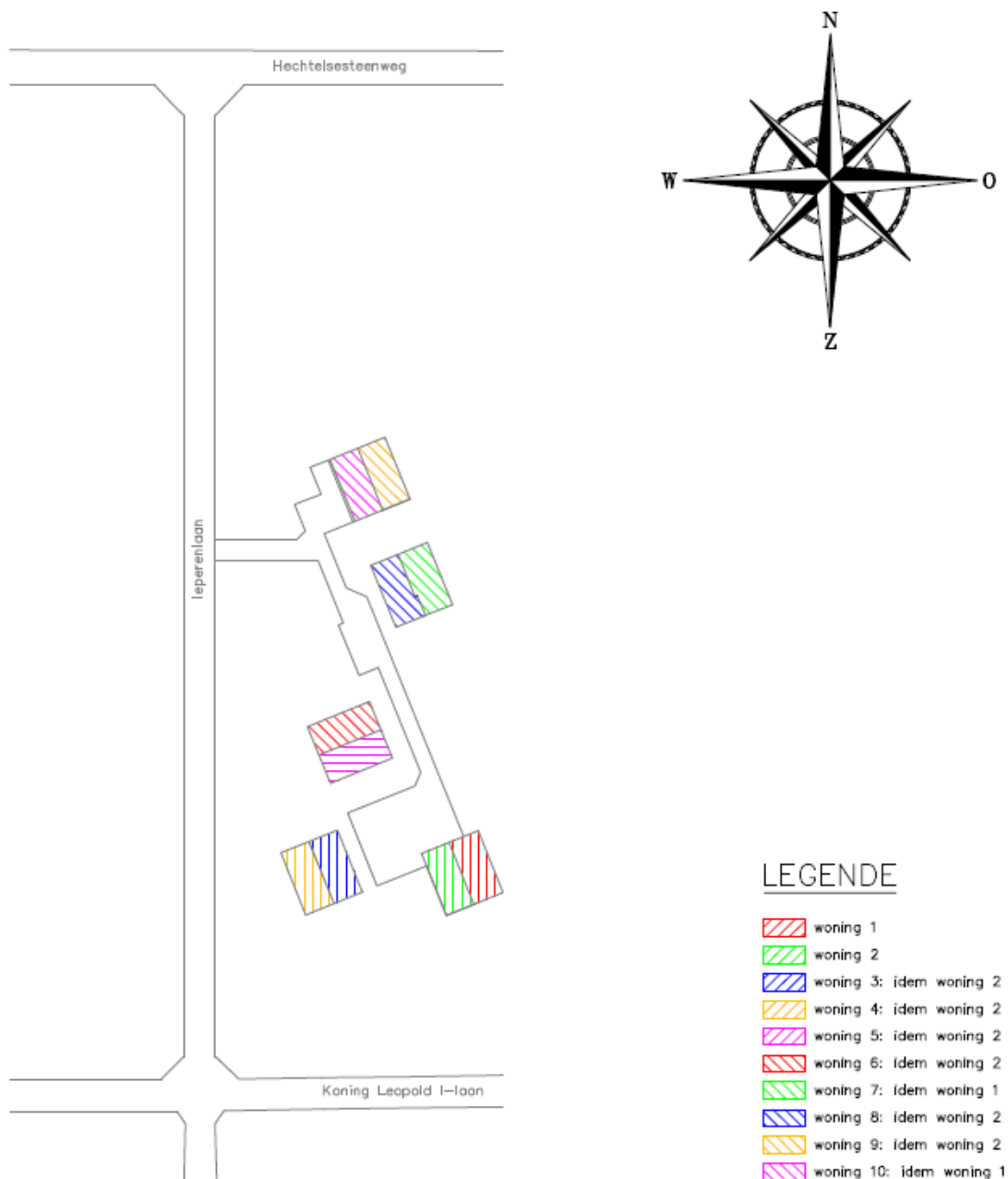
Er zijn twee types woningen, namelijk: woningen met één verdieping (type 3/4) en woningen met twee verdiepingen (type 4/5).

Van het type 3/4 zijn er zeven woningen en van het type 4/5 zijn er drie woningen.



Figuur 2 De types woningen

Van elk type fungeert één woning als modelwoning. In eerste instantie worden in de modelwoningen de nodige werken uitgevoerd. Na goedkeuring volgen de installaties in de overige woningen op precies dezelfde manier.



Figuur 3 Grondplan van de werf [2]

Oorspronkelijk was het de bedoeling dat woningen 9 en 10 als modelwoningen zouden fungeren. Omdat echter bij de pleisterwerken woning 8 eerder af was, zijn woningen 7 (type 4/5) en 8 (type 3/4) de modelwoningen geworden.

In de bijlage achteraan de scriptie kunnen de uitvoeringsplannen van de modelwoningen gevonden worden voor de centrale verwarming (Bijlage A), de sanitaire installatie (Bijlage B) en het ventilatiesysteem (Bijlage C)

- Op de plannen staan woningen 9 en 10 maar zoals eerder vermeld komen deze overeen met de modelwoningen 7 en 8 (woning 9 komt overeen met woning 8 en woning 10 komt overeen met woning 7)
- Op de plannen voor de centrale verwarming en het ventilatiesysteem moet de nummering van de woningen omgewisseld worden.

De ontwerpen zijn zo gemaakt dat de kost zo laag mogelijk gehouden wordt maar er nog steeds aan de regels voor EPB wordt voldaan.

In dit deel van de scriptie wordt er een analyse gedaan van de gekozen systemen. Hierna volgt een beschrijving van de EPB-regelgeving en ten slotte de voor- en nacalculatie.

2.2 Het bouwdoossier

Het bouwdoossier (of uitvoeringsdossier) van een bouwproject bevat alle documenten die een aannemer nodig heeft om zijn taak uit te voeren. De documenten naast de bouwvergunning zijn: het lastenboek, de meetstaat, de uitvoeringsplannen (mogelijk ook detailplannen) en andere bijlagen.

Zodra het bouwdoossier volledig is opgesteld, kan er overgegaan worden tot een offerteaanvraag. [3]

2.2.1 Lastenboek

De samenstelling van het lastenboek is het werk van de architect. Dit wordt meestal als eerste opgesteld, zelfs al vóór de vergunningsaanvraag. Het bevat in grote lijnen standaard informatie, maar voor elk project is er ook specifieke en gedetailleerde informatie die de kwaliteit en prijs van de woning bepalen.

Het document bestaat uit:

- Een administratief gedeelte waarin de plichten van de aannemer, architect en bouwheer staan
- Een technisch gedeelte waarin een gedetailleerde, meestal chronologische beschrijving van de uit te voeren werken, gekozen materialen en technieken, eventueel al gekozen toestellen enzovoort staat. [3]

2.2.2 Meetstaat

De meetstaat is een zo gedetailleerd mogelijke opsomming van alle werken. De benodigde hoeveelheden materialen en de bijhorende prijs voor verwerking en plaatsing worden eveneens vermeld. Met deze gegevens kan de theoretisch totale kost berekend worden. Het is vanzelfsprekend dat deze prijs, wanneer alles is uitgevoerd, lager of hoger kan liggen. [3]

2.2.3 Uitvoeringsplannen

De uitvoeringsplannen geven weer hoe het gebouw in detail uitgevoerd zal worden. De doorsneden en gevels zijn op schaal uitgetekend, met vermelding van de te gebruiken materialen. [3]

2.2.4 Bijlagen

Naast het lastenboek, de meetstaat en de uitvoeringsplannen kan het bouwdoossier volgende documenten bevatten:

- Eventueel grondonderzoek en/of stabiliteitsstudies
- Detailgegevens voor verwarming, ventilatie en elektriciteit
- Het veiligheids- en gezondheidsplan
- De naam en gegevens van de EPB-verslaggever met bewijs van indiening van de EPB-startverklaring (een document dat vóór de start van de werkzaamheden moet worden ingediend) [3]

2.2.5 Offerte en factuur

De offerte is een bestek dat opgesteld moet worden bij de aankoop of verkoop van producten of diensten waarvoor een vaste prijs moeilijk te bepalen is. De offerte wordt gemaakt op basis van de meetstaat en in het lastenboek staat de manier waarop een aannemer deze moet indienen. Bij de totale prijs, die vermeld wordt in de offerte, moet rekening gehouden worden met alle elementen die in het lastenboek staan en de plaatsing of verwerking van de materialen.

Het bestek moet een aantal verplichte gegevens bevatten:

- Naam en/of maatschappelijke benaming, adres en eventueel handelsregisternummer of ambachtsregister
- Beschrijving en aard van de diensten en eventuele leveringen
- Forfaitair berekende prijs
- Datum en geldigheidsduur van het bestek
- Schatting van de duur van de uitvoering

Omdat het bestek eigenlijk overeenkomt met een contract, moet de consument schriftelijk zijn toestemming geven.

Nadat de dienst of levering gedaan is, wordt er betaald aan de hand van een factuur. Belangrijk hier is dat het te betalen bedrag overeenkomt met de prijs vermeld in de offerte. [3]

2.3 Warmteopwekkingstoestel

De woningen worden voorzien van een Vaillant ecoTEC plus VCW 296, 9-24 kW, FF Top gaswandketel.

De ketel heeft een paar specifieke eigenschappen. Zo bedraagt het nominaal vermogen voor de centrale verwarming tussen 9 en 24 kW en voor de bereiding van sanitair warm water 29 kW. [4] Dit vermogen is bepaald bij een regime van 80/60. Aangezien de radiatoren die gebruikt worden als afgiftesysteem werken met een 70/50 regime is er geen probleem naar het vermogen toe, omdat het gebruikte regime lager ligt dan het regime waarmee het vermogen is bepaald. Een 70/50 regime betekent dat de aanvoerwatertemperatuur 70 °C en de terugvoerwatertemperatuur 50°C bedraagt.

2.3.1 Brander

Het type brander is een premixbrander. Dit wil zeggen dat de lucht en het gas in een mengkamer gemengd worden alvorens in de verbrandingskamer ontstoken te worden. Dit verzekert een volledige verbranding. De ontsteking gebeurt via een ontstekingselektrode.

2.3.2 Modulatie

De ketel heeft een modulerende werking. Dit wil zeggen dat de brander in de ketel harder of zachter gaat branden afhankelijk van de warmtevraag. Het vermogen van de brander wordt aangepast aan de gevraagde vertrekwatertemperatuur van de ketel.

Hoe groter het verschil tussen de kamertemperatuur en gevraagde temperatuur, hoe groter de vlam van de brander zal zijn. Hoe dichterbij de kamertemperatuur de gevraagde temperatuur nadert, hoe kleiner de vlam van de brander zal zijn. Om dit te realiseren is een thermostaat nodig die het verschil kent tussen de kamertemperatuur en de gewenste temperatuur. Afhankelijk hiervan stuurt deze een signaal naar de ketel en wordt de brander gestuurd. Het is dan ook de thermostaat die eigenlijk de modulerende werking mogelijk maakt. [5]

2.3.3 Condensatie

Aangezien de ketel condenserend werkt, zal een deel van de waterdamp in de verbrandingsgassen condenseren. Hierbij komt latente warmte vrij die kan worden teruggewonnen.

Het condenseren van de waterdamp in de rookgassen kan enkel gebeuren wanneer de temperatuur van het terugvoerwater lager is dan 53 °C. Hoe lager de temperatuur, hoe meer condensatie. Voor een systeem met aardgas mag de temperatuur maximum 50 °C bedragen.

Bij vloer-, muur- en plafondverwarming wordt er meestal voldaan aan deze voorwaarde. Maar wanneer hoogtemperatuursystemen zoals radiatoren gebruikt worden, moeten deze dus werken met een regime waarbij de retourwatertemperatuur niet hoger is dan 50 °C. De energiebesparing hangt hier ook af van de reële verwarmingsbehoeften van het gebouw en de graad van overdimensionering van de radiatoren.

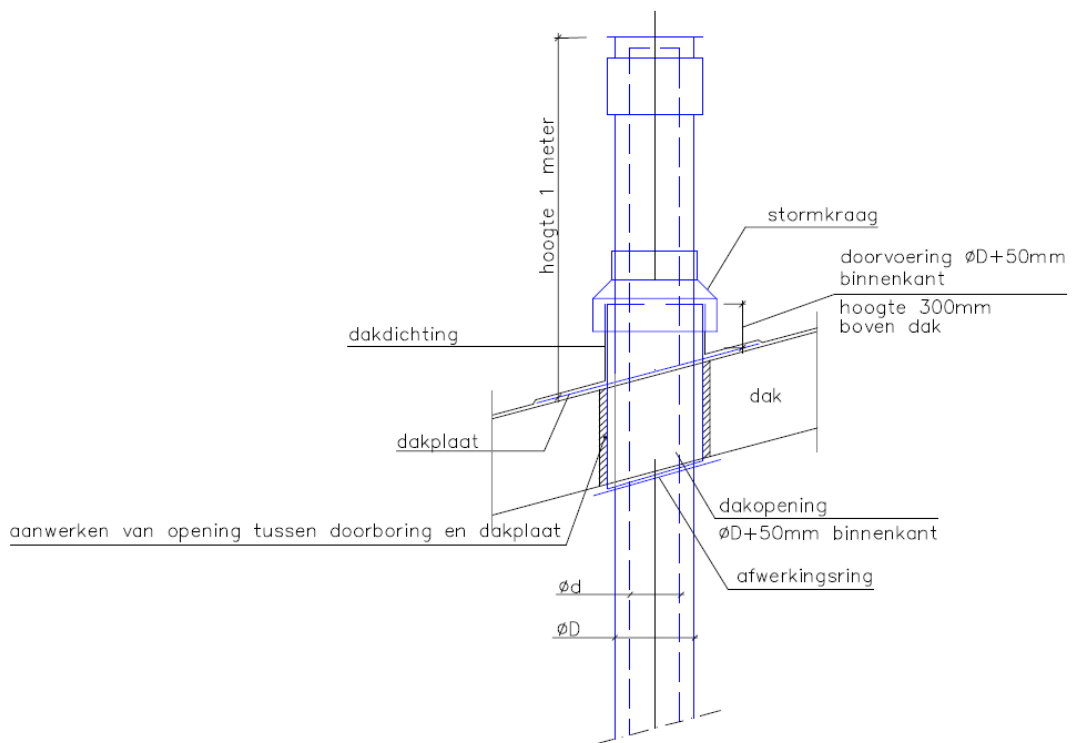
In de meeste gevallen zal de ketel tijdens het grootste deel van het stookseizoen condenseren en dus zorgen voor een energiewinst.

Voor de meest optimale condensatie is een weersafhankelijke regeling vereist. Hierbij wordt de ketelwatertemperatuur geregeld in functie van de buitentemperatuur. In deze situatie wordt echter gebruik gemaakt van een kamerthermostaat. Dit wil zeggen dat condensatie wel mogelijk is, maar niet optimaal.

Dankzij condensatietechnologie kan met een ketel op aardgas een extra energiebesparing bekomen worden van ongeveer 11%. Zulke ketels kunnen herkend worden door het aanwezige HR-toplabel. [6]

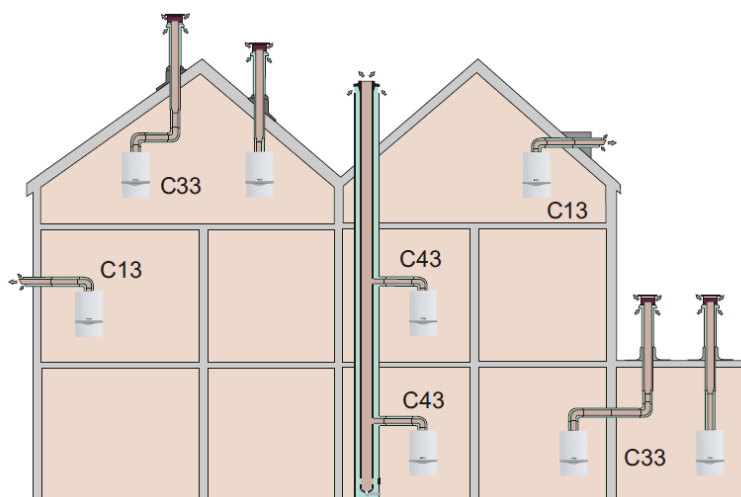
Om het water afkomstig van de condensatie af te voeren uit de ketel wordt een buis op de daarvoor voorziene aansluiting aangesloten en via een dubbele sifon naar de afvoerleiding gebracht.

2.3.4 Rookgasafvoer



Figuur 4 Rookgasafvoer [2]

De rookgassen worden via een concentrische buis door het dak afgevoerd. Dit wil zeggen dat er zich in een buis nog een smallere buis bevindt. Aangezien de toe- en afvoerlucht van en naar buiten gebeuren (door middel van een ventilator), is de ketel een gesloten aardgastoestel type C. 'Gesloten' wil zeggen dat de verbrandingskamer hermetisch is afgesloten van de ruimte waarin de ketel geplaatst is. [7] Uit de volgende afbeelding is af te leiden dat de rookgasafvoer van het type C33 is.



Figuur 5 Rookgasafvoeren type C [4]

De aansluiting voor de concentrische buis is 60/100. Dit wil zeggen dat de diameter van de binnenste buis, waarlangs de verbrandingslucht wordt aangevoerd, 60 mm is. Bijgevolg is de diameter van de buitenste buis, waarlangs de rookgassen worden afgevoerd, 100 mm.



Figuur 6 Rookgasafvoer van de ketel

In het originele ontwerp was er gekozen voor een 80/125 aansluiting, wat ook het meeste voorkomt. Maar dit ging niet meer door de al aanwezige voorgespannen welfsels in het dak. De concentrische buis moet hier tussen door kunnen en omdat de afstand tussen de welfsels onderling ongeveer 100 mm bedraagt, geraakt een buis van 125 mm hier niet door.

2.3.5 Inregeling

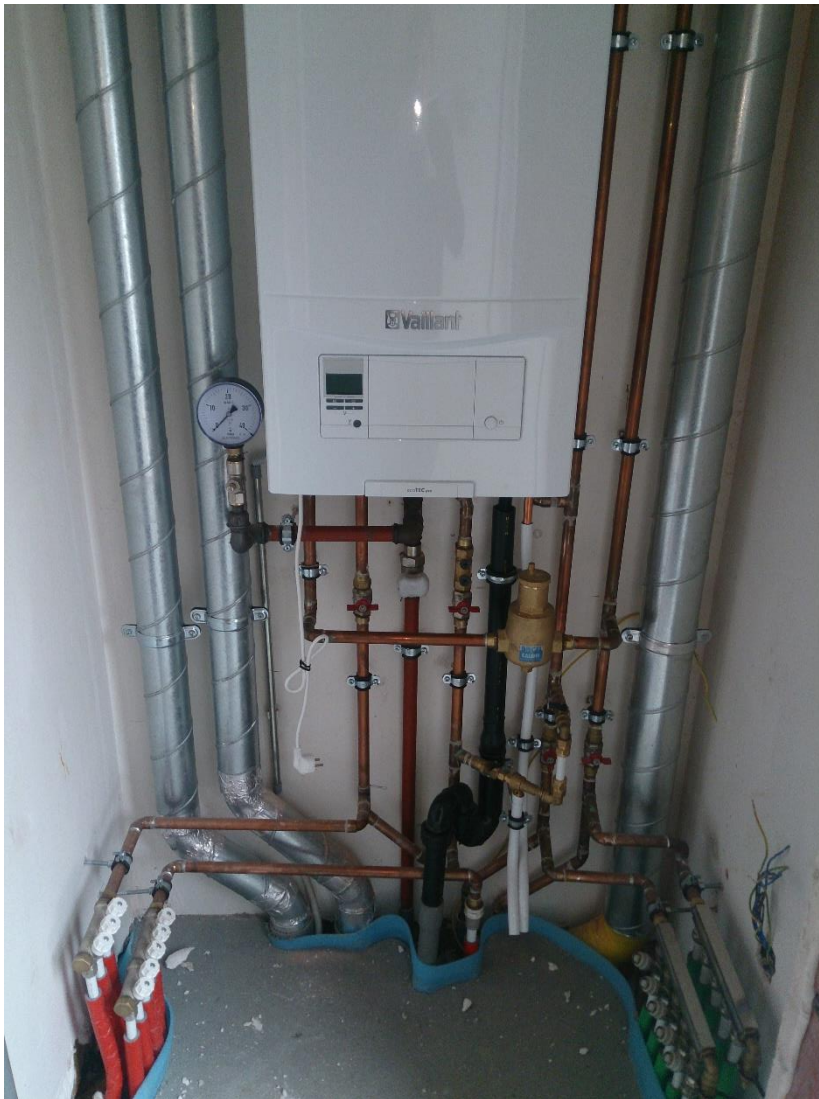
De kamerthermostaat is het enige aanwezige sturingssysteem. De ketel kan zelf ook nog een sturingssysteem hebben, maar dit is niet nodig. Als een ketel uitgerust is met een sturingssysteem, kan bijvoorbeeld elk afgiftesysteem afzonderlijk gestuurd worden. Dit kan in grotere verwarmingssystemen, waar meerdere afgiftesystemen gecombineerd worden, een gunstiger energieverbruik betekenen.

2.4 Ketelvertrek

Het ketelvertrek is het leidingstelsel met componenten voor de gasaansluiting en de aansluitingen voor de watervoorziening van de centrale verwarming en de sanitaire installatie.

2.4.1 Uitvoering

De volgende afbeelding toont het ketelvertrek in zijn geheel:

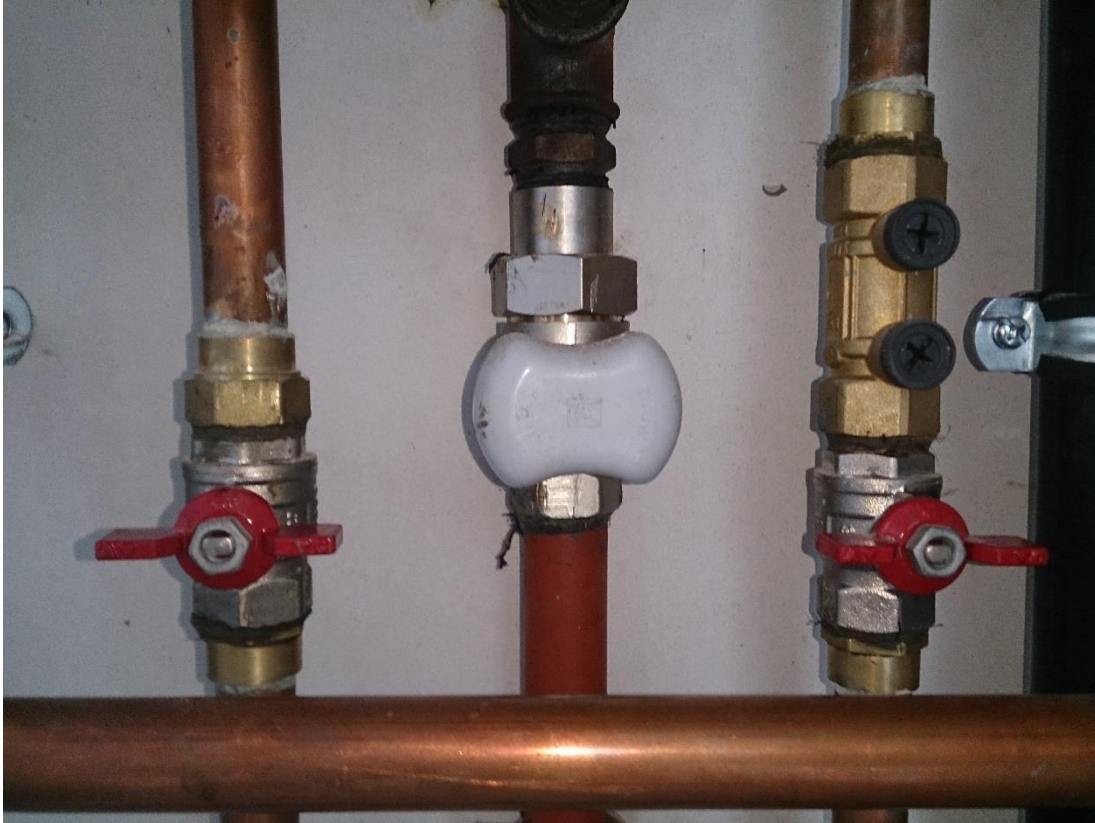


Figuur 7 Het ketelvertrek

In wat volgt wordt er dieper ingegaan op de componenten.

2.4.2 Componenten

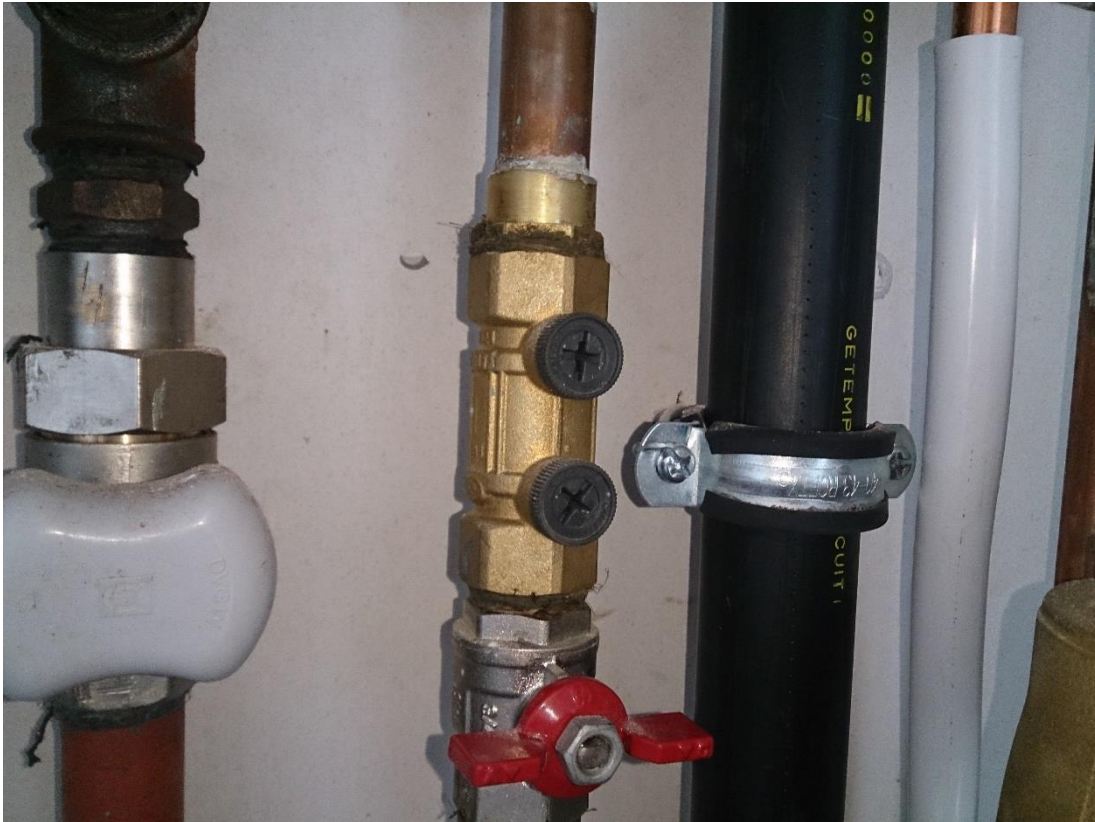
2.4.2.1 Bolkranen



Figuur 8 Bolkranen

Bol- of kogelkranen worden over het algemeen gebruikt als afsluiters. Ze kunnen de stroming van een gas of vloeistof volledig of gedeeltelijk afsluiten door de hendel te verdraaien. Afhankelijk van de plaats van de kraan kan een deel van het leidingnet afgesloten worden, wat nodig kan zijn wanneer er bijvoorbeeld een aanpassing of herstelling moet gebeuren.

2.4.2.2 EA terugstroombeveiliging



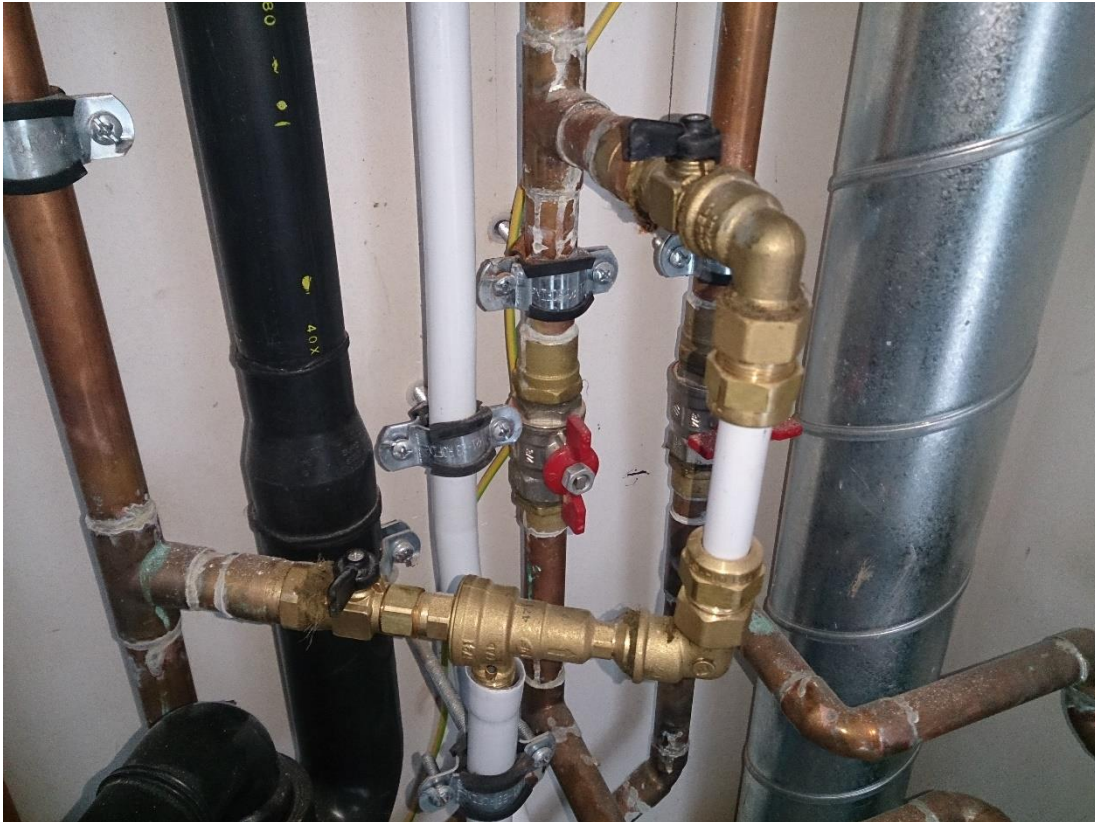
Figuur 9 EA terugstroombeveiliging

De EA terugstroombeveiliging is geplaatst in de leiding van het sanitair koud water. Het systeem bestaat uit een EA klep die samen met een afsluiter en een controlekraan ervoor zorgt dat er geen water terug de ketel in kan stromen.

Een EA klep is een controleerbare terugslagklep. De klep wordt gebruikt om ervoor te zorgen dat water maar in één richting kan stromen. Meestal bevindt zich zowel boven- als benedenstroom de klep een aftap- en controlemogelijkheid. Deze voorzieningen maken het mogelijk de werking en lekdichtheid te controleren zonder de klep te demonteren.

EA kleppen moeten jaarlijks gecontroleerd worden op dichtheid, aangezien dit essentieel is voor een goede werking van de klep. [8]

2.4.2.3 Vulset



Figuur 10 Vulset

De vulset is geplaatst tussen de terugvoerleiding van de centrale verwarming en de leiding van het sanitair koud water. Het bestaat (in de stroomrichting gezien) uit een afsluitkraan, controlekraan, filter, CA terugslagklep met trechter en nog een afsluitkraan.

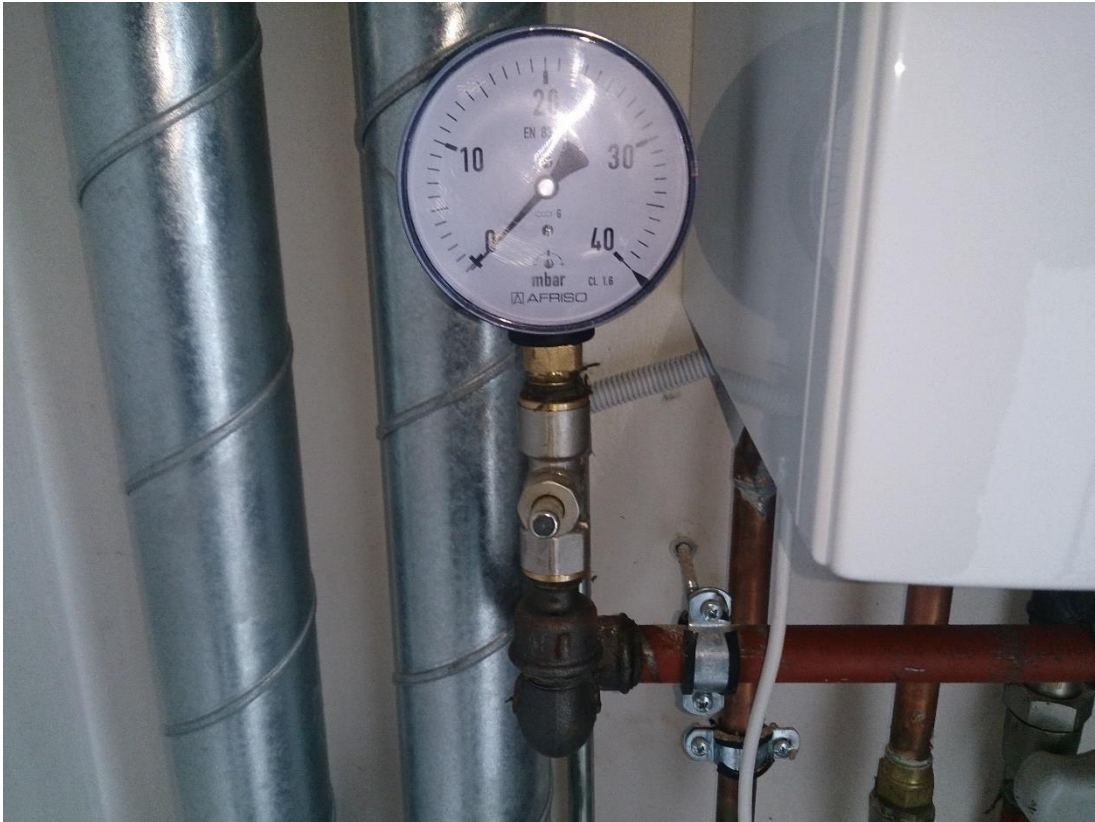
Een CA klep wordt, net zoals de EA klep, gebruikt om ervoor te zorgen dat water maar in één richting kan stromen. De klep bestaat uit twee keerkleppen met ertussen een ontlastklep. [9]

De vulset wordt gebruikt wanneer er een tekort is aan water in de terugvoerleiding van de centrale verwarming. Omdat in de afgiftesystemen een deel van het toevoerwater verdampt en er lekken kunnen voorkomen, zal de hoeveelheid terugvoerwater lager zijn dan de hoeveelheid toevoerwater. Dit kan gecontroleerd worden door naar de druk in de terugvoerleiding te kijken.

Omdat het circuit voor centrale verwarming een gesloten circuit is, moet het gebrek aan water gecompenseerd worden door handmatig de afsluitkranen van de vulset te openen waardoor water vanuit de leiding voor sanitair koud water naar de terugvoerleiding voor centrale verwarming zal stromen.

De reden voor het gebruik van een terugslagklep is om te verzekeren dat er geen water voor centrale verwarming in het sanitair water terecht komt. Dit mag absoluut niet gebeuren. Er is daarom ook op de ontlastklep een trechter aangesloten waarlangs water stroomt dat zich na het vullen nog in de klep bevindt.

2.4.2.4 Manometer met afsluitdruknop



Figuur 11 Manometer met afsluitdruknop

De manometer wordt gebruikt om de druk in de gasleiding te meten. Deze wordt voorafgegaan door een afsluitdruknop. Als de drukknop niet ingedrukt wordt, zal er geen gas aan de meter komen. De druk kan dus alleen gemeten worden wanneer de drukknop wordt ingedrukt. De reden voor het gebruik van de afsluitdruknop is dat een langdurige toevoer van gas naar de meter zal resulteren in schade aan de meter.

2.4.2.5 Automatische ontluchters

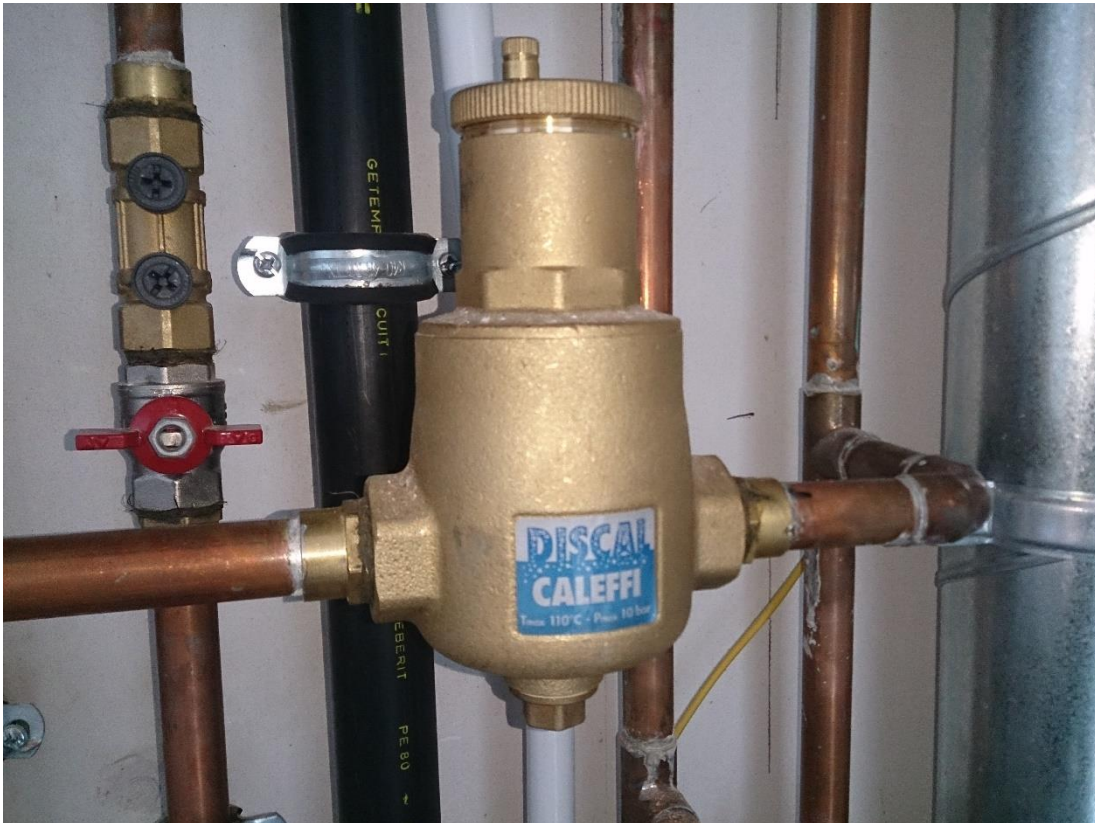
Een automatische ontluchter zorgt ervoor dat er zich in een leiding geen lucht bevindt. De belangrijkste reden is dat aanwezige lucht ervoor kan zorgen dat de radiatoren niet gaan opwarmen en de buizen beginnen oxideren. [10]

Twee ontluchters zijn op de langs de ketel naar boven gebrachte toe- en terugvoerleiding van de centrale verwarming geplaatst. Omdat lucht stijgt, worden de ontluchters op het hoogste punt van de leidingen geplaatst.



Figuur 12 Automatische ontluchters

Als extra beveiliging tegen circulerende lucht zit er in de toevoerleiding komende van de ketel naar de collector ook nog een ontluchter.



Figuur 13 Extra automatische ontluchter

2.4.2.6 Verschilddrukregelaar

Wanneer de thermostatische kranen van de centrale verwarmingsinstallatie sluiten, neemt het debiet in de leidingen af. Hierdoor zal de verschilddruk over de kraan groter worden. Deze druk kan de kranen beïnvloeden waardoor de temperatuurregeling verstoord wordt. Door het plaatsen van een verschilddrukregelaar tussen de toe- en terugvoerleiding kan de verschilddruk over de kranen constant gehouden worden.

Bij de uitvoering van het ketelvertrek was er tussen de toe- en terugvoerleiding van de centrale verwarmingsinstallatie een verschilddrukregelaar voorzien. Maar aangezien er één in de ketel zelf zit, is de regelaar terug weggehaald.

2.4.2.7 Expansievat

Een expansievat voorkomt dat de druk van het water in de centrale verwarmingsinstallatie te hoog wordt. Meestal komt een expansievat voor in het ketelvertrek. In dit geval zit het vat, net zoals het verschilddrukventiel, in de ketel zelf.

2.5 Afgiftesysteem

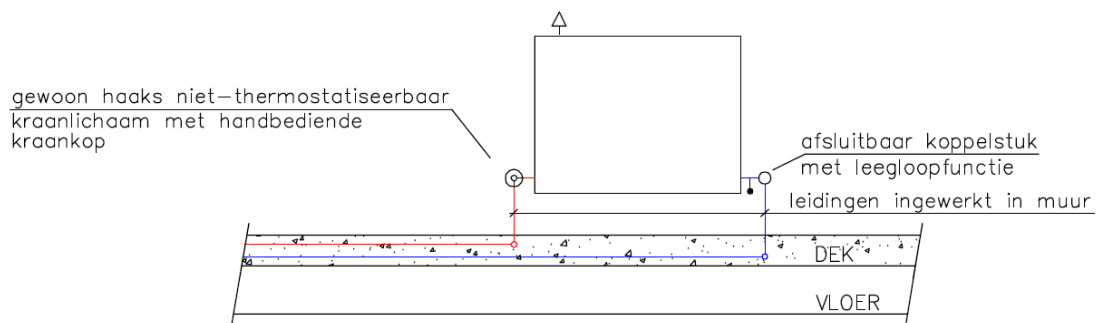
Om de ruimtes met warmtevraag te verwarmen, wordt er gebruikt gemaakt van radiatoren. Om er zeker van te zijn dat elke radiator zijn gevraagd vermogen steeds kan behalen, zijn ze overgedimensioneerd. De afmetingen van de radiatoren zijn dus een stuk groter genomen dan eigenlijk nodig is om te verzekeren dat de radiatoren nooit te zwak zullen zijn.

Afhankelijk van de ruimte waarin een radiator geplaatst wordt, is deze wel of niet gegalvaniseerd. Gegalvaniseerde radiatoren zijn vochtbestendig en worden bijgevolg in de vochtige ruimtes van de woning geplaatst zoals bijvoorbeeld de badkamer.

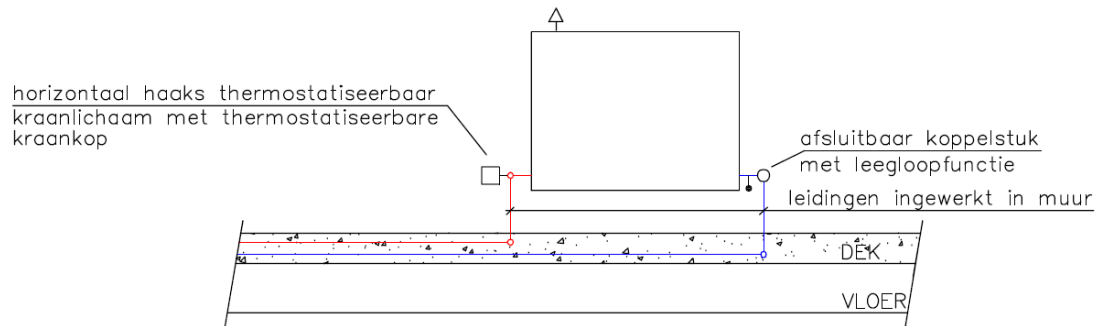
2.5.1 Temperatuurregeling

Zoals eerder vermeld werkt het verwarmingssysteem met een 70/50 regime en wordt het geregeld door middel van een kamerthermostaat. De radiatoren die niet in dezelfde ruimte staan als waarin de kamerthermostaat zich bevindt (living met open keuken), zijn echter uitgerust met thermostatische kranen en kunnen ook afzonderlijk geregeld worden in temperatuur.

De reden dat de radiatoren die in dezelfde ruimte als de thermostaat staan uitgerust zijn met gewone handbediende kranen is omdat de thermostaat de exacte temperatuur kent van deze ruimte. Een thermostatische kraan is hier dus overbodig.



Figuur 14 Radiator met niet-thermostatische kraan [2]



Figuur 15 Radiator met thermostatischeerbare kraan [2]

Zowel de gewone handbediende kranen als de thermostatischeerbare kranen staan in de toevoerleiding naar de radiator. Afhankelijk van de locatie van de radiator kunnen de toevoerleiding en terugvoerleiding omgewisseld zijn zodat de kraan aan de andere kant komt te staan en hij gemakkelijker bediend kan worden. Het omwisselen van de leidingen heeft geen nadelig effect op de werking.



Figuur 16 Aan- en afvoerleiding van een radiator

2.5.2 Debietregeling

De toe- en terugvoerwaterleiding komende van de verwarmingsketel worden elk op een collector aangesloten. Op beide collectoren is (voor elke radiator van de verdieping waar de collectoren staan) een leiding aangesloten die naar de radiator gaat. Aangezien alle radiatoren op verschillende afstanden staan van de collectoren, hebben ze elk een verschillend debiet nodig.



Figuur 17 Collectoren voor CV

Om de debieten in te stellen is er gebruik gemaakt van regelkranen die vlak onder de collector voor het terugvoerwater geplaatst zijn. Door deze kranen te regelen kan dus voor elke radiator een verschillend debiet ingesteld worden.

2.6 Sanitaire installatie

2.6.1 Toe- en afvoer van het water

Het sanitair water is afkomstig van het stadswaterleidingnet. Het water wordt wanneer nodig opgewarmd door de gaswandketel en via collectoren verdeeld over de sanitaire toestellen (bad en lavabo's).

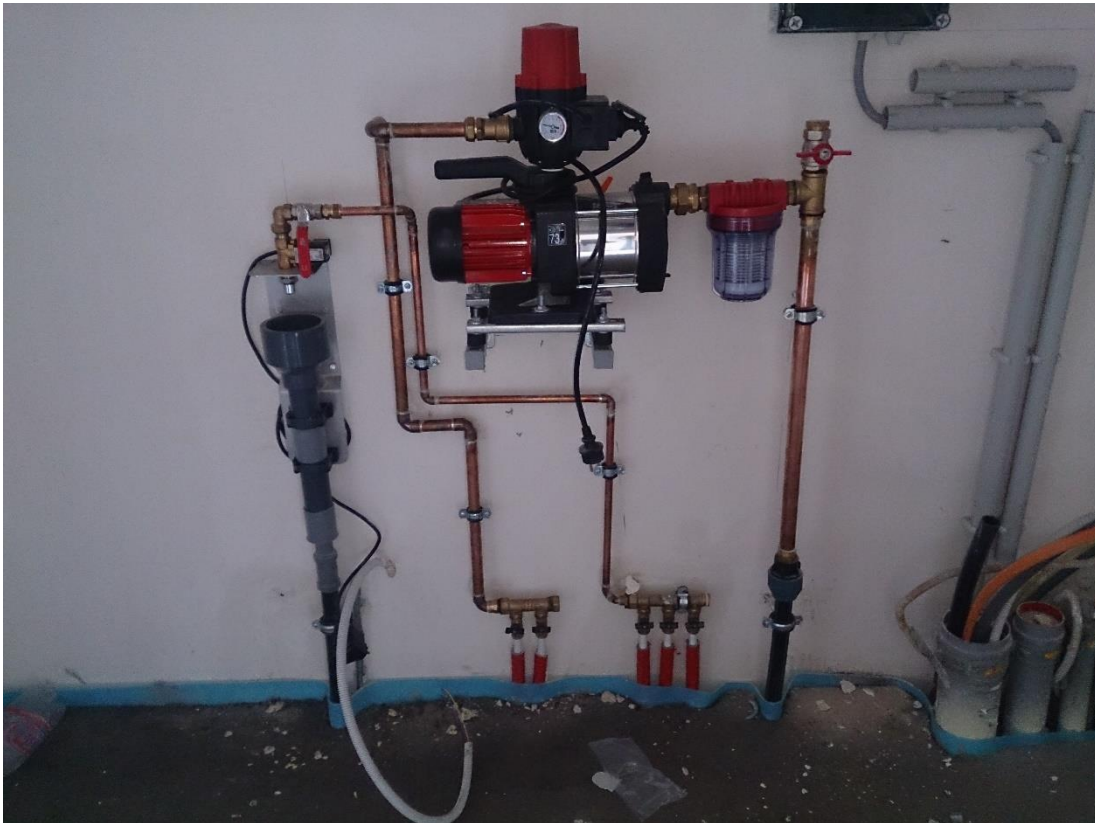


Figuur 18 Collectoren voor het sanitair water

De afvoer van het water gebeurt door middel van afvoerbuizen naar de riolering.

2.6.2 Regenwatersysteem

Sinds 2005 is het verplicht bij nieuwbouw een regenwatersysteem te voorzien. [11] Het regenwater wordt verzameld in een regenwaterput en kan voornamelijk gebruikt worden voor het doorspoelen van toiletten of eventueel voor buitenkraantjes. Op die manier kan er bespaard worden op sanitair water.



Figuur 19 Regenwatersysteem

De meeste regenwatersystemen gaan als de regenwaterput leeg is bijgevuld worden met stadswater (sanitair water). Tijdens het bijvullen mag er absoluut geen regenwater in het stadswater terechtkomen. Dit kan zich voordoen wanneer de stadswaterleiding rechtstreeks is verbonden met de regenwaterleiding en de druk op het stadswaterleidingnet wegvalt. Door het wegvallen van de druk zal er een vacuüm ontstaan waardoor er regenwater in het stadswater terecht komt. De regelgeving van regenwatersystemen is dan ook zeer streng op het voorkomen hiervan. Het gebruik van terugslagkleppen, die ervoor zorgen dat water maar in één richting kan stromen, is een veel voorkomende oplossing.

Een andere oplossing is een reservoir in het systeem plaatsen die de leidingen van elkaar scheidt. Het reservoir zal gevuld worden met stadswater als er in de regenwaterput onvoldoende water aanwezig is. Het water gaat dan van het reservoir naar de regenwaterput.



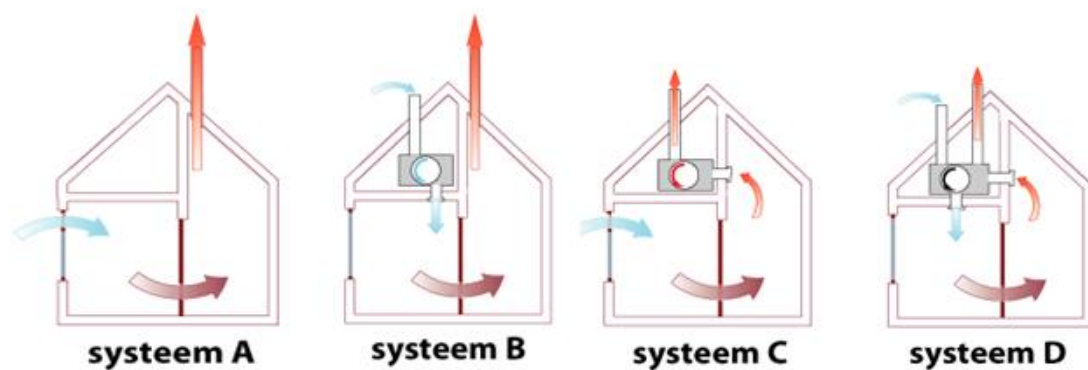
Figuur 20 Reservoir van het regenwatersysteem

2.7 Ventilatiesysteem

Sinds 2006 is het bij nieuwbouw verplicht een ventilatiesysteem te voorzien om een constante verversing van de binnenlucht te verzekeren. Het systeem bestaat grotendeels uit een ventilatie unit, ventilatiebuizen en roosters.

Er bestaan vier verschillende systemen:

- Systeem A (natuurlijke toe- en afvoer)
- Systeem B (mechanische toevoer en natuurlijke afvoer)
- Systeem C (natuurlijke toevoer en mechanische afvoer)
- Systeem D (mechanische toe- en afvoer)



Figuur 21 De vier verschillende ventilatiesystemen [12]

Een systeem D is in dit bouwproject te duur, het gaat per slot van rekening maar om tien woningen. In grotere bouwprojecten waarbij een hoger budget is voorzien, komen systemen D vaker voor. In dit geval is er gebruik gemaakt van een C systeem met enkele bijzonderheden.

2.7.1 Systeem C+ evo II



Figuur 22 Systeem C+ evo II

Om aan de nood van ventilatie te voldoen wordt er gebruik gemaakt van het systeem C+ evo II (of Healthbox II) van Renson.

De hoeveelheid buitenlucht die via toevoerroosters in de ruimtes terecht komt is gelijk aan de hoeveelheid binnenlucht die wordt afgevoerd door afzuiging via een ventilator in de unit.

Buiten de standaard natuurlijke toevoer en mechanische afvoer van het systeem C, heeft het systeem C+ evo II nog enkele bijzondere eigenschappen. Zo zal er op basis van factoren zoals aanwezige CO₂ en vochtigheid in de ruimtes alleen afzuiging gebeuren waar nodig. Verder is de unit voorzien van een modulerende ventilator waardoor een regelbare afzuiging van de binnenlucht mogelijk is. [13]

2.8 EPB-regelgeving

2.8.1 Algemeen

De energieprestatieregelgeving of EPB-regelgeving (EPB staat voor energieprestatie en binnenklimaat) zijn de eisen die worden gesteld aan woningen waarvoor vanaf 1 januari 2006 een aanvraag om te bouwen of verbouwen werd/wordt ingediend. Vóór 1 januari 2006 moest de vroegere isolatiereglementering gevolgd worden.

Het doel van de EPB-regelgeving is het realiseren van energiezuinige en comfortabele gebouwen in nieuwbouw of renovatie. Hiermee kan op termijn ook een aanzienlijke energiebesparing bekomen worden.

De gebouwen die aan EPB moeten voldoen, moeten een bepaald niveau van thermische isolatie, energieprestatie (isolatie, energiezuinige verwarmingsinstallatie, ventilatie, ...) en een gezond binnenklimaat kunnen behalen.

Wie deze regelgeving niet naleeft, krijgt een boete. Aan de andere kant worden inspanningen om het beter te doen dan voorgeschreven beloond door middel van onder andere: korting op de jaarlijkse onroerende voorheffing en premies. [14]

2.8.2 Wanneer EPB

Een bouwproject moet voldoen aan de EPB-regelgeving wanneer voor vergunningsplichtige werken, een stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd of een melding gedaan wordt vanaf 1 januari 2006. Deze vergunningsaanvraag of melding moet betrekking hebben op werkzaamheden aan gebouwen die verwarmd of gekoeld worden voor mensen die er wonen, werken, sporten, ...

Voor stedenbouwkundige aanvragen of meldingen vanaf 1 januari 2014 staat in de energieprestatieregelgeving dat elk gebouw waarin mensen wonen, werken, sporten, ... altijd als een geklimatiseerd gebouw wordt beschouwd. Deze gebouwen of delen ervan zijn dus EPB-plichtig. Er moet ook aan de regels worden voldaan wanneer er geen verwarming of koeling is of als er geen afgifte-elementen zijn geplaatst. Vooral de functie van het gebouw bepaalt dus de EPB-plicht. [15]

2.8.3 EPB-eisen

De mogelijk EPB-eisen zijn:

- Thermische isolatie-eisen: K-peil, U- en R-waarden
- Energieprestatie-eisen: E-peil, netto-energiebehoefte en hernieuwbare energie
- Eisen op vlak van het binnenklimaat: ventilatie en oververhitting

Niet alle eisen zijn altijd van toepassing. Dit hangt af van de bestemming van een gebouw(deel), de aard van de werkzaamheden en de datum van aanvraag voor de stedenbouwkundige vergunning of melding. [16]

2.8.3.1 K-peil

Het K-peil is de maat voor de thermische verliezen door de gebouwschil van een woning. Hoe lager het K-peil, hoe beter het isolatiepeil van de woning en hoe energiezuiniger de woning. Het hangt af van de U- en R-waarden van de scheidingsconstructies van een gebouw zoals: muur, vloer, dak, raam, ... en de compactheid van het gebouw.

Welk K-peil maximaal gehaald mag worden, hangt af van de datum van aanvraag voor de stedenbouwkundige vergunning of melding en de functie van het gebouw. [17]

2.8.3.2 U- en R-waarden

De U- en R-waarden geven weer in welke mate scheidingsconstructies warmte isoleren.

De U-waarde is de maximale warmtedoorgangscoefficiënt en geeft aan hoeveel warmte er per tijdseenheid en per vierkante meter verloren gaat als er tussen “binnen” en “buiten” een temperatuurverschil van 1°C is. Het is het omgekeerde van de R-waarde. Hoe lager de U-waarde van een scheidingsconstructie, hoe minder warmte er door dat deel verloren gaat. De waarde wordt uitgedrukt in W/m²K en wordt bepaald door de verschillende materiaallagen waaruit de scheidingsconstructie bestaat.

De R-waarde is de minimale warmteweerstand en geeft weer in welke mate een scheidingsconstructie de warmte tegenhoudt. De waarde wordt uitgedrukt in m²K/W

Deze materiaallagen worden elk gekenmerkt door hun isolatiewaarde (λ -waarde). De waarde wordt uitgedrukt in W/mK en geeft aan hoeveel warmte er per tijdseenheid en per meter dikte van een materiaal verloren gaat bij een temperatuurverschil van 1°C tussen “binnen” en “buiten”. Hoe lager de λ -waarde, hoe beter het materiaal isoleert. Het kiezen van een materiaal met een hogere en dus slechtere λ -waarde kan gecompenseerd worden door een dikkere uitvoering ervan. [18]

Voor de U-waarden worden in de reglementering maximale waarden opgelegd en voor de R-waarden minimale waarden. [19]

2.8.3.3 E-peil

Het E-peil is de maat voor de energieprestatie van een woning en zijn vaste installaties in standaardomstandigheden. Hoe lager het E-peil, hoe energiezuiniger de woning.

Het hangt af van volgende factoren van het gebouw:

- thermische isolatie
- luchtdichtheid
- compactheid
- oriëntatie en bezonning

Daarnaast zijn ook de vaste installaties zoals: verwarming, sanitair warm water, ventilatie, koeling en verluchting van invloed op het E-peil. [20]

2.8.3.4 Netto-energiebehoefte

De netto-energiebehoefte is de hoeveelheid energie nodig om aan de gevraagde ruimteverwarming te kunnen voldoen. Deze moet bijgevolg zo laag mogelijk zijn.

De warmtevraag kan beperkt worden door:

- Beter thermisch te isoleren
- De ventilatieverliezen te beperken (door middel van bijvoorbeeld zo luchtdicht mogelijk te bouwen)
- Een optimale benutting van warmtewinsten [21]

2.8.3.5 Hernieuwbare energie

De eis van hernieuwbare energie is pas vanaf 1 januari 2014 van kracht. Deze eis stelt dat een gebouw een minimum hoeveelheid aan energie moet halen uit hernieuwbare bronnen. Deze bronnen zijn bijvoorbeeld: zonne-energiesystemen, warmtepompen, ... [22]

Verder in het eindwerk wordt er op de eis voor hernieuwbare energie dieper ingegaan.

2.8.3.6 Ventilatie

Constant ventileren is noodzakelijk naar gezondheid, vocht en energiebesparing toe.

Het vermijdt:

- Gezondheidsklachten door slechte binnenlucht
- Vochtproblemen in de woning die ontstaan door de bewoners of door stoffen in bouwmaterialen
- Hoger verbruik omdat droge lucht gemakkelijker warm wordt

Ventilatievoorzieningen moeten in een woning zodanig aanwezig zijn dat de vereiste debieten in bepaalde ruimtes behaald kunnen worden. De functie van een ruimte bepaalt het vereiste debiet. De volgende tabel heeft de vereiste debieten weer. [18]

Tabel 1 De vereiste debieten voor ventilatie [23]

	ruimte	nominale debiet		debiet mag beperkt worden tot	minimale spleet onder de deur
		algemene regel	minimaal debiet		
toevoer	woonkamer	3,6 m ³ /h.m ²	75 m ³ /h	150 m ³ /h	
	slaapkamer		25 m ³ /h		
	studeerkamer			72 m ³ /h	
	speelkamer				
doorstroom als afvoer uit de ruimte	woonkamer		25 m ³ /h		70 cm ²
	slaapkamer				
	studeerkamer				
	speelkamer				
doorstroom als toevoer naar de ruimte	keuken		50 m ³ /h		140 cm ²
	badkamer		25 m ³ /h		
	was- en droogplaats			70 cm ²	
	wc				
afvoer	keuken	3,6 m ³ /h.m ²	50 m ³ /h	75 m ³ /h	
	badkamer		75 m ³ /h		
	was- en droogplaats				
	open keuken				
	wc	25 m ³ /h			

De verse lucht dient toegevoerd te worden via droge ruimtes om zo via de tussenruimtes naar de natte ruimtes te stromen. Vanuit de natte ruimtes wordt de vochtige, vervuilde lucht afgevoerd. Over het algemeen bedraagt de hoeveelheid lucht die toe- en afgevoerd moet worden 3,6 m³/h per vierkante meter vloeroppervlak van de ruimte.

2.8.3.7 Oververhitting

Oververhitting is het verschijnsel van het te warm worden van een woning. De grote boosdoeners hier zijn vensters. Omdat vensters gemakkelijk warmte doorlaten, zorgt het veelvuldig plaatsen van vensters in verhouding tot het beschermende volume voor een verhoogd risico op oververhitting.

Oververhitting wordt aangegeven door de oververhittingsfactor, uitgedrukt in Kh. Deze factor heeft een maximumwaarde en een drempelwaarde. Als men onder de drempelwaarde van 8000 Kh zit wordt het risico op oververhitting verwaarloosd. Als men boven de drempelwaarde zit wordt er een fictief koelverbruik ingerekend, aangezien de kans bestaat dat er achteraf toch actieve koeling geplaatst zal worden.

Een laag risico op oververhitting zorgt eveneens voor een verlaging van het E-peil. [24]

2.8.3.8 Besluit

Aangezien bij het bouwproject in Leopoldsbuurg de gebouwen voorzien worden als woningen waarbij de stedenbouwkundige aanvraag niet vóór 1 januari 2006 werd ingediend en het gaat om vergunningsplichtige werken, is het project EPB-plichtig.

De aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning dateert van het jaar 2012 en valt dus niet in de periode van de laatste regelgeving (regelgeving van 2014). Het project moet aan de eisen van de reglementering vanaf 1 januari 2012 tot en met 31 december 2012 voldoen.

In het volgend deel wordt deze regelgeving overlopen en vergeleken met de huidige regelgeving.

2.8.4 EPB-regels

2.8.4.1 Regels voor 2012

De EPB-eisen vanaf 1 januari 2012 tot en met 31 december 2012 zoals opgenomen in de reglementering worden getoond via volgende tabel.

Tabel 2 EPB-regels voor 2012 [25]

Voor bouwprojecten waarvan de aanvraag tot stedenbouwkundige vergunning ingediend wordt vanaf 1 januari 2012

EPB-eisen (eisen op het vlak van ENERGIEPRESTATIE en BINNENKLIMAAT)		BESTEMMING			
		wonen	kantoor en school	andere specifieke bestemming	industrie
AARD VAN HET WERK					
<ul style="list-style-type: none"> ◦ nieuwbouw ◦ herbouw ◦ ontmanteling ◦ gedeeltelijke herbouw met een BV groter dan 800 m³* ◦ gedeeltelijke herbouw met minstens één wooneenheid* ◦ uitbreiding met een BV groter dan 800 m³* ◦ uitbreiding met minstens één wooneenheid* <p><small>* de EPB-eisen zijn enkel van toepassing op het nieuw gebouwde deel</small></p>	thermische isolatie	maximaal K 40 (gebouw) en maximale U-waarden of minimale R-waarden	maximaal K 40 (gebouw) en maximale U-waarden of minimale R-waarden	maximaal K 40 (gebouw) en maximale U-waarden of minimale R-waarden	maximaal K 40 (gebouw) en maximale U-waarden of minimale R-waarden
	energieprestatie	maximaal E 70 (wooneenheid)	maximaal E 70 (eenheid van bestemming)	-	-
	netto-energiebehoefte	maximaal 70 kWh/m ²	-	-	-
	binnenklimaat	minimale ventilatievoorzieningen en beperken van risico op oververhitting (wooneenheid)	minimale ventilatievoorzieningen	minimale ventilatievoorzieningen	minimale ventilatievoorzieningen
<ul style="list-style-type: none"> ◦ gedeeltelijke herbouw met een BV kleiner dan of gelijk aan 800 m³ en zonder wooneenheden ◦ uitbreiding met een BV kleiner dan of gelijk aan 800 m³ en zonder wooneenheden 	thermische isolatie	maximale U-waarden of minimale R-waarden (voor nieuwe delen)			
	energieprestatie	-			
<ul style="list-style-type: none"> ◦ verbouwing 	binnenklimaat	minimale ventilatievoorzieningen (voor nieuwe delen)			
	thermische isolatie	maximale U-waarden of minimale R-waarden (voor verbouwde en nieuwe delen)			
	energieprestatie	-			
<ul style="list-style-type: none"> ◦ functiewijziging met een BV groter dan 800 m³ 	binnenklimaat	ventilatie: minimale toevoeringen (bij vervanging van ramen)			
	thermische isolatie	maximaal K 65 (gebouw of deel van gebouw dat functiewijziging ondergaat) en maximale U-waarden of minimale R-waarden (voor nieuwe delen)			
	energieprestatie	-			
	binnenklimaat	minimale ventilatievoorzieningen (gebouw of deel van gebouw dat functiewijziging ondergaat)			

Tabel 3 EPB-regels voor 2012 - gebouwen met woonfunctie [25]

	wonen
thermische isolatie	maximaal K 40 (gebouw) en maximale U-waarden of minimale R-waarden
energieprestatie	maximaal E 70 (wooneenheid)
netto-energiebehoefte	maximaal 70 kWh/m ²
binnenklimaat	minimale ventilatievoorzieningen en beperken van risico op oververhitting (wooneenheid)

2.8.4.2 Regels voor 2014

De EPB-eisen vanaf 1 januari 2014 voor gebouwen met woonfunctie zoals opgenomen in de reglementering worden getoond via volgende tabel.

Tabel 4 EPB-egels voor 2014 - gebouwen met woonfunctie [26]

	wonen
thermische isolatie	maximaal K 40 (gebouw) en maximale U-waarden of minimale R-waarden
energieprestatie	maximaal E 60 (wooneenheid)
netto-energiebehoefte	maximaal 70 kWh/m ²
binnenklimaat	minimale ventilatievoorzieningen en beperken van risico op oververhitting (wooneenheid)
hernieuwbare energie	minimumaandeel

2.8.4.3 Besluit

Als de huidige regels met de regels van 2012 vergeleken worden, valt op te merken dat het E-peil met tien punten is gezakt en er een verplichting is voor het opwekken van een minimaandeel aan hernieuwbare energie.

Het bouwproject in Leopoldsburg moet voldoen aan:

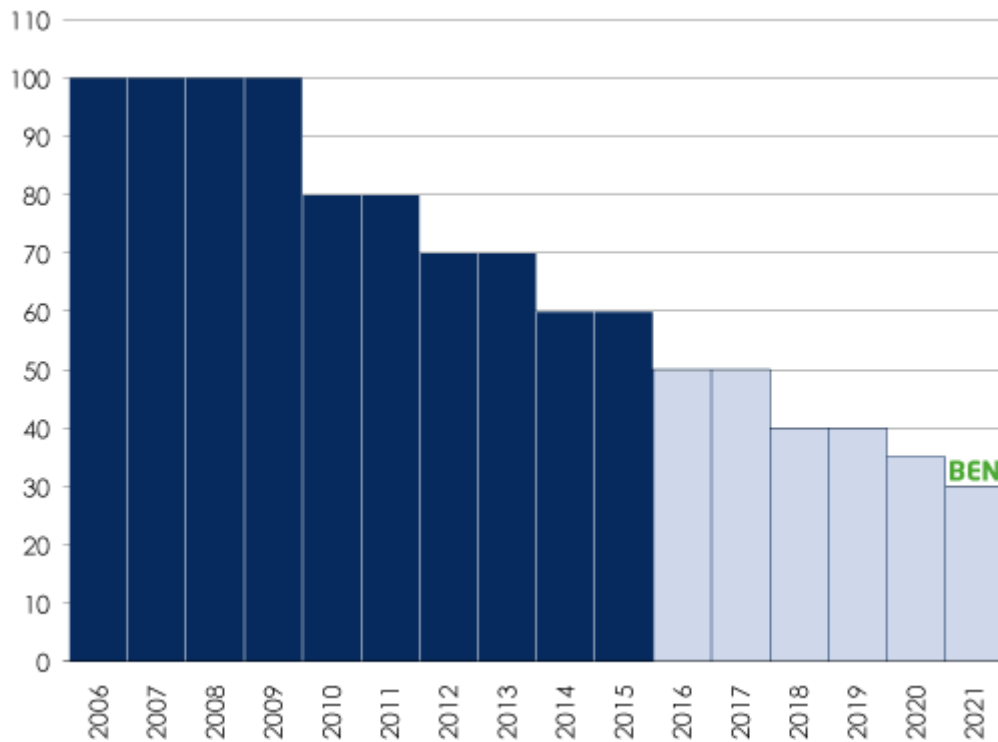
- Een maximaal E-peil van 70
- Een maximaal K-peil van 40
- Een netto-energiebehoefte van maximum 70 kWh/m²
- Minimale ventilatievoorzieningen
- Beperking van risico op oververhitting

Aan de opwekking van hernieuwbare energie moet niet voldaan worden.

2.8.5 EPB in de nabije toekomst

De EPB-regelgeving wordt met de jaren strenger en strenger. Vooral naar E-peil zijn er in de toekomst grote plannen. Onderstaand diagram geeft de verlaging van het E-peil voor de komende jaren weer.

Tabel 5 Verlaging van het E-peil in de toekomst [16]



Vanaf 2021 gaan de BEN-eisen (bijna-energie neutraal) van start en moeten bouwaanvragen of meldingen, die vanaf dan gedaan worden, een E-peil van maximum 30 kunnen behalen. Alle energie die nodig is voor verwarming, sanitair warm water, ventilatie en koeling wordt uit groene energiebronnen gehaald.

Wie voorloopt op deze standaard, zal beloond worden door middel van premies, korting op onroerende voorheffing en bij sommige banken een extra voordelig bouwkrediet. De investering in deze maatregelen zal zichzelf terugbetalen door een lage energiefactuur. [16]

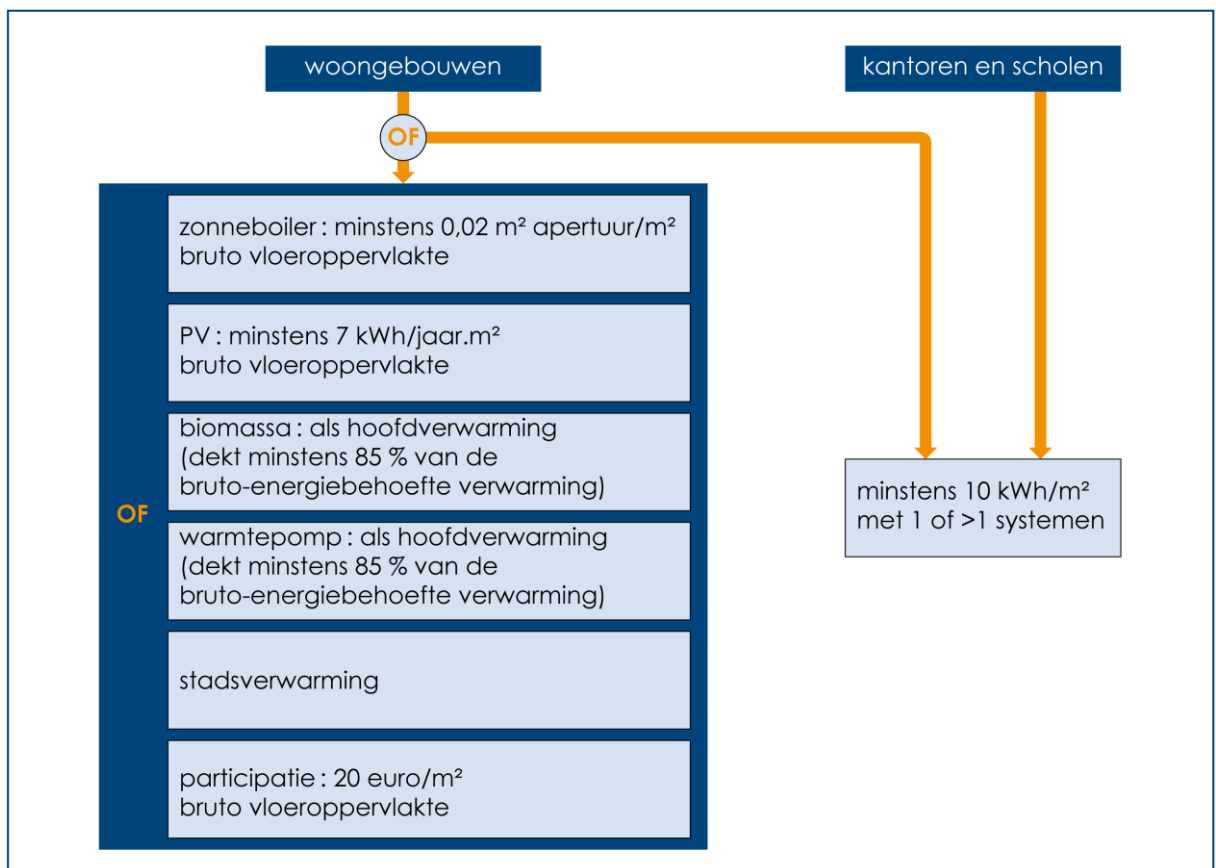
2.8.6 Hernieuwbare energie

Voor woningen om aan deze eis te voldoen, zijn er twee keuzes.

De ene mogelijkheid is het toepassen van één van de zes volgende maatregelen, waarbij de toegepaste maatregel een minimum aan hernieuwbare energie moet produceren (= individuele kwantitatieve voorwaarde):

1. Installeren van een thermisch zonne-energiesysteem
2. Installeren van een fotovoltaïsch zonne-energiesysteem
3. Gebouw verwarmen met biomassa
4. Gebouw verwarmen via een warmtepomp
5. Gebouw aansluiten op een stadsverwarmingsnet
6. Participeren in een project voor hernieuwbare energie [22]

De andere mogelijkheid is minstens 10 kWh/jaar energie per m² bruikbare vloeroppervlak uit hernieuwbare energiebronnen te halen. Dit kan door gebruik van één systeem of een combinatie van meerdere systemen. Bij deze keuze is er geen individuele kwantitatieve voorwaarde. Volgende afbeelding geeft beide keuzes en de zes maatregelen in detail weer. [27]



Figuur 23 Maatregelen voor hernieuwbare energie [27]

Het toepassen van een maatregel wordt wel alleen aanvaard wanneer er aan kwaliteitsvoorwaarden voldaan wordt. Deze voorwaarden hebben als doel het systeem voldoende efficiënt te maken naar het produceren van hernieuwbare energie. Als er niet volledig aan de voorwaarden van een maatregel voldaan wordt, telt deze niet mee voor het behalen van het minimumaandeel aan hernieuwbare energie. Volgende tabel geeft de specifieke voorwaarden voor elke maatregel weer. [27]

Tabel 6 Specifieke voorwaarden voor elke maatregel [27]

zonneboiler	<ul style="list-style-type: none"> - oriëntatie: Oost-Zuid-West - helling: 0° - 70°
PV-panels	<ul style="list-style-type: none"> - oriëntatie: Oost-Zuid-West - helling: 0° - 70°
biomassa ketel, kachel of warmtekrachtkoppeling (WKK)	<ul style="list-style-type: none"> - rendement van minstens 85% (volgens het koninklijk besluit (KB) van 12/10/2010) - emissieniveaus van CO en fijn stof < grenswaarden uit fase III van het KB van 12/10/2010
warmtepomp	<ul style="list-style-type: none"> - seizoensprestatiefactor (SPF) > 4
stadsverwarming (of – koeling)	<ul style="list-style-type: none"> - moet komen van minstens 45% uit hernieuwbare bronnen
participatie	<ul style="list-style-type: none"> - alleen bij een nieuw project binnen de provincie - minstens een productie van 7 kWh/m² bruto oppervlakte gebouwen

2.8.6.1 Sancties

Er zijn geen sancties specifiek voor deze eis. De eis is volledig geïntegreerd in de E-peil-eis. Als dus het vereiste E-peil niet behaald kan worden door het gebrek aan het voldoen aan de eis van hernieuwbare energie, volgen er sancties overeenkomstig met een te hoog E-peil. [28]

2.8.6.2 Wanneer volledig in orde

De EPB-verslaggever moet, uiterlijk zes maanden na de ingebruikname van het bouwproject, aangeven welke hernieuwbare energiesystemen in het project gebruikt zijn. Het project zal aan de eis van hernieuwbare energie voldoen wanneer:

- de hernieuwbare energiesystemen voldoen aan de respectievelijke kwaliteitsvoorwaarden

- het E-peil voldoet aan de 10% lagere E-peil-eis bij projecten waarbij geen hernieuwbare energiesystemen zijn toegepast of de systemen niet voldoen aan de respectievelijke kwaliteitsvoorwaarden

Dit wil zeggen dat bij woongebouwen waarbij geen van de maatregelen worden toegepast volgens de kwaliteitsvoorwaarden en individuele kwantitatieve voorwaarden en waarbij noch minstens 10 kWh/m² uit hernieuwbare energiebronnen wordt gehaald, het maximaal E-peil met 10% wordt verlaagd. Er kan dus, ondanks het niet volledig voldoen aan de eis voor hernieuwbare energie, nog altijd aan de regels voldaan worden. [28]

Ter verduidelijking: vanaf 2014 gelden de eis voor een maximaal E-peil van 60 en de eis voor hernieuwbare energie. Wanneer er niet voldaan wordt aan de eis voor hernieuwbare energie, zal het maximaal E-peil gereduceerd worden met 10%. Het maximaal E-peil is dan 54. Wanneer er een E-peil behaald wordt lager dan of gelijk aan 54, is het bouwproject toch nog in orde.

2.8.7 EPW-rekenmethode voor E-peil

- Voor dit deel is er grotendeels gebruikt gemaakt van één bron, aangezien wat volgt een standaardprocedure is. [29]

De berekening van het E-peil van een woning gebeurt volgens de EPW-methode. Deze methode resulteert in het E-peil per wooneenheid.

Er wordt gerekend met het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik. 'Karakteristiek' betekent dat er van een aantal veronderstellingen wordt uitgegaan. De veronderstellingen zijn: een bepaald klimaat, een vaste binnentemperatuur van 18 °C en forfaitaire interne warmtewinsten. Aan de hand hiervan bestaat de mogelijkheid verschillende gebouwen met elkaar te vergelijken.

Anders gezegd wordt er dus geen werkelijk energieverbruik berekend. Omdat het te veel afhankelijk is van onvoorspelbare factoren, zorgt het ervoor dat er moeilijk vergeleken kan worden. Deze factoren zijn onder andere: het instellen van binnentemperatuur door gebruikers, het aantal gebruikers en het aantal uren dat het gebouw gebruikt wordt.

Bij de eerste stappen van de berekening wordt er gebruikt gemaakt van maandtotalen. Deze maandtotalen worden opgeteld om zo het jaarlijks verbruik te bekomen. Het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik wordt bepaald rekening houdend met het energieverbruik door:

- De ruimteverwarming
- De bereiding van het sanitair warm water
- De hulpfuncties van de installaties en de ventilatoren
- De koeling

Om de berekening uit te voeren werkt men met het eindenergieverbruik van de verschillende types van energieverbruik. De eventuele energie geproduceerd door fotovoltaïsche panelen of warmtekrachtkoppeling moet ook in rekening gebracht worden. Maar dit is uiteraard een energiewinst, niet een energieverbruik.

Voor ruimteverwarming en sanitair warm water wordt het eindenergieverbruik meestal uitgedrukt in een aantal liter gasolie of een aantal kubieke meter gas. Het eindenergieverbruik voor koeling en voor hulpfuncties van de installatie en ventilatoren is een elektrisch verbruik dat wordt uitgedrukt in kWh.

De types van energieverbruik mogen niet zomaar bij elkaar opgeteld worden. Ze moeten hiervoor omgezet worden naar primair energieverbruik. Elk eindenergieverbruik moet ook vermenigvuldigd worden met de conventionele omrekenfactor van de energiedrager. Voor de fossiele brandstoffen, zoals gasolie en gas, is de factor 1. Bij elektriciteit moet men factor 2,5 gebruiken, omdat hier rekening gehouden wordt met 60% productie- en transportverliezen tussen de elektriciteitscentrale en gebruiker.

Het energetisch rendement voor elektriciteit in Vlaanderen is 40%.

In wat volgt worden de types van energieverbruik en energiewinst toegelicht.

2.8.7.1 Ruimteverwarming

Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming wordt in zeven stappen berekend.

Stap 1: berekenen van de warmteverliezen door transmissie (of geleiding) en ventilatie.

De transmissieverliezen gebeuren via de scheidingsconstructies tussen het gebouw en de buitenomgeving, de aangrenzende onverwarmde ruimten en de bodem. De grootte van deze verliezen is afhankelijk van het isolerend vermogen van de constructiedelen en van de eventuele koudebruggen. Hoe beter de isolatie, hoe lager de verliezen.

Buiten transmissieverliezen zijn er ook nog ventilatieverliezen. Omdat meer isoleren resulteert in nood aan meer ventileren, zal het warmteverlies dat hiermee gepaard gaat ook van grotere invloed zijn. Er kan echter een groot deel van dit verlies gerecupereerd worden door gebruik te maken van een mechanisch ventilatiesysteem met warmteterugwinning of een ventilatiesysteem met vraagsturing. Verder is de luchtdichtheid van het gebouw van groot belang aangezien een slechte luchtdichtheid voor onbewuste in- en exfiltratieverliezen zorgt.

Stap 2: berekenen van de nuttige warmtewinsten.

De warmtewinsten zijn meestal van minder invloed dan de verliezen, maar worden wel meegerekend.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen de nuttige zonnewinst en de nuttige interne winst. De nuttige zonnewinst is de passieve zonne-energie die via de beglaasde oppervlakken het gebouw opwarmt. Een teveel hiervan is echter niet nuttig, omdat dit meestal resulteert in de installatie van een koelsysteem. Het koelsysteem zorgt dan voor een energieverbruik. Maar rekening houdend met ons klimaat kan een gebouw zo ontworpen worden dat het geen nood heeft aan actieve koeling.

De nuttige interne winst is winst door de warmteafgifte van onder andere: de bewoners zelf, apparaten en verlichting. Deze winst wordt ingerekend als forfaitaire waarde afhankelijk van het volume van het gebouw.

Stap 3: opmaak van de energiebalans.

Deze energiebalans resulteert in de netto-energiebehoefte voor ruimteverwarming. Dit is de hoeveelheid energie die door de afgiftesystemen (bijvoorbeeld radiatoren) moet worden afgegeven om de gevraagde binnentemperatuur te bekomen. Hierbij wordt rekening gehouden met de positieve invloed van de warmtewinsten en de negatieve invloed van de warmteverliezen.

Ook wordt er rekening gehouden met de thermische massa van de constructie van het gebouw (zwaar, halfzwaar, matig zwaar of licht), het beschermend volume en de volumes van aangrenzende onverwarmde ruimten.

De eerste drie stappen worden gedaan door het invoegen van bouwkundige gegevens. De volgende stappen gaan over de technische installaties.

Stap 4: Het systeemrendement van de verwarmingsinstallatie bepalen.

Het systeemrendement wordt bekomen door het afgifterendement, verdeelrendement en opslagrendement met elkaar te vermenigvuldigen.

Het afgifterendement wordt beïnvloed door de onnuttige afgifteverliezen van radiatoren, convectoren en vloer-, muur- of plafondverwarming. Deze verliezen treden op omdat een deel van de warmte verloren gaat via bijvoorbeeld de wanden achter radiatoren of de vloer eronder. Met de regelverliezen aan de thermostaat en thermostatische kranen is ook rekening gehouden. Hoe groter de onnuttige afgifteverliezen en/of de regelverliezen, hoe lager het afgifterendement.

Het verdeelrendement wordt beïnvloed door de transportverliezen in leidingen. Hierbij is van belang of de leidingen geïsoleerd zijn en of ze binnen of buiten het beschermd volume liggen. Als ze geïsoleerd zijn en/of binnen het beschermend volume liggen, is het verdeelrendement hoger.

Als er bij de ruimteverwarming gebruik gemaakt wordt van een opslagvat (boiler), moeten de verliezen die hier optreden ook meegerekend worden. Die verliezen worden uitgedrukt in het opslagrendement.

Stap 5: bruto-energiebehoefte bekomen.

De bruto-energiebehoefte wordt bekomen door de netto-energiebehoefte te delen door het systeemrendement uit de vorige stap. Anders gezegd is het de hoeveelheid energie die door het warmteopwekkingstoestel (bijvoorbeeld gasketel) moet worden afgegeven aan het volledige verwarmingssysteem om de gevraagde binnentemperatuur te behalen.

Stap 6: Opwekkingsrendement van het warmteopwekkingstoestel bepalen.

Om dit opwekkingsrendement te bekomen moet er rekening gehouden worden met de warmteverliezen in de rookgasafvoer of schoorsteenverliezen en met de warmteverliezen naar de omgeving of mantelverliezen. De mantel is hier het omhulsel van het toestel. Met de vraag voor energie door het toestel om zichzelf op temperatuur te houden en te kunnen opwarmen moet ook rekening gehouden worden.

Stap 7: Het eindenergieverbruik voor ruimteverwarming bepalen.

Het eindenergieverbruik wordt bekomen door de bruto-energiebehoefte te delen door het opwekkingsrendement. Anders gezegd is het de hoeveelheid energie die het warmteopwekkingstoestel nodig heeft om de gewenste binnentemperatuur te realiseren.

2.8.7.2 Sanitair warm water

Het eindenergieverbruik voor sanitair warm water wordt in drie stappen berekend.

Stap 1: Het systeemrendement bepalen.

Het systeemrendement wordt berekend in overeenkomst met de berekening bij de ruimteverwarming. In dit geval houdt het vooral rekening met de verdeelverliezen door de leidingen. De lengte van de warmwaterleidingen spelen hier bijvoorbeeld een grote rol. Hoe langer de leidingen, hoe lager het rendement.

Stap 2: Inrekening van eventueel aanwezig thermisch zonne-energiesysteem.

Als er bijvoorbeeld een zonneboiler gebruikt wordt, moet hiermee rekening gehouden worden. De grootte van de nuttige bijdrage is afhankelijk van de oppervlakte van de zonnecollector(en).

Stap 3: Opwekkingsrendement van het opwekkingstoestel voor sanitair warm water bepalen.

Als het toestel gebruik maakt van een opslagvat, worden de opslagverliezen in dit rendement ingerekend.

Aan de hand van het opwekkingsrendement kan het eindenergieverbruik voor sanitair warm water bepaald worden.

2.8.7.3 Hulpfuncties van de installaties en de ventilatoren

Het energieverbruik door de hulpfuncties van de installaties komt onder meer van de circulatiepompen, pompregelingen, ketelektronica, ketelventilatoren en eventuele waakvlammen.

Het energieverbruik door de ventilatoren moet in rekening gebracht worden wanneer er een B, C of D ventilatiesysteem gebruikt wordt.

Van deze energieverbruiken wordt de som gemaakt om het eindenergieverbruik te bekomen.

2.8.7.4 Koeling

Hier is het eindenergieverbruik afhankelijk van het al dan niet gebruik van actieve koeling. Als actieve koeling gebruikt wordt, moet het energieverbruik volledig met forfaitaire installatiewaarden ingerekend worden. Als geen actieve koeling gebruikt wordt, moet een fictieve koellast berekend worden rekening houdend met de kans op oververhitting in het zomerseizoen.

2.8.7.5 Energie door fotovoltaïsche panelen of warmtekrachtkoppeling

Wanneer er sprake is van energie geproduceerd door fotovoltaïsche panelen of warmtekrachtkoppeling wordt de hoeveelheid energiewinst simpelweg ingerekend als een positieve bijdrage. Dit zal een daling van het karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik veroorzaken, in tegenstelling tot de energieverbruiken.

2.8.7.6 Samenvattende formule

De EPB-regelgeving heeft als doel het 'karakteristiek (dit wil zeggen uitgaande van bepaalde veronderstelling) jaarlijks primair energieverbruik' te beperken. Het moet bijgevolg kleiner zijn dan een referentiewaarde hiervoor.

Formule

$$\frac{\textit{karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik}}{\textit{referentiewaarde}} \cdot 100 \leq \textit{E-peileis}$$

Met:

$$\frac{\textit{karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik}}{\textit{referentiewaarde}} = \textit{E-peil}$$

De referentiewaarde is voor woningen afhankelijk van de vorm (warmteverliesoppervlak), grootte (beschermend volume) en het ventilatiedebiet van het gebouw.

Formule

$$RW = a_1 \cdot A_{T,E} + a_2 \cdot \max\left(V_{EPR}; \frac{V_{EPR} + 192}{2}\right) + a_3 \cdot V_{hyg,ref}$$

Met:

- RW : referentiewaarde
- $A_{T,E}$: warmteverliesoppervlak [m²]
- V_{EPR} : beschermd volume [m³]
- $V_{hyg,ref}$: bewust ventilatiedebiet [m³/h]
- $a_1 = 115$
- $a_2 = 70$
- $a_3 = 105$

a_1 , a_2 en a_3 zijn constanten die in 2006 zijn bepaald aan de hand van een referentiepakket maatregelen met concrete technieken en prestaties van materialen en installaties om het E-peil vast te leggen op 100.

Verklaring van:

$$\max\left(V_{EPR}; \frac{V_{EPR} + 192}{2}\right)$$

Hiermee wordt bedoeld dat van wat tussen de haken staat (gescheiden door een puntkomma) de maximumwaarde gebruikt moet worden.

Als bijvoorbeeld $V_{EPR} = 100$, dan:

$$\max\left(100; \frac{100 + 192}{2}\right) = \max(100; 146) = 146$$

Als bijvoorbeeld $V_{EPR} = 200$, dan:

$$\max\left(200; \frac{200 + 192}{2}\right) = \max(200; 196) = 200$$

De volledige formule is:

$$E\text{-peil} = 100 \cdot \frac{\textit{karakteristiek jaarlijks primair energieverbruik}}{a_1 \cdot A_{T,E} + a_2 \cdot \max\left(V_{EPR}; \frac{V_{EPR} + 192}{2}\right) + a_3 \cdot V_{hyg,ref}}$$

Wanneer er een E-peil lager dan de E-peileis word verkregen is de energie-efficiëntie beter dan die van het referentiepakket maatregelen. [30]

2.9 Voor- en nacalculatie

Om een zo goed mogelijk resultaat te behalen bij de uitvoering van een dienst (of de productie van een product), moet een calculatie gemaakt worden van alle kosten. Eerst wordt een voorcalculatie gemaakt van de verwachte kosten en achteraf een nacalculatie van de werkelijke kosten. Bij het vergelijken van deze calculaties wordt er aan verschillenanalyse gedaan. De verschillenanalyse toont met eventuele prijs- en efficiencyverschillen aan of er winst of verlies is gemaakt met de dienst (of het product). Aangezien naar winst wordt gestreefd en verlies voorkomen moet worden, is het belangrijk zulke calculaties uit te voeren en te vergelijken. In wat volgt wordt verduidelijkt hoe het bedrijf de calculaties toepast.

De voorcalculatie komt neer op het maken van een zo goed mogelijke schatting van de kosten aan materiaal en arbeid voor het uitvoeren van de dienst en de winst die uiteindelijk gemaakt kan worden. De voorcalculatie is opgebouwd uit standaardprijzen en standaardhoeveelheden. Door middel van het lastenboek, de meetstaat en de offerte kan een schatting gemaakt worden voor de nodige materialen en de uit te voeren werken. De verwachte uren aan arbeid, bepaald door de uit te voeren werken, worden geraamd aan de hand van cijfers van voorbije gelijkaardige werken.

Na uitvoering van de werken wordt de nacalculatie uitgevoerd. Hiermee wordt de werkelijke kost aan materialen en arbeid berekend. De nacalculatie is opgebouwd uit werkelijke prijzen en werkelijke hoeveelheden.

De hoeveelheden en prijzen zullen in de voor- en nacalculatie in realiteit nooit hetzelfde zijn. In het meest gunstige geval zal de nacalculatie een beter resultaat geven dan de voorcalculatie.

Het verschil tussen beiden wordt bekeken door middel van een verschillenanalyse. [31]

2.9.1 Verschillenanalyse

Zoals eerder vermeld, komen de kosten in de voor- en nacalculatie niet overeen. Het is nu interessant om de redenen hiervoor te achterhalen.

In dit geval bestaat de verschillenanalyse uit hoeveelheidsverschillen of efficiencyverschillen en prijsverschillen. Deze verschillen vormen het calculatieverschil dat met onderstaande formule berekend kan worden:

$$\text{Calculatieverschil} = \text{kosten voorcalculatie} - \text{kosten nacalculatie}$$

Met volgende formule kan ook het winstverschil berekend worden:

$$\text{Winstverschil} = \text{winst voorcalculatie} - \text{winst nacalculatie}$$

- Wanneer er door de bovenstaande berekening voor het winstverschil uit te voeren een negatief getal wordt bekomen, is er meer winst gemaakt dan verwacht. [31]

2.9.2 Prijs- en efficiencyverschillen

[31] De standaardprijzen (SP) en standaardhoeveelheden (SH) voor materiaal en arbeid worden in de voorcalculatie berekend.

In de nacalculatie wordt de werkelijke hoeveelheid (WH) van het gebruikt materiaal bepaald en tegen welke werkelijke prijs (WP). Hetzelfde geldt voor de loonkost.

Tussen de voor- en nacalculatie kunnen dus verschillen ontstaan.

Voor prijsverschillen geldt:

$$SP > WP = \text{voordelig prijsverschil}$$

$$SP < WP = \text{nadelig prijsverschil}$$

Voor efficiencyverschillen geldt:

$$SH > WH = \text{voordelig efficiencyverschil}$$

$$SH < WH = \text{nadelig efficiencyverschil}$$

Voor het berekenen van de verschillen gelden volgende standaardformules:

$$\text{Prijsverschil} = (SH - WH) \cdot SP$$

$$\text{Efficiencyverschil} = (WP - SP) \cdot WH$$

2.9.3 Berekening

2.9.3.1 Voorcalculatie

De voorcalculatie is opgedeeld in vier domeinen: sanitaire leidingen, sanitaire toestellen, centrale verwarming (CV) en ventilatie. Voor elk deel is de verwachte kost per woning aan materiaal berekend in de offerte. De verwachte werkuren worden standaard aan 30 euro/u gerekend.

Tabel 7 Voorcalculatie: kost/domein

Domein	Kost aan materiaal [€]	Kost aan werkuren [€]	Kost/domein [€]
Sanitaire leidingen	1470	1200	2670
Sanitaire toestellen	1440	300	1740
CV	4000	1500	5500
Ventilatie	2515	1200	3715

Uit de tabel kan voor elk deel de aantal verwachte werkuren afgeleid worden door de kost aan werkuren te delen door 30 euro/u.

Het volgende resultaat wordt bekomen:

Tabel 8 Voorcalculatie: aantal verwachte werkuren/domein

Domein	Aantal verwachte werkuren
Sanitaire leidingen	40
Sanitaire toestellen	10
CV	50
Ventilatie	40

De totaal verwachte kost per woning is de som van de verwachte kost per deel:

$$2670 + 1740 + 5500 + 3715 = \text{€}13625$$

Om nu de totaal verwachte kost voor het gehele project (tien woningen) te berekenen wordt de uitkomst van de vorige berekening vermenigvuldigd met tien:

$$13625 \cdot 10 = \text{€}136250$$

De bekomen kost is niet de prijs die aangegeven wordt in de offerte. In de offerte staat een aangepaste prijs van 116000 euro. Een aangepaste prijs wordt, in overleg, gemaakt om er zeker van te zijn dat het bedrijf wordt gekozen voor het project. De verlaging in de prijs gebeurt door aanpassingen te maken naar materiaal en/of toestellen.

Aangezien de totale prijs aangepast is, moet er een herberekening worden gedaan van de voorcalculatie. De herberekening wordt gedaan door de originele prijs te delen door de aangepaste prijs en zo een verschilfactor te bekomen:

$$\frac{136250}{116000} = 1.175$$

De verschilfactor van 1.175 moet vervolgens toegepast worden op de kost van elk domein om zo de correcte voorcalculatie voor elk domein te bekomen.

- Sanitaire leidingen:

$$\frac{2670}{1.175} = \text{€}2272.34$$

- Sanitaire toestellen:

$$\frac{1740}{1.175} = \text{€}1480.85$$

- CV:

$$\frac{5500}{1.175} = \text{€}4680.85$$

- Ventilatie:

$$\frac{3715}{1.175} = \text{€}3161.7$$

2.9.3.2 Nacalculatie

De nacalculatie en bijgevolg ook de verschillenanalyse kunnen voor het bouwproject niet berekend worden zolang de werken niet volledig zijn uitgevoerd. Wel kan een tussentijdse evaluatie gedaan worden om te weten of het project naar kost op het juiste pad zit.

Om een tussentijdse evaluatie te kunnen doen moeten er een aantal zaken verzameld worden:

- De afleverbons van het gebruikte materiaal
- De werkfiches met de gepresteerde werkuren en daarbij uitgevoerde werken

Met deze gegevens kan gekozen worden voor welk(e) domein(en) de tussentijdse evaluatie moet gebeuren. In dit geval is er gekeken naar de uitgevoerde werken voor acht van de tien woningen vanaf de start van het project (12/12/2013) tot 20 april 2013. Gedurende deze periode zijn de sanitaire leidingen en ongeveer 1/4 van de ventilatie geplaatst.

Overeenkomstig de uitgevoerde werken is de kost voor het materiaal berekend aan de hand van de afleverbons en het totaal aantal gepresteerde uren aan de hand van de werkfiches. De uren worden zoals eerder vermeld aan 30 euro/u gerekend.

Tabel 9 Tussentijdse evaluatie: alle kosten

Werken tot (datum)	Kost aan materiaal [€]	Kost aan werkuren [€]	Aantal werkuren
20/03/2014	17102.54	11940	398

De kostprijs aan materiaal in bovenstaande tabel is echter niet de prijs die gebruikt moet worden voor de berekening. Omdat de belastingen verplichten winst te maken op het gebruikte materiaal rekent het bedrijf een hogere prijs aan in de afleverbonnen dan dat ze zelf betalen voor het materiaal. Het verschil in deze prijzen wordt bepaald met een factor 2.2. In de volgende vergelijking wordt de kost voor het bedrijf voor het materiaal berekend:

$$\frac{17102.54}{2.2} = €7773.88$$

De totale kost aan materiaal en gepresteerde uren tot 20 april 2013 voor acht woningen bedraagt:

$$7773.88 + 11940 = €19713.88$$

De totale kost per woning bedraagt:

$$\frac{19713.88}{8} = €2464.2$$

2.9.3.3 Besluit

In de voorcalculatie is per woning voor de plaatsing van de sanitaire leidingen gerekend op 2262.34 euro en voor 1/4 van de ventilatie op 790.43 euro. De som van deze bedragen is 3052.77 euro. Aangezien hiervoor maar 2464.2 euro is gespendeerd, zit het bedrijf duidelijk op het goede pad.

Stel dat dit niet het geval is en de kost te hoog is ten opzichte van de voorcalculatie, dan moet het bedrijf gaan besparen op materiaal of werkuren.

Wanneer de loonkost voor de arbeid vast ligt, kan het bedrijf hierop niet besparen. Als ze dan met een offerte werken die bindend is, zal de winst voor het bedrijf dalen.

3 Project JAGA

3.1 Inleiding

In het bedrijf JAGA in Diepenbeek moet een volledige omschakeling gebeuren van de huidige mazoutinstallatie naar een gasinstallatie. Aangezien de verouderde verwarmingsinstallatie voor een onnodig hoog verbruik zorgt, is er nood aan een herziening van het systeem.



Figuur 24 JAGA gebouwen [32]

Het gasleidingnet met de aftakkingen moet uitgewerkt worden in functie van de locaties van de ketels die dienen voor de warmteproductie voor bepaalde ruimtes en toestellen. Elke ketel moet worden voorzien van een nieuwe gasbrander en de daarbij horende gasstraat. Deze gasstraat dient eveneens uitgewerkt te worden.

Het project van JAGA moet nog van start gaan. In wat volgt kunnen de voorbereidingen voor de werken gevolgd worden tot het einde van de stageperiode.

3.2 Situatieschets

3.2.1 Huidige situatie

In de huidige situatie wordt er gebruik gemaakt van mazout. Elke ketel is voorzien van een mazoutbrander en luchtverhitters zorgen voor de verwarming van de gebouwen. Enkel de twee luchtverhitters in de afdeling matrijzen/onderhoud worden behouden en gevoed door een nieuwe ketel door middel van het bestaand leidingnet. Dit blijft voor deze afdeling zo behouden.

3.2.2 Tussenoplossing

De installatie wordt volledig uitgevoerd zonder de plaatsing van de nieuwe gasgestookte luchtverhitters en alle aansluitingen en toebehoren. De reden hiervoor is dat ze bij JAGA nog niet zeker zijn of ze hiermee willen verwarmen. Daarom zijn de luchtverhitters ook niet in de offerte opgenomen.

Als tussenoplossing, omdat een werkend verwarmingssysteem aanwezig moet blijven om aan de warmtevraag van het gebouw te voldoen, wordt er bij de omschakeling naar een gasinstallatie een nieuwe verwarmingsketel geplaatst in de afdeling matrijzen/onderhoud. De nieuwe condenserende gasketel en oude ketel zullen beiden van gasbranders voorzien worden en zo op aardgas werken. Op die manier kan nog steeds de nodige verwarming geleverd worden.

De nieuw te plaatsen ringleiding voor aardgas wordt geplaatst en uitgerust met de aftakkingen naar alle toestellen. De nodige aftakkingen om eventueel later de 15 luchtverhitters aan te sluiten worden eveneens voorzien.

Kortom: De volledige omschakeling van de mazoutinstallatie naar een gasinstallatie wordt uitgevoerd met behoud van de mogelijkheid voor verwarming en ervan uitgaande dat de luchtverhitters op een later tijdstip zullen worden geplaatst.

3.2.3 Doel

Zoals eerder vermeld moet een efficiënt werkende gasinstallatie gerealiseerd worden. De tussenoplossing biedt de mogelijkheid van verwarmen maar de bedoeling is dat dit volledig overgenomen wordt door de luchtverhitters.

Door het vernieuwde en efficiëntere systeem verzekert het bedrijf een aanzienlijke daling van de energiekost.

3.3 Ringleiding voor aardgas

Om de gasinstallatie te voeden dient de gasleiding volgens de gasmaatschappij Infrac binnen gebracht te worden met een sectie van 4" op een hoge druk van 300 mbar. De hoge druk van 300 mbar is nodig om het debiet naar elk toestel te halen. Aan elke toestel zal een drukregelaar worden voorzien om deze hoge druk naar een werkingsdruk te herleiden van 20 of 25 mbar.

De sectie van de leiding is onder voorbehoud. Een herberekening zal uitgevoerd worden om eventueel een kleinere sectie te bekomen. Er moet rekening gehouden worden met een totaal vermogen van 6 tot 7 MW over een afstand van ongeveer 700 m. Als blijkt dat een sectie van 2" of kleiner mogelijk is, scheelt dit enorm veel werk aangezien de gasleiding dan geschroefd mag worden. Zo niet moet de leiding gelast worden wat in een moeilijker en duurder installatie resulteert.

Wanneer de gasleiding volledig geplaatst is zal deze gekeurd en getest worden door een daarvoor bevoegde keurder (Vinçotte, BTV, ...).

3.3.1 Ontwerp

De gasleiding wordt in staal uitgevoerd in de vorm van een ringleiding omdat dit zorgt voor constante debieten en beperking van de leidingverliezen. De aftakking naar een toestel zal afhankelijk van het vereiste debiet uitgevoerd worden in 4", 2", 6/4", 5/4" of 1".

JAGA zal zelf zorgen voor de verwijdering van het bestaand leidingnet zodat de al aanwezige bevestigingsbeugels kunnen hergebruikt worden voor het bevestigen van de gasleiding.

In de bijlage achteraan de scriptie kan een grondplan van de JAGA gebouwen (Bijlage D) gevonden worden met het verloop van de ringleiding (oranje gekleurde lijn) en de locaties van de ketels (zie ook tabel 10 Overzicht van de gasbranders).

- De groen gekleurde ketels zijn voor ovens
- De geel gekleurde ketels zijn voor verwarming

3.4 Gasbranders

In totaal zullen er 16 gasbranders geplaatst worden, volgende tabel geeft een overzicht weer van het voorlopige voorstel:

Tabel 10 Overzicht van de gasbranders

Locatie [Nr.]	Ketel [kW]	Voorgestelde brander	Gasstraat
bureau [A1]	Viessmann [454]	Riello RS 50MZ TC	MB 410/1 - RT20
laklijn 1 [B1]	klassiek [375]	Riello RS 50MZ TC	MB 410/1 - RT20
laklijn 2 [B2]	klassiek [220]	Riello RS 44 MZ TC	MB 407/1 - RT20
laklijn 3 [B3]	klassiek [220]	Riello RS 44 MZ TC	MB 407/1 - RT20
laklijn 4 [B4]	klassiek [220]	Riello RS 44 MZ TC	MB 407/1 - RT20
nieuwe laklijn 1 [C1]	Warme lucht [475]	Riello RS 50MZ TC	MB 410/1 - RT20
nieuwe laklijn 2 [C2]	warme lucht [300]	Riello RS 44 MZ TC	MB 407/1 - RT20
nieuwe laklijn 3 [C3]	warme lucht [300]	Riello RS 44 MZ TC	MB 407/1 - RT20
nieuwe hal [A2]	klassiek [581]	Riello RS 70 TC	MB 412/1 - RT20
toonzaal [A3]	klassiek [32]	Riello BS 1	MB 405/1 - F1SD 20
Magazijn [A4]	Hansa [43]	Riello BS 2	MB 405/1 - F2SD 20
Testcabine [D1]	Hansa [43]	Riello BS 2	MB 405/1 - F2SD 20
Glasbeek [D2]	klassiek [90]	Riello BS 3	MB 407/1 - F3SD 20
kleine laklijn [D3]	klassiek [178]	Riello BS 4 D	MB 410/2 - F3SD 20
oude hal [F1 + F2]	Viessmann [1395]	Riello RS 160/M BLU TC LP	MBD 415
		Riello RS 160/M BLU TC LP	MBD 415

- ‘Klassieke ketel’ betekent dat het een watergekoelde ketel is van Viessmann, Hansa, Buderus en andere.
- Via de nummering wordt aangegeven waar elke ketel staat op het plan (Bijlage D).

De branders in de tabel zijn een voorstel van Riello. Om er zeker van te zijn dat deze branders gebruikt kunnen worden, moet de flenzen van de ketels opgemeten worden.



Figuur 25 Flens van een verwarmingsketel

De afmetingen van de flenzen van de ketels zijn belangrijk om te weten omdat de brander hier luchtdicht op moet kunnen passen.

3.5 Besluit

In de toekomst zullen de voorbereidingen verder uitgewerkt worden om zo tot de start van de werken te komen. De herziening van de diameter voor de ringleiding is van groot belang naar kosten en zal dus meer in detail bekeken worden. De voorgestelde gasbranders zullen afhankelijk van voornamelijk de specificaties van de ketels en de afmetingen van de flenzen gebruikt worden of door een ander type gasbrander vervangen worden.

Conclusie

Hiermee komt er een einde aan mijn stageperiode bij New Therm Service. Het was een zeer leerrijke ervaring zowel op het gebied van technische kennis en vaardigheden als communicatie en omgang met de bedrijfsleiding en het personeel.

Tijdens de periode kon ik inpassen op het lopend bouwproject van Leopoldsburg. Naast een analyse van de ontwerpen kreeg ik de kans om dieper in te gaan op de regelgeving voor EPB en een voor- en nacalculatie uit te voeren voor het bedrijf.

De vertraging in pleisterwerken heeft ertoe geleid dat de geplande werken niet volgens schema verliepen. Dit was een belangrijke factor aangezien alle werken in chronologische volgorde voltooid moeten worden.

Door onvoorziene omstandigheden is het project JAGA te laat begonnen. Slechts enkele voorbereidingen van het project zijn van start gegaan tijdens mijn laatste stageweek.

Nu de modelwoningen in Leopoldsburg volledig afgewerkt zijn, kan het project in principe zonder problemen voltooid worden. De werken in JAGA zijn uiteindelijk voorzien om van start te gaan tijdens de maand augustus.

Tot slot sluit ik mijn stage af met een goed gevoel. Ondanks enkele onzekerheden en vertragingen die nu eenmaal bij het bedrijfsleven horen, kijk ik met grote tevredenheid terug op deze hele periode. Na de theoretische opleiding was het zeer nuttig om bepaalde zaken ook eens in praktijk mee te maken.

Bibliografie

- [1] C. Swennen, Interviewee, *Persoonlijk gesprek over New Therm Service*. [Interview]. 2014.
- [2] *40_12.03_plan verwarming_HV 3*. [Art]. SBHeedfeld, 2013.
- [3] „Bouwdossier: noodzakelijk voor de aannemer,” Immoweb, [Online]. Available: http://www.immoweb.be/nl/te-koop/artikel/bouwdossier:-noodzakelijk-voor-de-aannemer.htm?mycurrent_section=buy&artid=4028.
- [4] Vaillant, „Presentatie ecoTEC plus & ecoTEC pro,” 26 April 2010. [Online]. Available: <http://www.vaillant.be/stepone2/data/downloads/e1/00/00/presentatie-ecotec-plus-ecotec-pro.pdf>.
- [5] G. Kerkhofs, „De modulatie van de verwarmingsketel,” Vaillant, April 2013. [Online]. Available: <http://habitos.be.msn.com/nl/bouwen/de-modulatie-van-de-verwarmingsketel-9024/>.
- [6] „Condensatieketel,” Bouwunie, 2009. [Online]. Available: <http://www.duurzametechnieken.be/verwarming/cv-warmteopwekking/condensatieketel/>.
- [7] „Aardgastoestellen,” [Online]. Available: <http://www.aardgas.be/consumenten/veelgestelde-vragen/toestellen#>.
- [8] „Terugstroombeveiliging EA controleren en onderhouden,” Isso-kenniskaarten, [Online]. Available: <http://www.isso-kenniskaarten.nl/kenniskaart/leidingwaterinstallaties/terugstroombeveiliging/terugstroombeveiliging-ea-controleren-en-onderhouden>.
- [9] „Terugstroombeveiliging CA controleren,” Isso-kenniskaarten, [Online]. Available: <http://www.isso-kenniskaarten.nl/kenniskaart/leidingwaterinstallaties/terugstroombeveiliging/terugstroombeveiliging-ca-controleren>.
- [10] „Centrale verwarming ontluichten - Lucht in radiatoren,” 2012. [Online]. Available: <http://www.centraleverwarmingcv.be/verwarming-ontluichten-radiatoren.html>.
- [11] „Regenwaterput: wees slim met regenwater,” [Online]. Available: <http://www.hetportaal.be/regenwaterput.html>.
- [12] „Ventilatie,” RED bvba, [Online]. Available: <http://www.redbvba.be/ventilatie>.
- [13] F. Heedfeld, Interviewee, *Persoonlijk gesprek over het bouwproject in Leopoldsborg*. [Interview]. 2014.
- [14] „EPB energieprestatie regelgeving voor bouwers,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/energieprestatie regelgeving>.
- [15] „Wanneer EPB?,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/toepassingsgebied>.
- [16] „Wat zijn de eisen?,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/welke eisen>.
- [17] „K-peil,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/kpeileis>.
- [18] K. Somers, „Rapport EPB-verslaggeving,” 2013.
- [19] „U- en R-waarden,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/eisentransmissie>.
- [20] „E-peil,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/epeileis>.

- [21] „Netto-energiebehoefte,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/netto-energiebehoefte>.
- [22] „Hernieuwbare energie,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/groeneenergie>.
- [23] „Ventilatievoorzieningen voor woongebouwen,” Maart 2014. [Online]. Available: <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/overzichtventilatiegebietenwonen.pdf>.
- [24] „Oververhitting,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/oververhitting>.
- [25] „EPB-eisen vanaf 2012,” December 2011. [Online]. Available: <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/epbeisentabel2012voormb.pdf>.
- [26] „EPB-eisen vanaf 2014,” Mei 2012. [Online]. Available: <http://www2.vlaanderen.be/economie/energiesparen/epb/doc/epbeisentabel2014.pdf>.
- [27] „Eisen,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/eisenhernieuwbareenergie>.
- [28] „Sancties,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/sanctieshernieuwbareenergie>.
- [29] „EPW-methode,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/sanctieshernieuwbareenergie>.
- [30] „EPW,” [Online]. Available: <http://www.energiesparen.be/epb/prof/epw>.
- [31] „Voorcalculatie, nacalculatie en verschillenanalyse,” [Online]. Available: <http://www.ba-be.nl/downloads/BE4/theorie/h3.pdf>.
- [32] M. & K. T. Broux, „Bezoek Jaga,” 14 November 2013. [Online]. Available: <http://www.pmdiepenbeek.be/index.php/blog/item/bezoek-jaga>.