

Windesheim



Ontwerpen van woninginstallaties



Naam studenten:

Lourens Soldaat (s1007323)

Gjalt Nieuwenhuis (s1067869)

Louis de Leeuw (s1073863)

Ije Scharrenberg (s1063647)

Naam docent: Roy van der Laan

14 januari 2022

Hogeschool Windesheim

Opleiding: Lerarenopleiding PIE 2e graad

Voorwoord

Vanuit Windesheim Hogeschool hebben wij; Lourens, Gjalt, Louis en Ije, de opdracht gekregen om een adviesrapport te schrijven voor de model 'Windesheimwoning'. In dit adviesrapport worden alle installatie- en energie technische normen, werkingsprincipes, werktekeningen en berekeningen die hiervoor nodig zijn onder de aandacht gebracht.

Vanaf de dag waarop we de opdracht hebben ontvangen hebben we allemaal één of meerdere onderdelen uitgekozen om mee aan de slag te gaan. Om eenvoudige onderling te communiceren is er een Whatsapp groep 'woninginstallaties' aangemaakt. Daarnaast is er een gedeelde map via Office aangemaakt om bestanden te kunnen delen en van elkaar te checken.

We hebben deze opdracht als interessant, leerzaam en uitdagend ervaren. Tijdens het uitwerken van het adviesrapport kwamen we namelijk best lastige onderdelen tegen op het gebied van berekeningen en het gebruik kunnen maken van de hiervoor benodigde software. Gelukkig konden we alle lesmomenten op school aanwezig zijn om met elkaar de onderwerpen te verkennen en hierover in gesprek te gaan met onze docent. We bedanken Roy van de Laan voor zijn theoretische input en technische toelichtingen tijdens de colleges.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Nutsvoorzieningen aansluitingen ontwerpen	5
2.1	Beschrijving van de verschillende nutsaansluitingen in de woning	5
2.2	Beschrijving hoe deze de woning binnenkomen en worden aangesloten.....	7
2.3	Beschrijving van de voorschriften die er gelden voor nutsaansluitingen	7
3.	Ontwerpen elektrische installatie	10
3.1	Installatie tekening van de elektrische installatie	11
3.2	Bedradingsschema van de elektrische installatie in de woonkamer	13
3.3	Eventueel toepassen domotica systeem.....	13
4.	Drinkwater-, sanitaire- en ventilatie installaties	14
4.1	De badkamer	14
4.1.3	Het ligbad	15
4.1.4	Het hangend toilet.....	16
4.2	Verslag van het interview met de tekenaar/ontwerper van het installatiebedrijf.	16
4.3	De rioleringsinstallatie.....	17
4.3.1	Regelgeving	17
4.3.2	Aansluitingen en toepassingen	18
4.3.3	Dimensionering van binnenriolering.....	19
4.3.4	Het rioolontwerp voor de badkamer van de woning.....	20
4.4	Een berekening van de waterleidinginstallatie	22
4.5	Een berekening van de mechanische afzuiginstallatie.....	29
4.6	Stuklijst met benodigde materialen riolering en waterleiding	33
5.	Warmte technische installaties	34
5.1	Een transmissie berekening van de woonkamer en de keuken.....	36
5.2	Het maken van een selectie van de vloerverwarming	38
5.3	Een tekening van de centrale verwarmingsinstallatie	39
5.4	Stuklijst met benodigde materialen	41
6.	Koude technische installaties	41
6.1	Een airco-installatie in de slaapkamer.....	41
6.2	Een koellast berekening van de slaapkamer	41
6.3	Het maken van een selectie van de units.....	43
7.	Energieprestaties BENG.....	43
7.1	Een naar eigen inzicht technisch advies om de BENG-norm te halen.....	44
7.1.1	Eindberekening 'Windesheimwoning (zonder iets)'	48

7.1.2 Eindberekening 'Windesheimwoning (isoleren)'	49
7.1.3 Eindberekening 'Windesheimwoning (isoleren+)'	50
7.1.4 Eindberekening 'Windesheimwoning (ventilatie)'	51
7.1.5 Eindberekening 'Windesheimwoning (warmtepomp)'	52
7.1.6 Eindberekening 'Windesheimwoning (PV-panelen)'	53
7.2 Conclusie technisch advies om de BENG-norm te halen.....	53
8. Energiebesparende oplossingen toepassen.....	54
8.1 Waarom energie besparen?.....	54
8.2 De energietransitie en mogelijkheden.....	54
8.3 Aanpassingen op onze eigen levensstijl.....	54
8.4 Beschrijving van minimaal 3 soorten energiebesparende oplossingen.....	55
8.4.1 Energiebesparing door energiezuinige verlichting.....	55
8.4.2 Energiebesparing door woningisolatie.....	56
8.4.3 Energiebesparing door DWTW.....	56
8.5 Advies voor toe te passen energiebesparende oplossingen voor de modelwoning.....	57
9. Taakverdeling project.....	58
10. Persoonlijke reflectie.....	59
Persoonlijke reflectie van Lourens Soldaat (S1007323).....	59
Persoonlijke reflectie Korthagen Ije Scharrenberg (S1063647).....	61
Persoonlijke reflectie Gjalt Nieuwenhuis (S1067869).....	62
Persoonlijke reflectie volgens Korthagen Louis de Leeuw S1073863.....	63
Fase 1: Handelen.....	63
Fase 2: Terugblikken op het handelen.....	63
Fase 3: Bewust worden van essentiële aspecten.....	63
Fase 4: Formuleren van handelingsalternatieven.....	64
11. Bibliografie.....	65
12. Bijlagen.....	68
Bijlage 1: Basisafvoer van huishoudelijke lozingstoestellen en de minimale ontwerplijn van stankafsluiters en toestelleidingen.	68
Bijlage 2: Tabellen B en C voor bepalen afvoercapaciteit riool van woningen.....	69
Bijlage 3: Controle maximale lengte verzamelleiding.....	70

1. Inleiding

Voor u ligt de onderwijseenheid 'Ontwerpen van woninginstallaties'. In een groep van vier personen hebben we ons verdiept in verschillende onderdelen om een adviesrapport op te stellen voor een modelwoning. Het doel van deze opdracht is om aan de hand van de leeruitkomsten een verband te leggen tussen de theorie en de toepassingen in de dagelijkse beroepspraktijk van de installatietechniek. De volgende onderdelen komen in dit adviesrapport aan de orde:

1. Nutsvoorzieningen aansluitingen ontwerpen
2. Ontwerpen elektrische installatie schema's
3. Drinkwater- en sanitaire installaties
4. Warmte technische installaties
5. Koude technische installaties
6. Energieprestaties BENG (voorheen EPC)
7. Energiebesparende oplossingen toepassen

We wensen je veel leesplezier.

2. Nutsvoorzieningen aansluitingen ontwerpen

Nutsvoorzieningen (Ensie.nl, 2020) zijn producten of diensten die van algemeen belang zijn. Dit betekent dat geen huishouden zonder deze voorzieningen kan om goed te kunnen functioneren. Deze voorzieningen worden geleverd door een nutsbedrijf. Omdat we allemaal afhankelijk zijn van deze bedrijven hebben ze dus een monopolypositie in onze samenleving. Daarom is het ook erg belangrijk dat deze bedrijven aan strenge regels gebonden zijn. Hieronder gaan we verder in op de verschillende soorten voorzieningen, de regelgeving en waar we ze aan treffen in onze woning.

2.1 Beschrijving van de verschillende nutsaansluitingen in de woning

De basisnutsaansluitingen die je woning binnenkomen zijn worden geregeld door een netbeheerder. Er zijn in Nederland een aantal netbeheerders, dus afhankelijk waar je woont kan dit verschillend zijn. We kennen de volgende (basis)nutsaansluitingen:

- **Gasaansluiting;**
Een aansluiting door een netwerkbeheerder op het gasnet met een gasmeter die moet voldoen aan de NEN1078 en NEN7244-6. De gasaansluiting kan worden gebruikt voor kookplaat en/of verwarmingstoestel. Maar in verband met de huidige energietransitie is het sinds juli 2018 alleen nog mogelijk om bij nieuwbouw een gasaansluiting te krijgen met toestemming van de gemeente.
- **Elektriciteitsaansluiting;**
Een aansluiting via een elektriciteitskabel van de netwerkbeheerder op de elektriciteitsmeter. Bij het aanleggen van deze installatie moet worden voldaan aan de NEN 1010. De meeste huizen zijn standaard aangesloten met een 1-fase-aansluiting 220/230 Volt. Deze aansluiting is geschikt voor een huishouden met standaardapparaten en een klein aantal zonnepanelen. Als de bewoner over meer capaciteit wil beschikken kan er een 3-fasen-aansluiting worden aangevraagd. Apparaten met een hoger energieverbruik zoals, een keramische kookplaat of een sauna kunnen dan verdeeld worden over drie kabels.
- **Wateraansluiting;**
De aansluitleiding van de hoofdleiding, voorzien van een watermeter, die door het waterbedrijf uit dat gebied op het drinkwaterinstallatienetwerk in de woonomgeving wordt gemaakt. Om er voor te zorgen dat de aanleg op een veilige manier gebeurt moet de installatie voldoen aan de richtlijnen volgens NEN 1006. De leiding wordt voorzien van een meetinrichting en apparatuur, zoals een dienstkraan, een hoofdkraan en een keerklep. De aansluiting moet worden ondergebracht in een vorstvrije ruimte.
- **Media en communicatie aansluiting;**
Er zijn vaak meerdere aansluitpunten voor media en communicatie in een woning aanwezig. De aansluitingen worden aangelegd door het bedrijf dat deze media levert tot in de meterkast. We onderscheiden hier de volgende:
 - Aansluiting via IS/RA punt (telefoonlijn, KPN). Het ISRA (Infra Structuur Rand Apparatuur) punt is de plek waar KPN de bekabeling heeft afgemonteerd. De laatste jaren bij nieuwbouw is dat in de meterkast. Via een Modem kan worden gekozen voor telefoon, televisie en internet.

- Aansluiting via CAI (Centrale Antenne Inrichting) kabel. In grote delen van Nederland wordt dit tegenwoordig beheert door Ziggo. Via een Modem kan worden gekozen voor telefoon, televisie en internet.
- Aansluiting via een glasvezelkabel. Op steeds meer plaatsen in Nederland wordt er glasvezelkabel gelegd. Ook dit kabelsysteem wordt beheerd door KPN, maar biedt wel de mogelijkheid om ook gebruikt te worden door andere aanbieders.
- Riolaansluiting;

De aanleg van riolering (Wikipedia, 2021) is een verantwoordelijkheid van de gemeente. Zij zorgen ervoor dat er een hoofdriool wordt aangelegd en zijn verantwoordelijk voor de afvalwaterstromen. Tegenwoordig is het rioleringsstelsel gescheiden in een systeem voor afvalwater (vuilwater) en een systeem voor regenwater (HWA= hemelwater afvoer). De aansluitleidingen op het hoofdriool wordt tot net over de grens van het grondgebied van de eigenaren gebracht en daar voorzien van een ontstoppingsstuk. Vervolgens wordt vanuit daar een leiding door de grond naar de woning gebracht. De NEN 3215 geeft bepalingsmethoden met de daaraan verbonden voorwaarden voor de riolering in bouwwerken voor de afvoer van huishoudelijk afvalwater en hemelwater.
- (Stadsverwarming optie)

Stadsverwarming is een term die in de volksmond wordt gebruikt voor een ondergronds warmtenet. Dit is een buizen netwerk waar warm water door stroomt dat nu nog vaak afkomstig is van kolen-, gas- en afvalcentrales. Met de plannen voor de toekomst mag de warmte vanaf 2050 alleen nog van duurzame bronnen komen als, geothermie, aquathermie en restwarmte dat wordt verkregen van datacentra of andere bedrijven.

Het verwarmde water uit het buizen netwerk stroomt naar een warmte afleverset die meestal is opgehangen in de meterkast. In deze afleverset (figuur 1) wordt de warmte overgedragen aan de leidingen in de woning om kraanwater en cv water te verwarmen. Als het water zijn warmte heeft afgegeven stroomt terug en begint het proces opnieuw.



Figuur 1 Warmte afleverset stadsverwarming

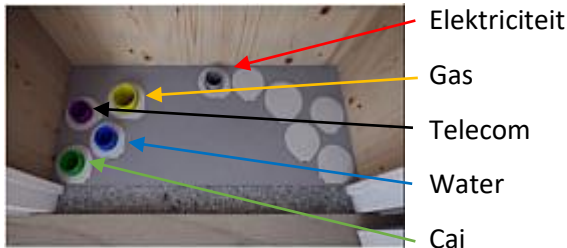
Het aanvragen van de nutsaansluitingen kun je eenvoudig regelen via www.mijnaansluiting.nl. Op deze site start je de aanvraag (Mijnaansluiting.nl/home, 2021) door eerst een account aan te maken. Vervolgens log je in met je gegevens en kun je voor een nieuwe aanvraag in stappen aangeven of;

- Het gaat om een nieuwe aansluiting;
- Een wijziging van je huidige aansluitingen;
- Of een verwijdering van de nutsvoorzieningen.

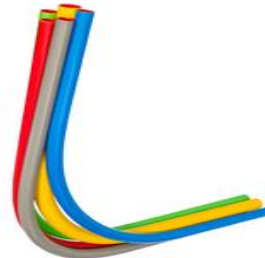
Nadat je de nodige gegevens hebt ingevuld wordt er in sommige gevallen een prijsindicatie gegeven. Vervolgens verstuur je de aanmelding en kun je deze volgen via het statusoverzicht.

2.2 Beschrijving hoe deze de woning binnenkomen en worden aangesloten

Er zijn dus verschillende soorten nutsaansluitingen in onze woning aanwezig. Een deel daarvan komen de woning (zichtbaar) binnen in de meterkast via een meterkastvloerplaat. Het is verstandig om een prefab meterkastvloerplaat (figuur 2) (Witway, 2021) te gebruiken met KOMO-keur. Deze plaat voorkomt dat er ongedierte en kou via de meterkast de woning binnenkomt en zorgt ervoor dat de mantel invoerbuizen (figuur 3) op hun eigen plek trekvast bevestigd kunnen worden.



Figuur 2 Meterkast vloerplaat



Figuur 3 Mantel invoerbochten voor de verschillende leidingen

Het is daarnaast nog mogelijk om extra aansluitingen te maken in de sparingen die nu afgedopt zijn. Elke mantel invoerbocht heeft dus ook zijn eigen plek in de meterkast en moet haaks, minimaal 2 cm boven de grondplaat uitsteken. Als dit niet juist gebeurt kan de meterkast worden afgekeurd.

2.3 Beschrijving van de voorschriften die er gelden voor nutsaansluitingen

De eisen en richtlijnen waaraan moet worden voldaan worden bepaald door onze overheid en staan vermeld in het bouwbesluit 2012 (Rijksoverheid.bouwbesluit, 2021). Artikel 4.66 regelt de aanwezigheid van een meterruimte voor het aansluiten van voorzieningen voor drinkwater (NEN 1006), gas (NEN1078 en NEN7244-6), elektriciteit (NEN1010) en verwarming op de openbare distributienetten. Het Nederlands Bouwbesluit 2012 en de bijbehorende Regeling bouwbesluit 2012 verwijzen voor de invulling van de normen naar de NEN-normbladen van de Stichting Nederlands Normalisatie-instituut (NNI) en de Eurocodes.

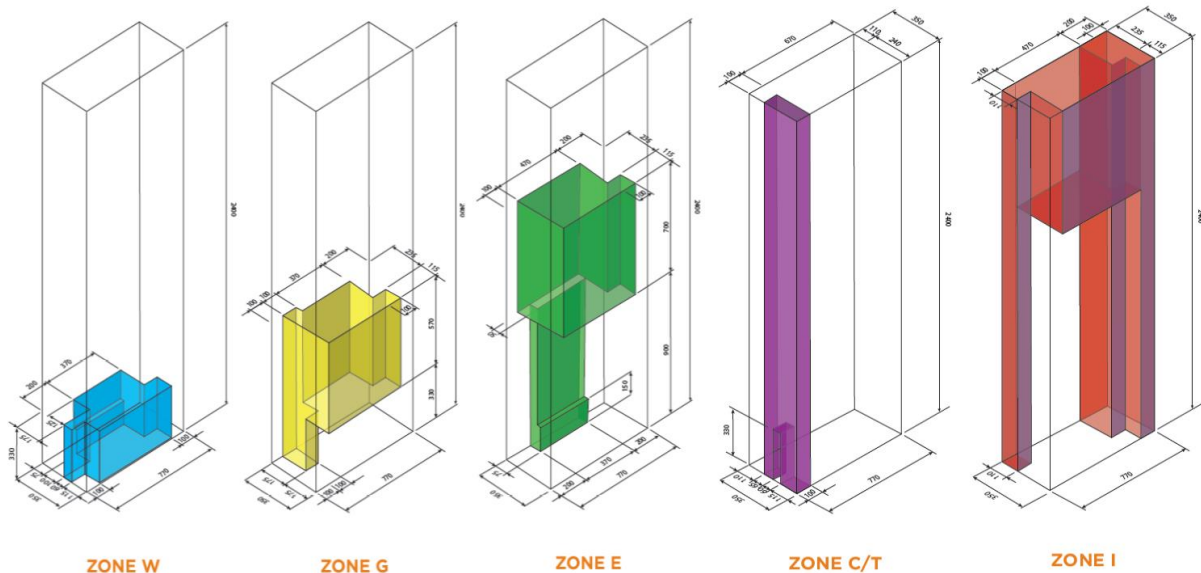
De netbeheerders zorgen er in Nederland voor dat de woning wordt voorzien van de aansluitingen tot in de meterkast. Deze netwerkbedrijven moeten zich houden aan de NEN2768, dit is een Nederlandse norm voor het inrichten van de meterkast. Deze richtlijnen zijn o.a. te vinden op de website van Enexis (Enexis.nl, 2021) of via Liander (Liander.nl, 2021).

Op beide sites kun je een document downloaden waar precies in staat aan welke eisen de meterkast moet voldoen. Ook wordt er aan de hand van tekeningen (figuur 4) aangegeven welke zones er beschikbaar moeten zijn voor de verschillende aansluitingen (met meter) en welke eisen er zijn voor het invoeren van de mantelleidingen vanaf buiten de fundering tot in de meterkast.

In de NEN 2768 worden aan een meterruimte met een woonfunctie de volgende eisen gesteld:

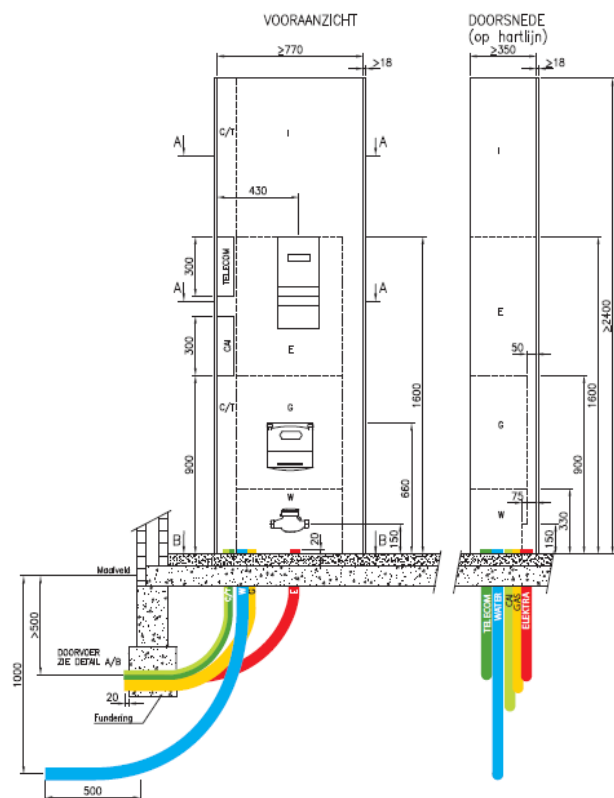
- De meterruimte is vanaf de hal of gang direct vanaf een toegang te bereiken en ligt niet meer dan 3 meter van deze toegang verwijderd en op hetzelfde niveau.
- De meterruimte moet zo liggen, dat de watermeter en waterleidingen niet kunnen bevriezen.
- De deur is afsluitbaar en heeft een dagmaat van minimaal 700 mm x 2050 mm. De binnenzijde van de meter ruimte moet afgewerkt worden met houtachtige platen van voldoende stevigheid, bijv. multiplex van 18 mm.

- De minimale afmetingen van de meterruimte bedragen 240x75x31 centimeter (hxbxd). In de meterruimte zijn vijf zones gereserveerd voor de verschillende aansluitingen en meters.
 - W: waterdistributie apparatuur
 - G: Gasdistributie apparatuur
 - E: Elektriciteitsdistributie apparatuur
 - C/T: Kabel- en telecomnetwerken
 - I: Installaties en installatieleidingen



Figuur 4 Distributiezones in de meterkast

- Ventilatie van uw meterruimte is belangrijk om twee redenen:
 - Het voorkomt opwarming van drinkwater.
 - Het voorkomt een gasexplosie bij lekkage.
 Daarom monteert u in de meterruimte zowel aan de bovenzijde (op 200 mm van de bovenkant) als aan de onderzijde (op 200 mm van de onderkant) een niet afsluitbaar rooster met een vrije doorlaat van tenminste 200 cm².
- Voor de vloer van de meterruimte gebruikt u bij voorkeur een prefab vloerplaat (figuur 2) met KOMO-keur, zodat de mantelbuizen trekvast in de vloerplaat worden bevestigd.
- De mantelbuizen voor de aansluitingen moeten uit één stuk bestaan. De tabel met de afmetingen, kleuren, kwaliteitseisen en maatvoering van deze mantelbuizen zijn op de tekening in figuur 5 vermeld. De mantelbuizen moeten verticaal en haaks op de vloerplaat worden bevestigd. De ruimte tussen mantelbuis en fundatiebalk moeten waterdicht en gas belemmerend worden afgedicht.



Figuur 5 Voor- en zij aanzicht van de meterkast

- De mantelbuizen moeten haaks door de fundatiebalk lopen (figuur 6). Daarom is er een speciale funderingdoorvoerset (tibuplast.nl, 2021) met KOMO keur te verkrijgen om aan de eisen voor de aansluiting in de fundering te voldoen (figuur 7).



Figuur 6 Doorvoer fundering



Figuur 7 Funderingdoorvoerset (KOMO-keur)

- De mantelbuis voor gas moet belast kunnen worden zonder dat hij verschuift of verdraait. Daarnaast moet een mantelbuis bij een lengte van meer dan 2 meter met beugels aan de vloerconstructie bevestigd worden. De maximale afstand tussen de beugels is anderhalve meter.
- Buiten de gevel wordt er een speciaal een speciaal ontspanningselement (OSE) gemonteerd bij gasleidingen in een gebied met grote kans op bodemdaling. Het ontspanningselement kan bodemdalingen tot 1 meter opvangen om te voorkomen dat er breuken en lekkages ontstaan.

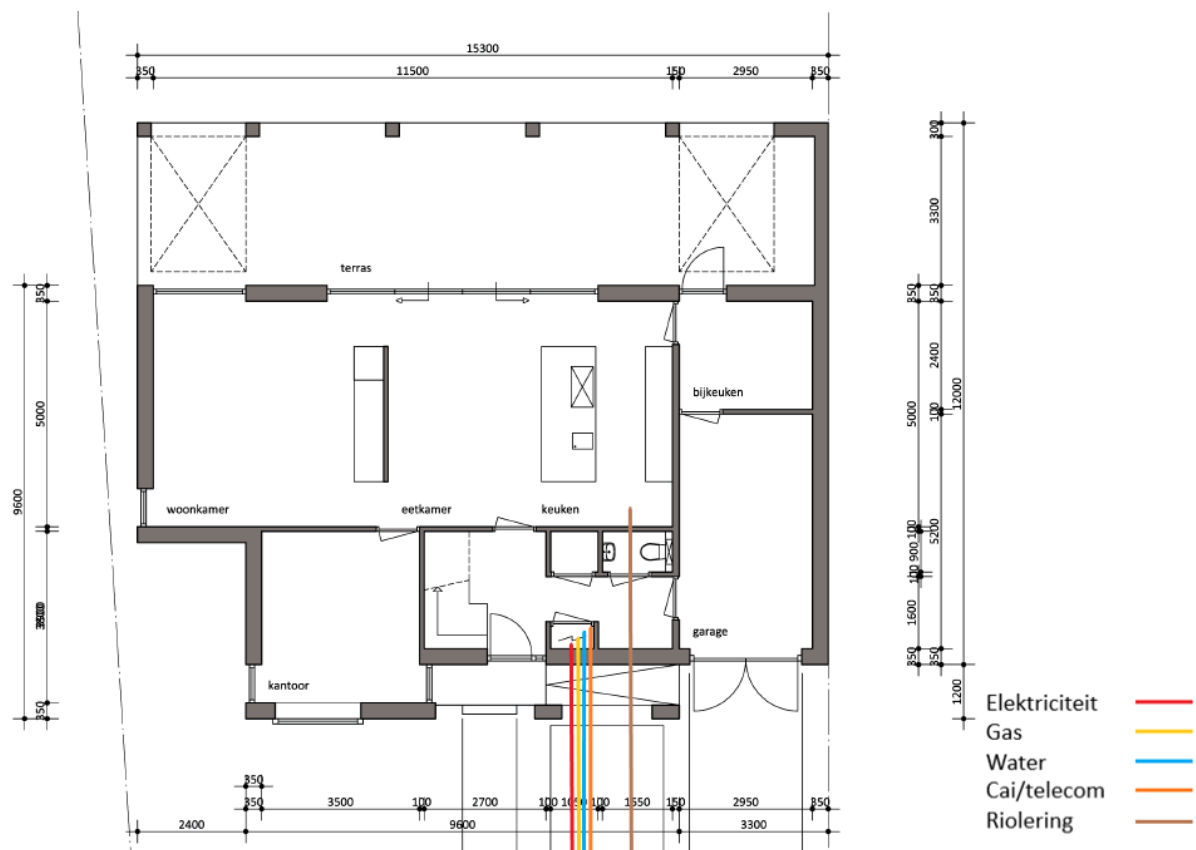


Figuur 8 Ontspanningselement (OSE)

- In de zone voor waterapparatuur (W) wordt de watermeterbeugel op de vloer gemonteerd, daaronder mogen zich geen leidingen bevinden.
- Leidingen (I);
 - In of direct achter de achterwand van de meterruimte mogen zich geen installatieleidingen bevinden.
 - Installatieleidingen en – apparatuur mogen zich alleen bevinden in die zones, die niet ingenomen worden door de nutsvoorzieningen.
 - In de meterruimte mogen alleen installatieleidingen voorkomen die een aansluiting hebben op de voorziening van een netbeheerder.
 - In de meterruimte mag u de stijgende koud waterleiding niet horizontaal verslepen.
 - De aarding mag u door de bodemplaat aanbrengen via een vrije sparring bestemd voor de CAI of telecomaansluiting.
- U plaatst verwarmingselementen op minimaal 500 mm van de meterruimte vandaan.

Als aan alle voorwaarden is voldaan kan de woning kan worden aangesloten op de aangevraagde nutsvoorzieningen.

In figuur 9 is aangegeven hoe en waar de nutsvoorzieningen in de 'Windesheimwoning' worden aangebracht. Hierin is nog wel een gasleiding weergegeven, maar gezien de huidige ontwikkelingen adviseren wij bij het bouwen van een nieuwe woning om de keuze te maken voor een gasloze woning.



Figuur 9 Nutsaansluitingen woning

3. Ontwerpen elektrische installatie

NEN 1010 aanleg laagspanningsinstallaties

Voor de elektrische installatie moet allereerst gekeken worden naar de wet- en regelgeving hierover. In de NEN 1010 norm (NEN, 2021) staat hierover veel beschreven. In deze norm wordt onder andere afgesproken hoe een ontwerp eruit hoort te zien, maar ook welke uitvoering gebruikt moet worden. Denk hierbij aan kabeldiktes, maximale belasting, beugelen, etc.. (Brandveiliggebouw, 2019). De NEN 1010 wordt vanuit het Bouwbesluit aangestuurd. Ook de zones en welke stopcontacten gearde stopcontacten moeten zijn etc. wordt uiteindelijk bepaald in dit besluit.

Deze norm is van toepassing op de volgende plaatsen waar zich elektrische installaties bevinden:

- Woningen en kantoren;
- Gebouwen en terreinen bedoeld voor openbare en industriële doeleinden;
- Ruimten en terreinen bestemd voor landbouw, veeteelt of tuinbouw, geprefabriceerde gebouwen;
- Caravans, logiesverblijven en daarvoor bestemde terreinen;
- Bouwterreinen, tentoonstellings- en kermis- en andere tijdelijke installaties;
- Jachthavens;
- Buitenverlichting;
- Oplaadpunten voor elektrische voertuigen.

NEN 3140 keuring/bedrijfsvoering elektrische installaties

Daarnaast is er de NEN 3140 norm, die inhoudt dat de eigenaar van het (bestaande) gebouw minstens 1 keer per 1,5 tot 14 jaar de elektrische installatie controleert/inspecteert. De frequentie hiervan wordt uiteindelijk bepaald door de wegingsfactoren van deze NEN 3140 norm. Daarnaast is er een oplevering inspectie die bij nieuwbouw uitgevoerd dient te worden. De Nederlandse wet stelt dat elektrische installaties en apparaten veilig moeten zijn en dat werkzaamheden met of aan deze installaties veilig moeten worden uitgevoerd. NEN 3140 is van toepassing op de bedrijfsvoering van elektrische installaties en apparatuur tot een nominale spanning van 1000 Volt wisselspanning en 1500 V gelijkspanning (Veenendaal, sd).

NEN 5152 technisch tekenen/symbolen

In de NEN 5152 zijn afspraken weergegeven over het gebruik van symbolen in een elektrotechnische tekeningen/ diagrammen of op elektrische toestellen (Retrocomputing). De symbolen die hierin staan mogen in elke stand worden getekend, mits er geen afbreuk wordt gedaan aan de betekenis. Het bijbehorende “boekwerk” bestaat uit 156 pagina’s met allerlei symbolen.

NEN 8025 woning-APK

Ook wel bekend als de “woning-APK” (NEN, 2021). Door de toenemende hoeveelheid van apparatuur en installaties worden er veel meer gebruikers in hetzelfde netwerk benut, waardoor er veel meer belasting op dit netwerk plaatsvindt. Ook het meer gebruiken van PV-panelen, klimaatinstallaties en domotica in panden die daar niet voor “gemaakt” zijn, vragen om specifieke controles. Buiten de elektrische installaties heeft deze woning-APK meerdere doelen:

Doel van inspectie volgens NEN 8025

Doel van de inspectie is uitsluitend voorkomen van:

- Schade en letsel door onder meer brand, elektrische aanraking (schok), vonkvorming en vlambogen;
- Het vrijkomen van explosieve gassen;
- Het ontstaan van explosieve gassen;
- Het ontstaan van verbrandingsgassen (CO₂);
- Het ontstaan van problemen met het leidingwater;
- Het ontstaan van ongezonde lucht door een gebrek aan - of vervuiling van – ventilatiesystemen.

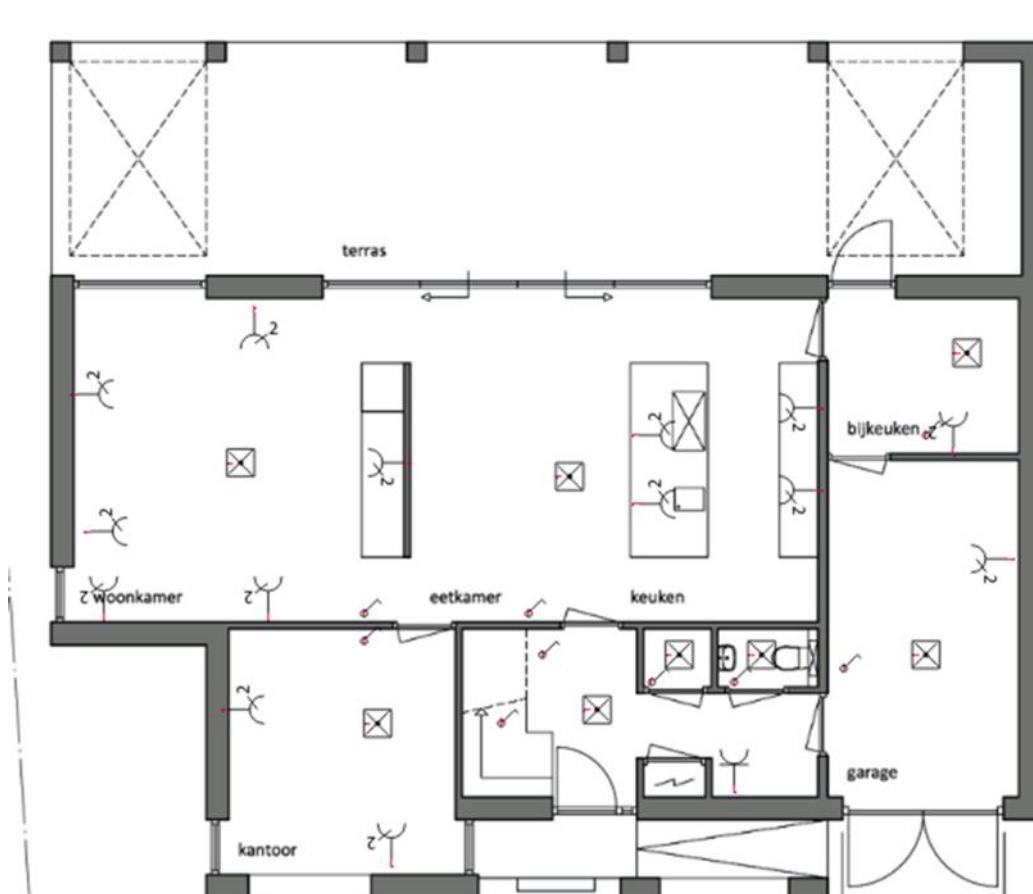
3.1 Installatie tekening van de elektrische installatie

In onderstaand tabel staan de eisen waaraan een elektrische installatie in een woning minimaal moet voldoen. Daarnaast staan de extra toevoegingen die handig kunnen zijn voor het gebruik van de woning **minimumeisen** + **extra optionele** keuzes voor de elektrische installatie.

	Tweevoudige wcd	Enkelvoudige wcd	Lichtpunt
Woonkamer / keuken 57,5 m ²	9 + 1 bij aanrecht		2
Kantoor 12,6 m ²	2		1
Garage	1		1
Bijkeuken	1		1
Hal		1	1
Toilet			1
Slaapkamer (3x)	2		2
Inloopkast			1
Badkamer	1		2
Overloop		1	1
Berging	1		1
Terras			1

Tabel 1 Eisen en keuzes elektrische installatie

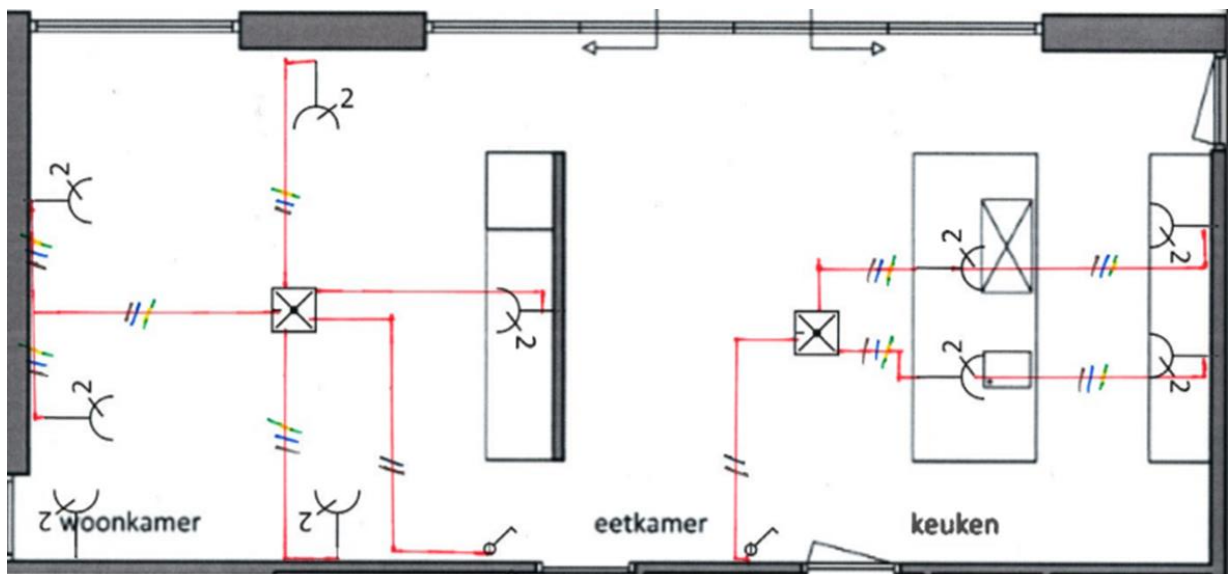
In onderstaande afbeelding is in de plattegrond weergegeven waar alle aansluitingen op de begane grond komen te zitten.



Figuur 10 Elektrische aansluitingen in woonkamer en keuken

3.2 Bedradingsschema van de elektrische installatie in de woonkamer

In onderstaande afbeelding is het leidingschema weergegeven. Doormiddel van de kleuren is aangegeven welke draden erdoorheen lopen.



Figuur 11 Elektrische installatietekening met draadkleuren

3.3 Eventueel toepassen domotica systeem

Met domotica automatiseer je processen en handelingen bij je thuis. Er zijn oplossingen voor elke ruimte in je huis, maar ook voor in de tuin. Het is daarbij mogelijk om dit aan te besturen met je smartphone, een tablet of met een paneel dat aan/in de muur wordt gemonteerd. Op die manier kun je allerlei zaken instellen zoals automatisch gordijnen laten openen en je favoriete muziek laten afspelen als je wakker moet worden. Maar er is veel meer; van de temperatuur in huis tot de verlichting en van de ramen tot het slot van de deur, je kunt bijna alles aansturen met domotica oplossingen op gebied van gemak, veiligheid of klimaat.

Een oplossingen op gebied van gemak is; je krijgt een pushbericht van je slimme koelkast dat de melk bijna op is en dit wordt automatisch in je boodschappenlijst gezet. Maar zijn er ook oplossingen op gebied van de veiligheid. Als er bij je thuis wordt aangebeld met behulp van een slimme deurbel dan krijg je via een camera contact met diegene voor je deur terwijl jij op je werk of op vakantie bent. Of gaat je telefoon trillen als er een inbraakalarm bij jou thuis is afgegaan. Je opent de app en ziet via de verbonden camera dat het loos alarm is omdat je buurjongen een bal in je tuin heeft geschoot. De melding hoeft dus niet door naar het beveiligingsbedrijf of de politie.

In elke woning hebben we te maken met klimaat, dus wanneer de zon fel naar binnen schijnt wordt dit door het slimme systeem herkend en gaat de zonwering omlaag, zodat het binnen lekker koel blijft. Maar stel dat er een fikse wind opsteekt terwijl je niet thuis bent. Het systeem herkent dit en haalt de zonwering voor de zekerheid weer omhoog en schakelt vervolgens de airco in om jouw woning toch op een aangename temperatuur te houden.

Mogelijkheden voor het toepassen van eenvoudige domotica zijn meegenomen onder 8.5 het advies voor energiebesparende oplossingen in de woning.

4. Drinkwater-, sanitaire- en ventilatie installaties

In de opdracht vanuit Windesheim is omschreven dat we bij het aanleggen van de drinkwater- en sanitaire installatie ons beperken tot de badkamer. Daarom gaan we hieronder verder in op de benodigde sanitaire toestellen die gewenst zijn in aangeleverde tekening van de woning. Vervolgens gaan we in op dimensioneren van de water- en afvoerinstallatie die hiervoor nodig is.

4.1 De badkamer

In deze nieuwbouwwoning wordt een mooie moderne badkamer gerealiseerd die is voorzien van een ruim toiletmeubel met een dubbele wastafel, een inloofdouche, een ligbad en een hangend toilet. In de bestaande tekening is al aangegeven waar het sanitair wordt geplaatst. In overleg met de klant zal, aan de hand van een badkamerontwerptekening, worden bepaald welk merk en type sanitair er wordt gekozen. Uit ervaring weet ik dat Villeroy & Boch erg mooie en degelijke producten hebben. Op de website van (Villeroy-boch, 2021) kun je niet alleen veel mooie producten uitzoeken, maar ook zelf aan de slag met een badkamerplanner. Het plaatsen van de benodigde water- en rioleringsinstallatie, maar ook het afmonteren van het complete sanitair is in handen van de installateur. De reden hiervoor is dat zij voldoen aan de juiste certificering via (Installq, sd).

4.1.1 Het badkamermeubel

In de basis wordt een badkamer uitgevoerd met een losse wastafel. Maar in de huidige moderne badkamers wordt dit tegenwoordig vervangen door een badkamermeubel. Een badkamermeubel bestaat uit een onderkast waarop of in een wastafel is gemonteerd. Het meubel kan met verschillende soorten pootjes op de badkamervloer staan, maar wordt ook vaak hangend aan de muur gemonteerd. Boven de wastafel van het meubel wordt dan vaak een hangende spiegel opgehangen. De verlichting boven de wastafel kan op de wand gemonteerd worden, maar zie je ook vaak geïntegreerd in de spiegel. Zoals je al een beetje uit de tekst kunt opmaken is er ontzettend veel keuze in badkamermeubels.

Als we de tekening bekijken die is aangeleverd voor onze woning dan betekent dit in elk geval een badkamermeubel met dubbele wastafel. Het grote voordeel daarbij is dat je, zowel in de ochtend als in de avond, met meerdere personen tegelijk gebruik kunt maken van de badkamer. Als er ruimte is voor een dubbele wastafel kan er nog de keuze gemaakt worden voor twee losse wastafels die geïntegreerd zijn in één bak of voor één grote wastafel over de volledige breedte. De wastafels worden tegenwoordig bijna altijd voorzien van een een-hendel mengkraan. Zodra er dus meer ruimte is in de breedte (meer dan 80cm) is het verstandig om voor twee kranen te kiezen zodat je met meerdere personen de wastafel kunt gebruiken. In ons advies verwijzen we de klant naar (Grohe.nl, sd). De afvoer(en) van de wastafel zijn in een moderne badkamer uitgevoerd met een waste. Dit is een stop in de kleur van de afvoer die via stangetjes bediend wordt vanaf een knop achter de mengkraan. Zo kan op een eenvoudige wijze de afvoer geopend en gesloten worden. Om ervoor te zorgen dat een wastafel niet kan overstromen is er een overstortstelsel bedacht. Er zijn twee uitvoeringen; een geïntegreerde overstort die is verwerkt in de wastafel of een losse uitvoering die wordt gekoppeld boven de sifonaansluiting van de wastafel.

4.1.2 De inloopdouche

Na jaren van afgesloten doucheruimten met douchebakken en opzetwanden zien we de laatste jaren steeds vaker een inloopdouche. Het is een afgescheiden (betegelde) ruimte in de badkamer die niet meer apart wordt afgesloten door een deur. Er zijn ook hier weer verschillende varianten denkbaar.

Als we naar de beschikbare ruimte in de badkamer dan kiezen wij ervoor om de gesitueerde hoek, die is gevormd door een wand van 10 cm, volledig te voorzien van tegelwerk. Aan de westzijde van de woning plaatsen we een thermostatische mengkraan met een stortdouche en losse handdouche (Grohe, sd). Wij adviseren de bewoner om de douche afvoer te voorzien van een douchevloergoot (figuur 12) met een Douche Warmte Terug Win systeem (DWTW) (Brieswaterenergie, 2021). De DWTW kan dus worden gezien als een duurzame energiebron en levert bij een gemiddeld douchegebruik een extra energiebron van ca. 11Kw. Daarnaast leidt de DWTW tot een grotere volumestroom waarmee het comfort bij het douchen omhoog gaat, zonder extra kosten. Ideaal bij de toepassing van een stortdouche.



Figuur 12 Douche Warmte Terug Win systeem

4.1.3 Het ligbad

We kunnen in hoofdlijnen bij het kiezen van een ligbad de keuze maken tussen een stalen of een kunststof variant. In de meeste gevallen wordt er tegenwoordig een ligbad van kunststof geplaatst dat gemaakt is van Acryl. Dit is een hoogwaardige kunststof met veel voordelen. Het is glad, gemakkelijk schoon te maken en poriënvrij waardoor vuil geen kans krijgt om zich te hechten. Een ander belangrijk voordeel is dat het warm aanvoelt en van nature stroever is dan plaatstaal. Er zijn baden in veel verschillende prijsklassen, dit heeft te maken met het kwaliteitsverschil. Dit wordt o.a. bepaald door; de dikte en de samenstelling van het materiaal, of het Acryl door en door gekleurd is en of het materiaal is voorzien van een antislip coating.

Een tweede kunststof is Solid Surface. Baden van dit materiaal zijn tegenwoordig erg populair. De mat-witte, satijnen uitstraling zorgt voor een warme, luxe, moderne en tijdloze uitstraling. Het materiaal kan naadloos in alle vormen gegoten. Daarnaast is Solid Surface supersterk, niet poreus en daarom heel hygiënisch.

Als derde kunststof kan er worden gekozen voor Quaryl. Het materiaal lijkt op Acryl, maar dan met het voordeel dat je er hele scherpe vormen mee kunt maken. Hierdoor krijg je een bad met hele strakke randen wat zorgt voor een moderne look. Quaryl is 100% recyclebaar, krasbestendig, stootvast en zorgt ook voor een veilig bad dankzij zijn slipvastheid.

Het stalen bad ofwel geëmailleerd plaatstaal is heel erg hard. Dit bad heeft een groter krasvastheid dan kunststof en het verkleurt niet. Maar het nadeel is dat het wel koeler aanvoelt dan kunststof. Alhoewel men vaak denkt dat het water sneller afkoelt in een stalen bad blijkt dat niet zo te zijn. Een plaatstaal bad gaat lang mee en is ook volledig recyclebaar. Dus in het kader van duurzaamheid en milieu ook vandaag de dag een goede keuze.

Alle baden zijn tegenwoordig in veel verschillende maten te verkrijgen waarbij ook de afvoer van het bad links, rechts of in het midden geplaatst kan zijn. De afvoer van een bad is tegenwoordig meestal uitgevoerd met een overloopcombinatie met waste van bijvoorbeeld Viega. Doormiddel van een draaiknop op de wand van het bad kan de afvoer geopend of gesloten worden.

Natuurlijk moet het bad ook gevuld kunnen worden met water, hiervoor zijn tegenwoordig heel veel verschillende mengkranen te koop. De thermostatische mengkraan heeft hier in de afgelopen jaren de hoofdrol in gekregen. Hij is praktisch omdat je eenvoudig het bad kan vullen door aan één knop te draaien en tevens zit er een beveiliging op bij een temperatuur van 38 ° C. Verder is de kraan naast een gewone uitloop boven het bad vaak uitgerust met de aansluiting voor een douchekop. In ons advies verwijzen we naar (Grohe, sd).

4.1.4 Het hangend toilet

Het hangend toilet bestaat uit een stalen frame dat is voorzien van het waterreservoir (figuur13). Dit frame wordt met variabele stelpoten en beugels aan de vloer en de wand bevestigd. Met de speciale aansluit-set wordt de aansluiting op het riool gemaakt. De wateraansluiting wordt op de achterzijde van het reservoir gemaakt. Vervolgens wordt het frame ingebouwd in de muur of afgewerkt met een betimmering. Nadat de wand is betegeld wordt het toilet doormiddel van draadstangen aan het frame gemonteerd. Het merk (Geberit, 2021) wordt al 50 jaar veel toegepast. Uiteraard zijn er meerdere fabrikanten die soortgelijke inbouwreservoirs in verschillende varianten leveren.



Figuur 13 Geberit inbouwreservoir + Villeroy & Boch closetpot

4.2 Verslag van het interview met de tekenaar/ontwerper van het installatiebedrijf.

ITBB Groep (Groningen, Heerenveen en Zwolle)

Dhr. Dick Wonik

Vestigingsleider (Zwolle)

Postbus 455

8440 AL Heerenveen

Interviewer: Lourens Soldaat

Dhr. Wonik is het installatie vak van huis uit met de ‘paplepel’ ingegeven, omdat zijn ouders een installatiebedrijf hadden. Nadat hij uiteindelijk de HTS energietechniek had afgerond is hij aan de slag gegaan als projectleider in de utiliteitsinstallaties. In de afgelopen jaren heeft hij deze functie bij een aantal werkgevers gehad en zo veel werkervaring opgedaan. Sinds drie en half jaar is hij werkzaam als vestigingsleider bij ITBB op de locatie in Zwolle waar ze zich vooral richten op de woningbouw installaties. Hij is in zijn werk erg gedreven om samen met het bouwteam de projecten goed af te leveren zodat de klant erg tevreden is met het eindresultaat. Het leukste onderdeel hierbij speelt zich voor hem aan de voorkant af waarbij hij samen met de opdrachtgever aan het schetsontwerp werkt. 80% van de projecten bestaan uit nieuwbouw vanaf de fundering. De transformatieprojecten waar bij bijvoorbeeld een kantoorpand wordt omgebouwd tot appartementen leveren echter vaak de grootste uitdagingen omdat je dan moet zoeken naar oplossingen in een bestaande constructie. Om een dergelijk project tot een goed einde te brengen maakt hem extra trots.

Op de vraag welke kennis er minimaal nodig is om een installatieontwerp te maken legt hij dit terug bij een opleiding MIT (Middelbare Installatie Techniek). Je moet in staat zijn om transmissie berekeningen en waterleiding berekeningen te maken. Bij het ontwerpen van een project beginnen ze met het controleren van een tekening die is gemaakt door een architect. Het is van groot belang om te kijken dat de schachten, waar de ventilatie en riolering door moet lopen wel boven elkaar gepositioneerd zijn. Daarbij wordt er ook meegenomen wat de opdrachtgever en wat ze als installatiebedrijf zelf in het project willen toepassen. De keuze van het ventilatiesysteem en waar de riolering komt is het eerste aandachtspunt omdat dit de grootste obstakels zijn en elkaar niet kunnen kruisen. Vervolgens komen de onderdelen waterleiding en CV aan de orde waarbij er aandacht moet zijn om 'hotspots' te voorkomen. Al deze onderdelen worden samengebracht in technische ruimtes. Hier is het van groot belang dat de onderdelen er allemaal inpassen, maar moet er ook ruimte zijn om onderhoud te kunnen plegen. Voor een WTW unit is bijvoorbeeld dubbele ruimte nodig om de filters schoon te kunnen maken of te kunnen vervangen.

Bij het uitwerken van de plannen wordt gebruik gemaakt van verschillende software. Bij ITBB werken ze met VABI voor het maken van de berekeningen voor o.a. de waterleidingen, maar gebruiken ze Autocad en Revit voor het uitwerken van de installaties samen met de bouwonderneming. Met het Revit systeem kunnen alle betrokken partijen in de tekeningen al zien waar mogelijk knelpunten ontstaan en ze dus vooraf oplossen. Op mijn vraag waar het dan praktisch nog fout kan gaan geeft hij aan dat er regelmatig na een eerste ontwerp nog met vloerdelen wordt geschoven waardoor zij als installatiebedrijf dan in de knel komen met de kanalen voor ventilatie en riolering.

Bij de ventilatie met een WTW-systeem is het ook nog van belang of er een wand beschikbaar is die voldoende geschikt is om de ventilatie unit aan te bevestigen. Een te dunne wand geeft de trillingen die ontstaan in het systeem door in de wanden met als gevolg een vervelende resonantie.

De grootste uitdaging voor hun als installatiebedrijf ligt op dit moment bij het aantrekken van voldoende personeel. Ze bieden hun personeel alle kansen om door te stromen tot op HBO niveau, maar er is al tijden onvoldoende personeel beschikbaar. De uitdagingen voor de toekomst liggen met name op het gebied van de manier van verwarmen en koelen. Dhr. Wonik is van mening dat we dit landelijk niet alleen met warmtepompen kunnen oplossen. Hij verwacht dat er ook gezocht moet worden in mogelijkheden met waterstof en elektrisch verwarmen. Zij advies voor de jeugd is; bekijk je schoolkeuze/opleidingen dan over een langere termijn. Neem de tijd om door te groeien in vakgebied waar veel keuzemogelijkheden zijn, veel te leren is en veel werk te verzetten is.

4.3 De rioleringsinstallatie

4.3.1 Regelgeving

Het aanleggen van een rioleringssysteem dat ook goed werkt vraagt meer kennis dan alleen maar weten hoe je lozingstoestellen en onderdelen op elkaar aansluit. Het is van groot belang om kennis te hebben van de af te voeren debieten, de (beperkte) inbouwruimtes, geluidsoverlast en de regelgeving op het gebied van NEN normen (Dyka, sd).

Het aanleggen van een riolering is dus een vak apart. Een goed rioleringssysteem wordt bepaald door in het ontwerpproces goed te kijken naar de juiste dimensionering om ervoor te zorgen dat de binnenriolering het afvalwater op de juiste wijze afvoert.

Een goed ontworpen binnenriolering moet voldoen aan:

- Het bouwbesluit waarin o.a. verwezen wordt naar NEN 3215.
 - Prestatie-eisen:
 - Afvoercapaciteit van een leidingsysteem voor huishoudelijk afvalwater, hemelwater en de combinatie van beide.
 - Dichtheid van leidingsystemen voor de gezondheid (stank en vocht).
 - Eisen (voor de uitmonding) van de ontspanningsleiding.
 - De ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen zijn verder uitgewerkt in de Nederlandse Technische Richtlijn (NTR) 3216.
 - De gemeentelijke bouwverordening.
 - Wet milieubeheer en de wet verontreiniging oppervlaktewateren.

In een rioleringsstelsel dat in de woning wordt aangebracht kennen we verschillende typen (benamingen) van leidingsystemen.

- **Toestelleiding:** Een horizontale of verticale leiding waarop een toestel is aangesloten. Na max. 3,5 meter noemen we dit een verzamelleiding.
- **Verzamelleiding:** Een horizontale leiding die toestelleidingen verbindt met een (verticale) standleiding of buitenriolering.
- **Standleiding:** Een rechtopstaande leiding die verzamelleidingen verbindt met een lager gelegen verzamelleiding.
- **Ontspanningsleiding:** Een leiding die be- en ontluchting van een binnen- en buitenriolering garandeert.
- **Vereveningsleiding:** Ook wel secundaire ontspanningsleiding genoemd. Deze leiding kan op meerdere plaatsen in het systeem een luchtstroom toevoegen om probleemloze afwatering te waarborgen.
- **Hemelwaterafvoerleiding:** Een afvoerleiding die alleen regenwater afvoert naar een grondleiding. Deze leiding is net boven het maaiveld voorzien van een ontstoppingsstuk om hemelwater bij verstopping op het maaiveld te kunnen lozen.
- **Perceeltoestelleiding:** De verzamelleiding die binnen- en buitenriolering met elkaar verbindt. Op de erfgrans bevindt zich een erfscheidingsput om eventuele ontstopping te kunnen doen en te bepalen wie de kosten daarvoor moet dragen.

4.3.2 Aansluitingen en toepassingen

Op ieder rioleringsstelsel worden lozingstoestellen als wastafels, toilet, douche, wasmachine en gootstenen aangesloten. Maar ook overal waar een leidingsysteem vertakt spreken we van een aansluiting. Om de binnenrioleringsinstallatie goed te laten functioneren is het van groot belang dat lucht- en waterstromen goed op elkaar zijn afgestemd. Om 1 liter water af te voeren zal ongeveer 30 liter lucht verplaatst worden. Een goed leidingbeloop voorkomt teveel opstuwning en daarmee hydraulische afsluiting. We benoemen een aantal belangrijke punten.

- Stankafsluiter/sifon/waterslot; deze moet minimaal 50 mm bedragen om voldoende weerstand te bieden tegen drukschommelingen in het rioolstelsel.
- Toestelleiding; heeft altijd maar aansluiting van één toestel, met enig afschot en een maximale lengte van 3,5 meter.
- Aansluiting op een liggende verzamelleiding, moet in de stromingsrichting onder een hoek van 45 ° worden gemaakt.

- Zijaansluitingen naar een kleinere diameter moeten met een excentrisch verloop worden aangesloten waarbij de bovenzijde van de twee leidingen op dezelfde hoogte moeten blijven om zeker te zijn van een goede luchtstroom in de leiding.
- Boven aansluiting van een toestelleiding op een verzamelleiding is toegestaan als de verzamelleiding $\geq \varnothing 110$ mm is en de basisafvoer ten hoogste 1 liter/seconde bedraagt.
- Toestelleiding op een horizontale leiding; de afstand tussen twee toestelleidingen moet minimaal 5x de diameter zijn.
- Een standleiding moet met behulp van twee 45 ° bochten, die voorzien zijn van een recht tussenstuk van 250 mm, worden aangesloten op de verzamelleiding.
- Een aansluiting op de standleiding moet altijd haaks (90 °) zijn aangesloten.
- Als twee verzamel- of toestelleidingen, waarbij van bovenaf gezien, de hoek van aansluiting groter is dan 90 °, op een standleiding worden aangesloten, dan moet de onderlinge afstand tenminste 0,5 meter zijn.
- Bij de directe aansluiting van een closet op een standleiding moet de onderkant van de aansluiting 100 mm beneden het waterslot liggen.
- Benedenstrooms van een closetaansluiting mogen op een afstand van 1 meter geen aansluitingen gemaakt worden tenzij er een ontspanningsleiding aanwezig is.
- Afhankelijk van de lengte van de standleiding geldt een aansluitvrije zone. Voor een woning blijft dit onder de 10 meter, dan geldt een aansluitvrijzone van tenminste 1 meter.

Gebouwriolering moet in Nederland met een ontspanningsleiding zijn uitgevoerd die in een openverbinding met de buitenlucht staat om het systeem van voldoende lucht te kunnen voorzien. De monding van een ontspanningsleiding mag nooit in een gevel geplaatst worden, maar moet op het dak worden geïnstalleerd. Hierbij moeten wel een aantal punten in acht genomen worden;

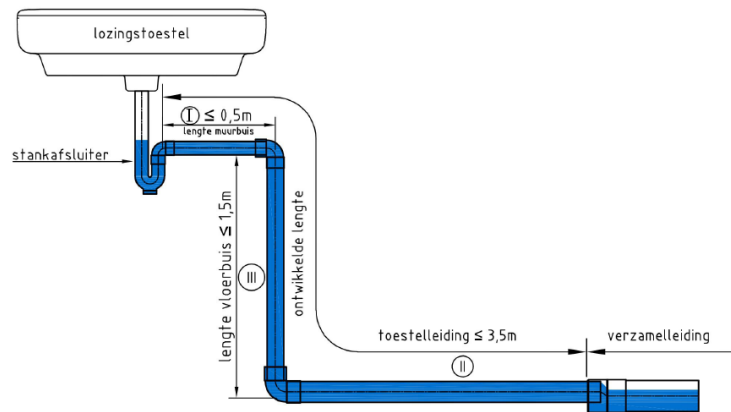
- Hemelwater, sneeuw of bladeren mogen niet naar binnen kunnen of voor verstopping zorgen.
- Bij platte daken geldt dat de monding ten minste 0,05 m boven de dakrand uit moet komen.
- Bij schuine en platte daken geldt dat de uitmonding minimaal 0,02 m boven het dakvlak moet uitsteken. En bij schuine daken mag dat niet onder de dakpannen zijn.
- Bij sterke wind mogen geen drukverschillen ontstaan.
- Als de ontspanningsleiding is voorzien van een kap, dan moet die afneembaar zijn.
- Er mag geen stankhinder ontstaan.
- Bij het bepalen van de monding van een ontspanningsleiding moet rekening gehouden worden met de aanzuiging van de ventilatie-installatie.

4.3.3 Dimensionering van binnenriolering

De dimensionering van de binnenriolering gebeurt aan de hand van een stappenplan. Er wordt gerekend vanaf het lozingstoestel tot en met de verzamelleiding een halve meter buiten de gevel. In een vrijervalriool proberen we de buisdiameter te dimensioneren op een maximale vullingsgraad van 70%. Voor het bepalen van de maximale afvoercapaciteit van een binnenrioleringsinstallatie is de totale afvoer van de aangesloten toestellen maatgevend. We hebben al eerder in dit stuk gezien dat de totale toestelleiding 3,5 meter mag zijn. Dit is opgebouwd uit, (1) een muurbuis van maximaal 0,5 meter, (2) een vloerbuis van maximaal 1,5 meter en (3) een toestelleiding (zie figuur 14).

De diameter van de stankafsluiter mag maximaal één maat kleiner zijn dan die van de toestelleiding volgens maattabel A (zie bijlage1).

In de praktijk lozen natuurlijk niet alle toestellen gelijktijdig. Bij installaties met een woonfunctie wordt daarom een gelijktijdigheidsfactor toegepast voor woongebouwen van $\rho = 0,5$.



Figuur 14 Diameterreductie van een toestelleiding

4.3.4 Het rioolontwerp voor de badkamer van de woning

Zoals omschreven in 4.1 maken we een rioolontwerp voor de aangegeven toestellen in de badkamer;

Stap 1: We kiezen de toestellen uit tabel A (bijlage 1) en bepalen aan de hand daarvan de diameter muurbuis, vloerbuis en stankslot. Dit doen we vervolgens ook voor alle andere toestellen op dezelfde verzamelleiding. De info van deze toestellen in de 'Windesheimwoning' staan hieronder in tabel 2.

Stap 2: Tel nu alle toestellen (Q in l/s) op dezelfde verzamelleiding bij elkaar op. In dit geval is dat 2,5.

Toestel	Q(1) in l/s	Ø stankafsluiter	Ø toestelleiding (mm)	Gereduceerde Ø muur en vloerbuis
Wastafel(s) voor het (badkamermeubel)	0,5	32	50	32
Wastafel(s) voor het (badkamermeubel)	0,5	32	50	32
Inloopdouche	0,5	32	50	40
Ligbad	1,0	40	75	50
Totaal	2,5			

Tabel 2 Verzamelleidingstabel badkamer Windesheimwoning

Stap 3: Bereken de belasting van de samengestelde afvoerleiding met de formule:

$$Q(a) = 0,5 \cdot \sqrt{\sum Q(i)} = 0,5 \cdot \sqrt{2,5} = 0,8 \text{ l/s}$$

Q(a) = Samengestelde afvoer

$\sum Q(i)$ = Som van de basisafvoeren per verzamelleiding

Controleer of de grootste basisafvoer of de samengestelde afvoer maatgevend is! Als de basisafvoer van een onderdeel groter is dan de samengestelde geldt dat de basisafvoer bepalend is.

Bij controle blijkt dat de grootste basisafvoer, die van het ligbad 1,0 l/s, groter is dan de berekening van de samengestelde afvoer. De maat Ø75mm van het ligbad is dus maatgevend.

Stap 4: Afschot en bochten in een liggende leiding.

De maximale afvoercapaciteit van een liggende leiding is afhankelijk van het gekozen afschot en het aantal bochten in deze leiding. In de praktijk is deze natuurlijk afhankelijk van de beschikbare ruimte in of onder een vloer. Als minimaal toelaatbare afschot gebruiken we 1:200 = 5mm per meter.

Omdat bochten zorgen voor opstuwing in de leiding, is het aantal bochten dat mag worden toegepast beperkt. Bij overschrijding van de maximale richtingsverandering door bochten geldt dat de berekeningsfactor, (f) in liter per seconde, van $f=1$ naar $f=0,85$ gaat.

Leidingafschot	Maximale richtingsverandering
leidingafschot 1: 50 (20 mm/m)	22°30'
leidingafschot 1:100 (10 mm/m)	45°
leidingafschot 1:133 (7,5 mm/m)	90°
leidingafschot 1:200 (5 mm/m)	112°30'

Figuur 15 Leidingafschot gekoppeld aan maximale richtingsverandering

Stap 5: Selecteer met behulp van tabel C (zie bijlage 2) de juiste leidingdiameter van de verzamelleiding op basis van de afvoercapaciteit.

Wij hebben voor onze verzamelleiding bij stap 3 bepaald dat er een afvoercapaciteit van 1,0 l/s geldt en dat de diameter van de leiding $\varnothing 75$ mm moet zijn. Bij een afschot van 5mm/m kunnen we 1,16 l/s afvoeren, dus dat is prima.

Stap 6: Controleer aan de hand van tabel D (bijlage 3) de maximaal toegestane lengte van de verzamelleiding.

Aan de hand van de gegevens in tabel D zien we bij een afschot van 5mm/m dat de lengte voor de closetafvoer 5 meter mag zijn. Voor de overige aansluitingen kunnen we aan de hand van de gegevens per onderdeel bepalen dat de maximale lengte tussen 5 en 8 meter ligt.

Stap 7: Op basis van de verzamelleidingen op de verdiepingen kan de diameter van de standleiding worden bepaald. Op basis van het af te voeren water zou volgens tabellen een standleiding van $\varnothing 75$ mm voldoende zijn, maar de aansluiting van het closet in de badkamer vraagt hier automatisch om een standleiding van $\varnothing 110$. Deze heeft een capaciteit van 5,60 l/s.

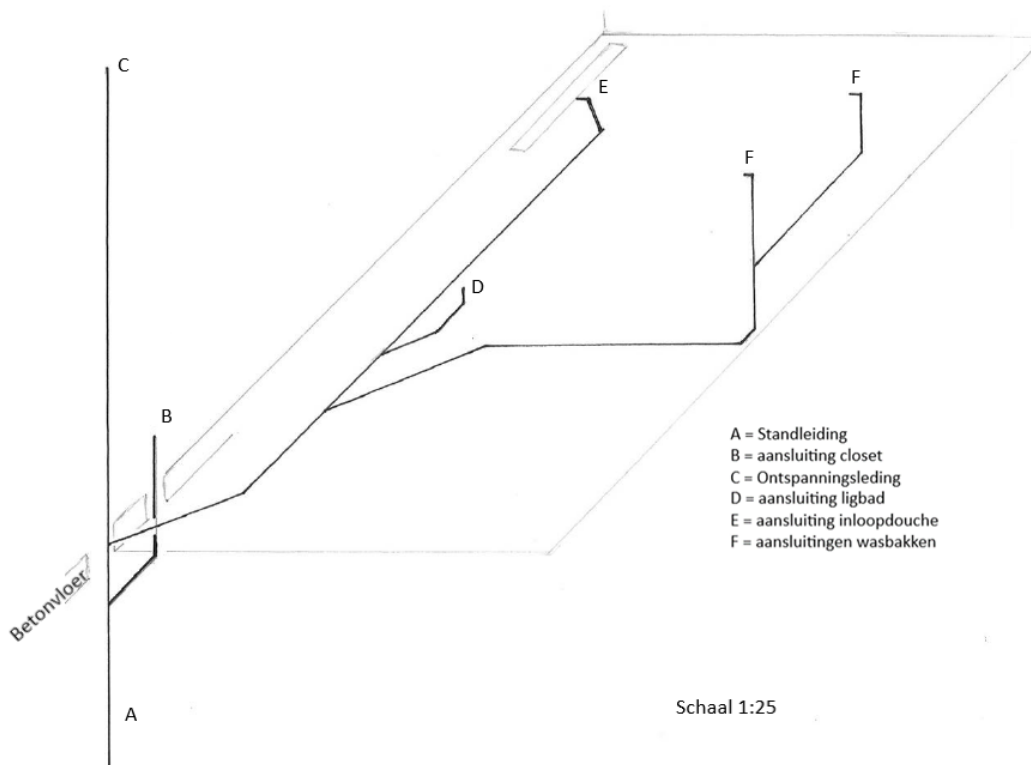
Het dimensioneren van de riolering gaat verder door te bepalen hoe standleidingen op horizontale verzamelleidingen worden aangesloten, maar omdat we ons in de opdracht beperken tot de badkamer gaan we hier niet verder op in.

Hieronder volgt een korte beschrijving van de aansluitingen.

Aan de hand van de rioleringstekening (zie figuur 16) is het ontwerp van de riolering in de badkamer zichtbaar gemaakt. Hier is tevens een deel van de standleiding en de beluchting meegenomen. We beschrijven de situatie vanuit de stromingsrichting en beginnen dus bij de inlooptdouche.

De inlooptdouche heeft een afvoergoot © met een aansluiting van $\varnothing 50$ mm. De afvoergoot sluiten we met een pvc leiding $\varnothing 50$ mm via een excentrisch verloop van $\varnothing 50 \times 75$ in een t-stuk $\varnothing 75$ mm. Vanuit dit t-stuk gaat er een leiding $\varnothing 75$ mm naar de aansluiting met twee bochten 45° voor het ligbad (D). De doorgaande leiding komt even verder in een tweede stroom t-stuk $\varnothing 75$ mm uit. Op de aftakking sluiten we met een excentrisch verloop $\varnothing 50 \times 75$ mm de afvoerleiding $\varnothing 50$ mm aan die vanaf het badkamermeubel (F) komt. De wastafelaansluiting wordt gesplitst met een haaks t-stuk $\varnothing 40$ zodat beide wastafels hun eigen afvoer hebben. De doorgaande leiding van $\varnothing 75$ mm loopt met een bocht van 45 ° door naar standleiding (A) van $\varnothing 110$ mm, waar ze met een haaks t-stuk $\varnothing 110$ -75-110 wordt aangesloten. Het hangend closet (B) wordt via een korte pvc leiding $\varnothing 110$ mm doormiddel van een haaks t-stuk $\varnothing 110$, onder het andere t-stuk, aangesloten op standleiding (A).

We hebben hier om twee redenen voor gekozen, namelijk; (1) de aansluiting van het closet meenemen in de verzamelleiding zou de moderne watersloten (ligbad en douchegoot vacuüm kunnen zuigen), (2) In verband met het toepassen van de douchegoot WTW is er meer inbouwhoogte nodig in de vloer, dit zou problemen opleveren met het afschot van de verzamelleiding. De standleiding C naar boven verder in gebruik is als ontspanningsleiding tot door het dak. Om geluidshinder en condensatie van de standleiding te voorkomen is het verstandig deze te isoleren.



Figuur 16 Riolering ontwerp badkamer

Advies: Aan de hand van de hierboven gedane berekeningen adviseren we het rioleringsontwerp uit figuur 16 toe te passen en daarbij rekening te houden met de aangegeven leidingdiameters.

4.4 Een berekening van de waterleidinginstallatie

De NEN 1006 bevat de algemene voorschriften voor leidingwaterinstallaties (NEN, 2021). Ze zijn onmisbaar bij het ontwerpen, de aanleg en inspectie van de installaties. Daarnaast wordt de NEN 1006 aangevuld met de bijbehorende waterwerkbladen. Deze werkbladen geven een invulling aan de verschillende omstandigheden voor het leveren van drinkwater (Infodwi.nl/waterwerkbladen, 2021). Het in de Werkbladen (WB) gestelde moet worden beschouwd als standaardvoorwaarden waaraan een drinkwaterinstallatie moet voldoen om in overeenstemming te zijn met NEN 1006.

Zo kunnen we o.a. in WB 2.1 en 2.1A voorgeschreven informatie vinden over druk, volumestroom en temperatuur voor tappunten en toestellen. In WB 2.1C en 2.1G treffen we de nodige info voor berekening en ontwerpcriteria aan. Richtlijnen voor warmtapwaterinstallaties kunnen we terug vinden in WB 4.4A. Dan is er nog de aandacht voor Legionella, vanuit het bouwbesluit is er in de NEN 1006 de bovengrens van 25°C opgenomen voor waterleidingen. De ISSO-SBR 811 geeft ontwerpers en installateurs oplossingen voor het realiseren van hotspotvrije leidingwaterinstallaties. Hotspots

zijn plaatsen, in woongebouwen als vloeren en plafonds van badruimten en/of water-verdeelunits van cv-installaties, waar het water gemakkelijk boven de 25°C kan opwarmen.

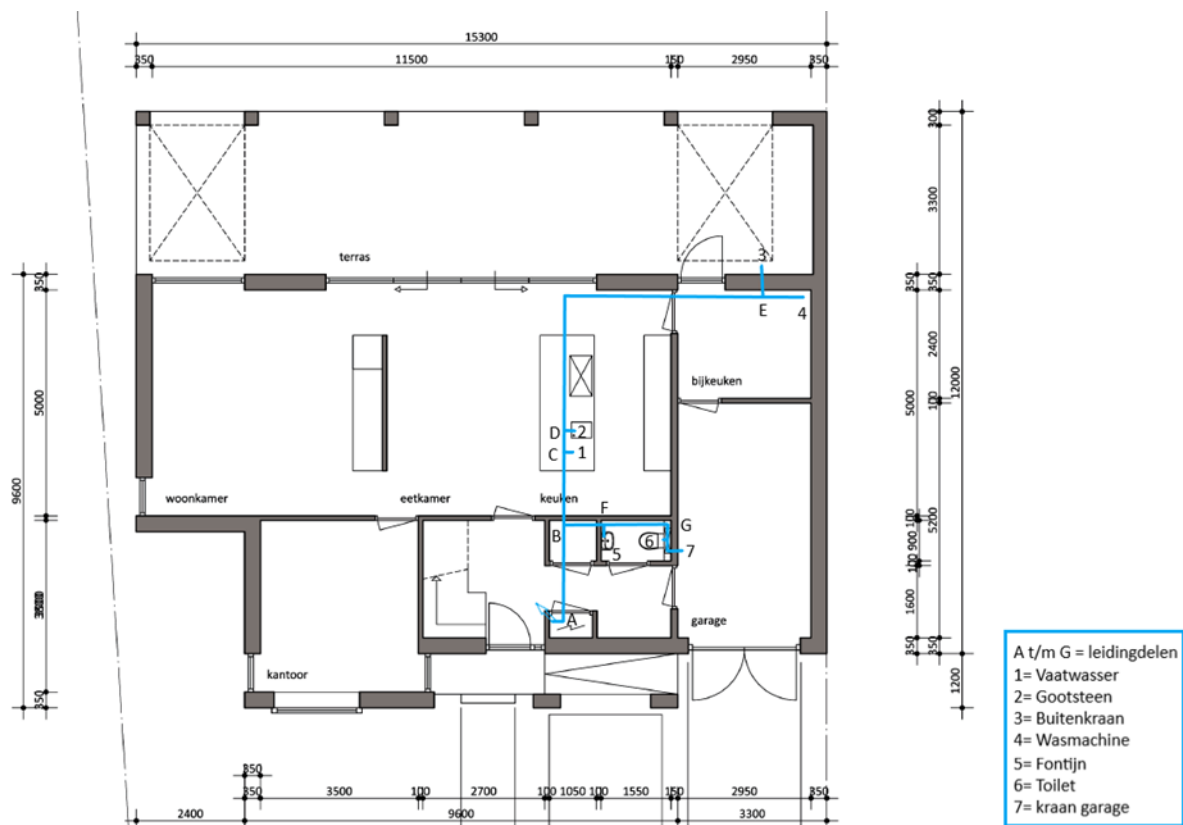
Maar ook de waterleidingbedrijven omschrijven de nodige regels. Zo staat beschreven in (Waterbedrijfgroningen, 2021); bij de aanleg van nieuwe drinkwaterinstallaties, maar ook bij wijziging of vernieuwing van bestaande drinkwaterinstallaties moet de aanvrager/de gebruiker het waterleidingbedrijf zo spoedig mogelijk schriftelijk op de hoogte brengen. En even verder wordt aangegeven; indien de wijziging of vernieuwing meer dan 10 m leiding omvat of de som van de minimaal vereiste volumestromen van de aan te sluiten toestellen meer dan 0,5 l/s bedraagt, moet de aanvrager/gebruiker desgevraagd aan het bedrijf een installatietekening inzenden.

Op basis van de gegevens voor de badkamer in onze woning zullen we dus eerst bepalen welke aansluitingen er nodig zijn om vervolgens berekeningen te kunnen maken voor de juiste dimensionering van leidingdiameters bij de gewenste druk. We gaan de installatie uitvoeren met MLC meerlagenbuis van Uponor. Bij het bepalen van de leidingweerstand en de diameter van de leidingen zal hier dus rekening mee gehouden worden.

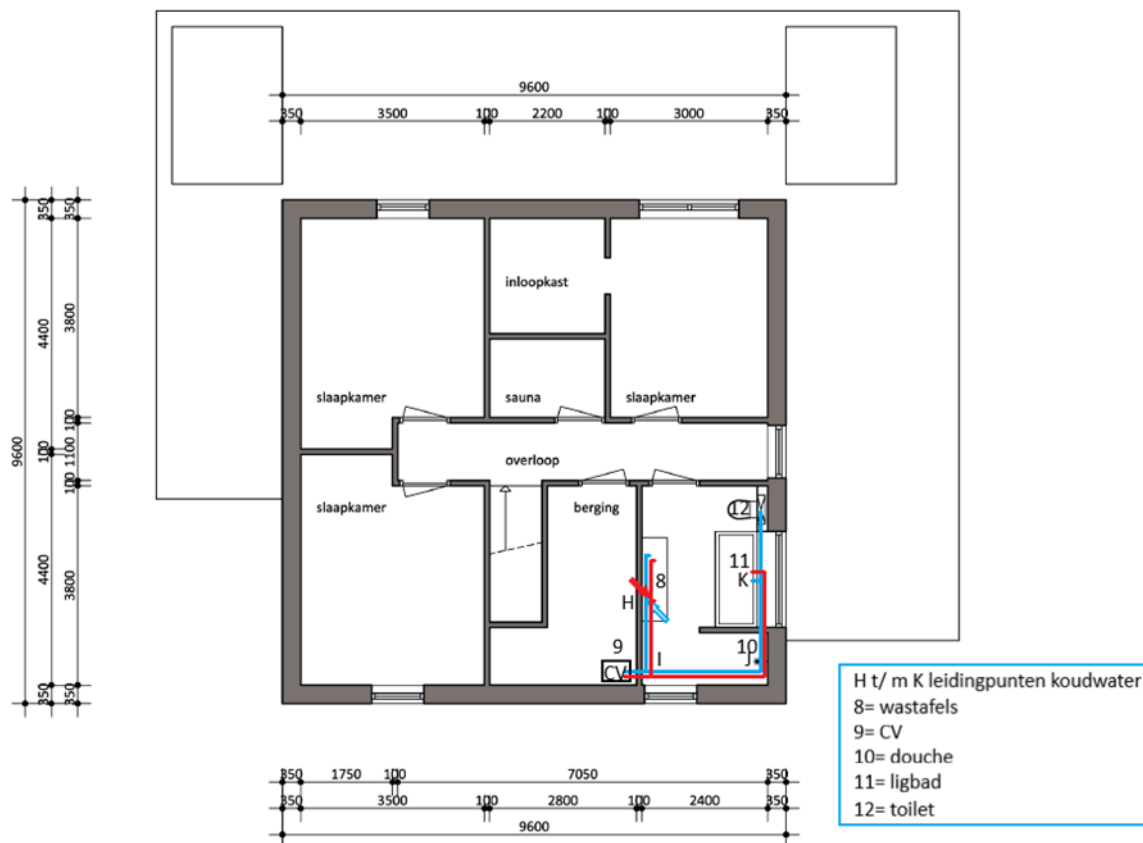
We hebben de volgende wateraansluitingen nodig;

- Warm- en koud water voor twee mengkranen op het badkamermeubel.
- Warm- en koud water voor de thermostatische douchemengkraan van de inloopdouche.
- Warm- en koud water voor de thermostatische badmengkraan bij het ligbad.
- Koud water voor de stortbak van het hangend closet.

Omdat beter zichtbaar te maken dat de (koud) waterleiding voor de badkamer in de meterkast naar boven gaat (en warm naar beneden) hebben we tevens de waterleiding in de tekening van de begane grond opgenomen in dit rapport.



Figuur 17 Waterleiding begane grond



Figuur 18 Waterleiding verdieping

Aan de hand van waterwerkblad (WB) 2.1A kunnen we de volgende tabel samenstellen voor onze tappunten in de badkamer. De genoemde volumestromen zijn gebruikelijke waarden die bij het tappunt kunnen worden afgenomen bij een minimale gebruiksdruk van 100 kPa. De gebruikelijke volumestroom voor de warmtapwatertoevoer naar mengkranen is gebaseerd op een warmtapwatertemperatuur van 60 °C.

Tappunt	Koud l/s	Koud TE	Koud SE	Warm l/s	Warm TE
Wastafelmengkraan	0,083	1	-	0,042	0,25
Wastafelmengkraan	0,083	1	-	0,042	0,25
Douchemengkraan	0,167	4	-	0,083	1
Badmengkraan	0,167	4	-	0,083	1
Toilet	0,042	0,25	-	-	-

Tabel 3 Tappunten in de badkamer

Om verder te gaan rekenen aan de installatie is het handig om een paar termen te omschrijven.

Maximum momentvolumestroom: de maximale te verwachten volumestroom bij onttrekking van water uit een installatie in een bepaalde tijdsduur. De tijdsduur is gesteld op 1 seconde.

TE: TapEenheden. Het aantal tapeenheden wordt gebruikt voor de bepaling van de maximum momentvolumestroom van tappunten en toestellen. Als basis wordt TE=1 gelijkgesteld aan een volumestroom van 0,083 l/s. Voor het omrekenen van de volumestroom van een tappunt naar tapeenheden wordt de volgende formule gehanteerd: $TE = \left(\frac{q_{tappunt}}{0,083} \right)^2$

SE: Spoelkraan Eenheden. De term spoelkraan wordt vooral gebruikt bij kranen die veel water in korte tijd gebruiken zoals Urinoirs, spoelkranen in grootkeukens, etc. Het aantal wordt gebruikt voor de bepaling van de maximum momentvolumestroom van spoelkranen te bepalen met $\sqrt[n]{n}$. Zoals te zien is in het schema is dit bij onze badkamer niet van toepassing.

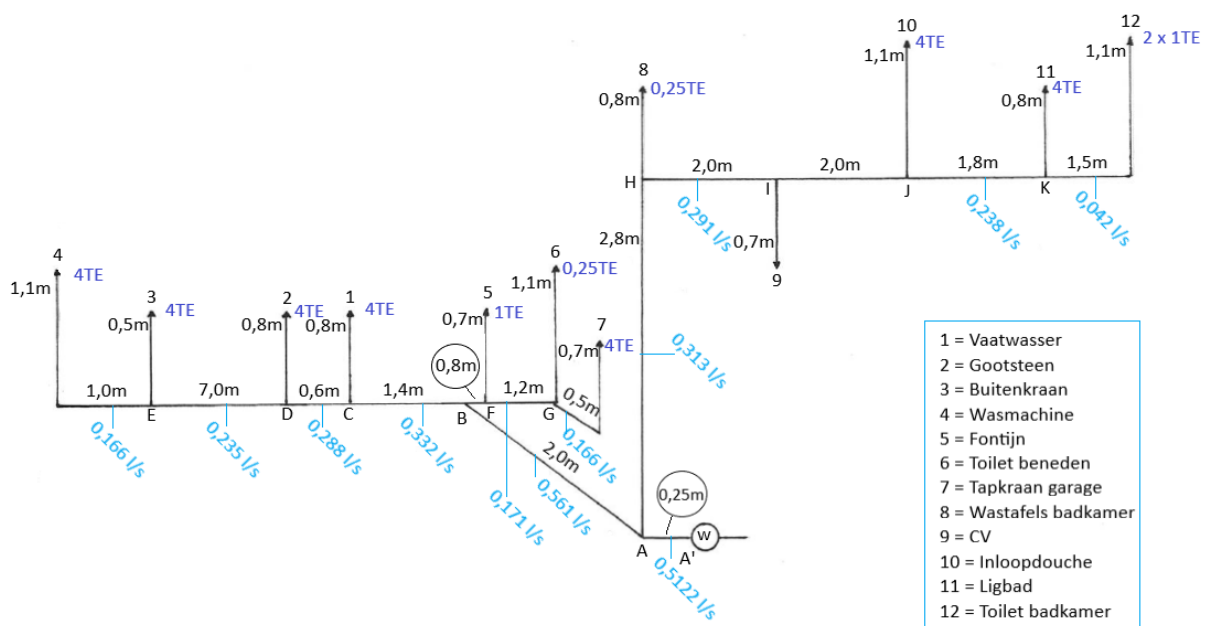
Het ontwerpen en het berekenen van de waterleidinginstallatie

We kunnen ervan uitgaan dat alle koudwater tappunten eigenlijk nooit gelijktijdig gebruikt zullen worden. Daarom maken we een berekening van de maximum-moment volumestroom koud- en warmwaterleidingen. Het is handig om dat in een aantal stappen te doen om overzicht te houden. Om het beeld compleet te maken is ook het leidingsysteem van de begane grond hierin meegenomen.

Stap 1: Ontwerp de waterleidingconfiguratie volgens een schematische weergave. Geef de verschillende leidingsecties een nummer of een naam. (figuur 19)

Stap 2: Bepaal de volumestromen van de aangesloten tapkranen aan de hand van WB 2.1a.

Stap 3: Bepaal voor iedere tapkraan of ieder toestel aan de hand van de volumestromen de tapeenheden (TE) met behulp van de formule $1 \text{ TE} = (q_v / 0,083)^2$.



Figuur 19 Schema waterleiding configuratie tappunten woning

Stap 4: Bepaal de gelijktijdigheidklasse van de warmwater tappunten klasse I, IIa, IIb of III en de bijbehorende volumestromen, 'conform de Kiwa-mededeling 110'.

Gelijktijdigheidklasse 1; Verschillende warmwatertappunten, waarvan er één naar keuze wordt gebruikt zonder eis van gelijktijdigheid. De maximale volumestroom is gebaseerd op de keukenmengkraan.

Gelijktijdigheidklasse 2a; Verschillende warmwater tappunten, waarvan er twee gelijktijdig naar keuze kunnen worden gebruikt. De maximale volumestroom is gebaseerd op de keukenmengkraan en de douchemengkraan.

Gelijktijdigheidklasse 2b; Verschillende warmwater tappunten, waarvan er twee gelijktijdig naar keuze kunnen worden gebruikt. De maximale volumestroom is gebaseerd op de keukenmengkraan en de badmengkraan.

Gelijktijdigheidklasse 3; Verschillende warmwatertappunten, waarvan er drie gelijktijdig naar keuze kunnen worden gebruikt. De maximale volumestroom is gebaseerd op de keukenmengkraan, de badmengkraan en de douchemengkraan.

Stap 5: Bepaal de bijtelling aan tapeenheden (TE) als gevolg van de gehanteerde gelijktijdigheidklasse van de warmwatertappunten bij de koud waterinstallatie.

Volumestroom warm tapwater

De volumestroom van warm tapwater naar de mengkranen voor de wastafels en de inloopdouche is voor onze installatie wel van belang. De verdeling van koud- en warm tapwater naar een mengkraan is afhankelijk van de gewenste warm tapwatertemperatuur en het vermogen van het warm tapwatertoestel. Om dit te kunnen bepalen zijn een aantal dingen belangrijk;

- Volumestroom van het mengwater (Q_{vm})
- Volumestroom warm tapwater (Q_{vw})
- Volumestroom koud water (Q_{vk})
- De temperatuur van het vereiste mengwater (Θ_m) 40°C
- De temperatuur van het koude water (Θ_k) 10°C
- De temperatuur van het warme tapwater (Θ_w) 60°C

We kunnen al deze onderdelen verwerken in de volgende formule:

$$Q_{vw} = \frac{Q_{vm} (\Theta_m - \Theta_k)}{\Theta_w - \Theta_k} \gg Q_{vk} = Q_{vm} - Q_{vw}$$

Wij willen de woning voorzien van alle comfort en kiezen voor gelijktijdigheidsklasse 3. We bepalen daarom de waarde van de douchemengkraan (0,167 l/s (= 10 l/m) bij 40°C), de waarde van de badmengkraan (0,167 l/s (= 10 l/m) bij 40°C) en die van de keukenmengkraan (0,167 l/s bij 50°C).

$$Q_{vw} = \frac{0,167(40 - 10)}{60 - 10} = 0,100 \text{ l/s}$$

$$Q_{vk} = 0,167 - 0,100 = 0,067 \text{ l/s}$$

De waarde van de Keukenmengkraan met 0,167 l/s bij 50°C.

$$Q_{vw} = \frac{0,167(50 - 10)}{60 - 10} = 0,133 \text{ l/s}$$

$$Q_{vk} = 0,167 - 0,133 = 0,034 \text{ l/s}$$

We tellen de waarden van de Q_{vw} tappunten bij elkaar op; $0,100 + 0,100 + 0,133 = 0,333 \text{ l/s}$.

De som van deze volume-mengstromen rekenen we om naar het aantal TE; $(0,333: 0,083)^2 = 16 \text{ TE}$.

De som van de koude aansluitingen zijn:

$$\text{Keukenmengkraan } 4 \text{ TE} + \text{Douchemengkraan } 4 \text{ TE} + \text{Badmengkraan } 4 \text{ TE} = 12 \text{ TE}$$

Voor de gelijktijdigheid aan gemengde volumestroom moeten we dus $16 \text{ TE} - 12 \text{ TE} = 4 \text{ TE}$ bijtellen.

Stap 6: Bepaal de maximum-momentvolumestroom (MMV) per sectie met behulp van formule

$MMV = 0,083 \sqrt{\Sigma TE}$. Waarbij ΣTE = het gesommeerde aantal tapeenheden koud water en indien van toepassing de bijtelling van SE voor warmtapwater (zie stap 5).

Om de leidingmiddellijnen te kunnen bepalen moeten we de gevonden tapeenheden (TE) omrekenen naar de maximum-momentvolumestromen (MMV). We gebruiken hiervoor de tekening waterleiding configuratie van figuur 19.

Leidingdeel	TE koud	TE meng	Omrekenen MMV	Qv leidingdeel
E > tappunt 4	4	-	$0,083 \times \sqrt{4} = 0,166 \text{ l/s}$	0,166 l/s
D > E	$4+4 = 8$	-	$0,083 \times \sqrt{8} = 0,235 \text{ l/s}$	0,235 l/s
C > D	$8+4 = 12$	4	$0,083 \times \sqrt{16} = 0,332 \text{ l/s}$	0,332 l/s
B > C	$12+4 = 16$	4	$0,083 \times \sqrt{20} = 0,371 \text{ l/s}$	0,371 l/s
B > F	$1+0,25+4$	-	$0,083 \times \sqrt{5,25} = 0,190 \text{ l/s}$	0,190 l/s
F > G	$0,25 + 4$	-	$0,083 \times \sqrt{4,25} = 0,171 \text{ l/s}$	0,171 l/s
G > tappunt 7	4	-	$0,083 \times \sqrt{4} = 0,166 \text{ l/s}$	0,166 l/s
AB	$5,25+20$		$0,083 \times \sqrt{25,25} = 0,417 \text{ l/s}$	0,417 l/s
Leidingdelen naar boven				
K > tappunt 12	0,25		$0,083 \times \sqrt{0,25} = 0,042 \text{ l/s}$	0,042 l/s
J > K	$4+0,25$	4	$0,083 \times \sqrt{8,25} = 0,238 \text{ l/s}$	0,238 l/s
H > J	$4+4+0,25$	4	$0,083 \times \sqrt{12,25} = 0,291 \text{ l/s}$	0,291 l/s
A > H	$2+4+4+0,25$	4	$0,083 \times \sqrt{14,25} = 0,313 \text{ l/s}$	0,313 l/s
A > A'	AB + AH		$0,083 \times \sqrt{39,5} = 0,522 \text{ l/s}$	0,522 l/s

Tabel 4 Berekeningen maximum volumestromen

TE meng: Als er in het leidingdeel een mengtoestel wordt meegenomen dan nemen we de berekende gelijktijdigheid voor dat leidingdeel ook mee.

Stap 7: Bepaal de beschikbare druk.

Volgens Infodwi.nl (WB 2.1C) is de maximaal toelaatbare stroomsnelheid in leidingen maximaal 2,0 m/s. In situaties waarbij geluidsoverlast beperkt moet worden, wordt een stroomsnelheid kleiner dan 1,5 m/s aanbevolen, zie ook NTR 5076. En voor warmtapwatercirculatieleidingen is een maximale stroomsnelheid van 0,7 m/s toegestaan.

Verder moet rekening gehouden worden met plaatselijke stromingsweerstand (bochten, aftakkingen, vernauwingen, etc.).

Het totale drukverlies in een installatie wordt bepaald door:

- het statische drukverlies
- de stromingsverliezen (dynamisch drukverschil)

De stromingsverliezen zijn verder te splitsen in drukverlies door stroming in:

- rechte leidingen
- plaatselijke weerstanden, zoals bochten, kranen en toestellen

Het is daarom verstandig om een factor van 1,2 toe te passen op de al berekende leidinglengte (WB 2.1G). Bij verschillende kunststof leidingsystemen zijn de verbindingstukken van grote invloed zijn op het drukverlies. Bij gebruik van deze systemen geldt dat een hogere factor moet worden toegepast, we nemen dit dus mee in onze berekeningen onder correctiefactor.

Bereken van het drukverlies

Geleverde voordruk	200 KPa
Hoogteverschil in de leidingen	30 KPa
Gewenste gebruiksdruk bij tappunten	<u>100 KPa -</u>
Verschil	70 KPa

De langste lengte van de leiding beneden is: 13 meter

Toeslagfactor van 30% (kunststof) op 13 meter = 16,9 meter

De beschikbare druk per meter buis: 100 KPa : 16,9 meter = 5,92 KPa/m

De langste lengte van de leiding boven is: 11,5 meter

Toeslagfactor van 30% (kunststof) op 11,5 meter = 14,95 meter

De beschikbare druk per meter buis: 70 KPa : 14,95 meter = 4,68 KPa/m

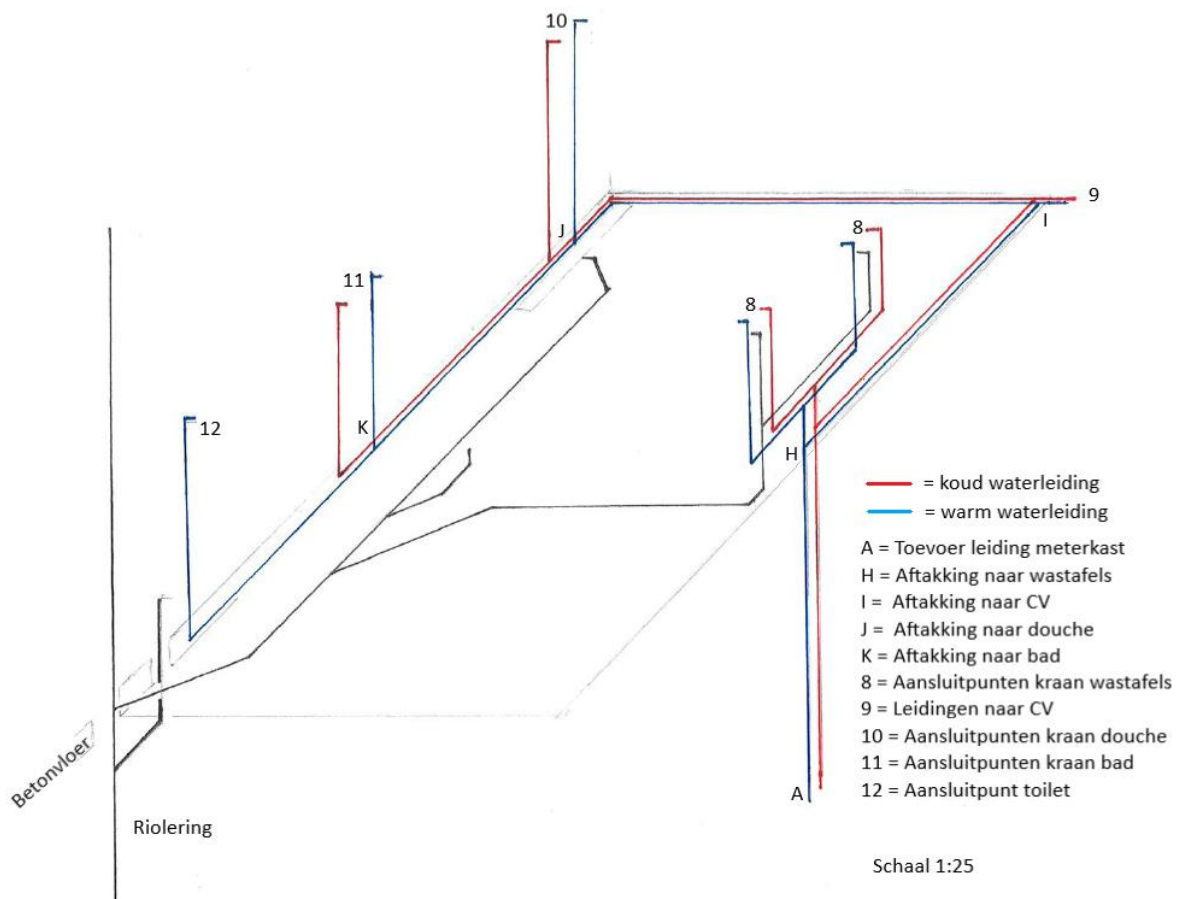
Stap 8: Bepaal aan de hand van de tabellen uit WB 2.1C en 2.1G de diameter voor elk leidingdeel op basis van de Qv en bereken de drukverliezen.

We houden i.v.m. mogelijk geluidsoverlast houden we als richtlijn een maximale Qv van 1,5 m/s aan.

Leidingdeel	Qv l/s	Lengte in m	Leiding correctie 25%	Ø in mm	V in m/s	Qv in l/s	Pvstat in KPa/m	Pvdyn in KPa/m	Pvtotaal in KPa	Ptap in KPa
E > tp 4	0,166	2,10	2,63	12	1,5	0,170	11	2,81	18,39	124,2
E > tp 3	0,166	0,50	0,63	12	1,5	0,170	5	2,81	6,77	142,6
D > E	0,235	7,00	8,75	14	1,6	0,246	-	2,58	22,58	-
D > tp 2	0,235	0,80	1,00	14	1,6	0,246	8	2,58	10,58	171,9
C > D	0,332	0,60	0,75	14	1,6	0,246	-	2,58	1,94	-
C > tp 1	0,332	0,80	1,00	14	1,6	0,246	8	2,58	10,58	184,4
B > C	0,371	1,40	1,75	20	1,2	0,377	-	0,99	1,73	-
AB	0,417	2,00	2,50	20	1,5	0,440	-	1,30	3,25	-
B > F	0,190	0,80	1,00	14	1,3	0,200	-	1,79	1,79	-
F > tp 5	0,083	0,70	0,88	10	1,1	0,086	7	2,06	8,81	186,2
F > G	0,171	1,20	1,50	12	1,3	0,181	-	3,15	4,73	-
G > tp 6	0,042	1,10	1,38	10	0,6	0,043	11	0,63	11,86	169,6
G > tp 7	0,166	1,20	1,50	12	1,5	0,170	7	2,81	11,23	158,3
Leidingdelen naar boven										
A > H	0,313	2,80	3,50	16	1,6	0,322	25	2,19	32,67	-
H > tp 8	0,117	0,70	1,00	12	1,1	0,118	7	1,63	8,63	158,7
H > J	0,291	4,00	5,00	16	1,5	0,302	-	1,95	9,75	-
J > tp 10	0,235	1,10	1,38	14	1,6	0,246	11	2,59	14,57	134,4
J > K	0,238	1,80	2,25	14	1,6	0,246	-	2,59	8,83	-
K > tp 11	0,235	0,80	1,00	14	1,6	0,246	8	2,59	10,59	114,7
K > tp 12	0,042	2,60	3,25	10	0,6	0,045	11	0,63	13,05	101,9

Tabel 5 Leidingdiameter en leidingverliezen

Advies: We adviseren bovenstaande berekeningen en tekeningen aan te houden. Op die manier kunnen we garant staan voor een goed aangelegd en functionerend systeem met voldoende druk op alle tappunten.



Figuur 20 Koud - en warm waterleiding badkamer

4.5 Een berekening van de mechanische afzuiginstallatie

In het bouwbesluit 2012 lezen we dat een verblijfsgebied een voorziening voor luchtverversing heeft die, volgens de NEN 1087, een capaciteit van ten minste $0,9 \text{ dm}^3/\text{s}$ per m^2 vloeroppervlakte met een minimum van $7 \text{ dm}^3/\text{s}$. En een badruimte heeft volgens de NEN 1087 een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste $14 \text{ dm}^3/\text{s}$. In de NEN 1087 en NPR 1088 worden de ventilatiesystemen A-B-C-D onderscheiden: van volledig natuurlijke (A) naar volledig mechanische ventilatie (D) (NBD-online). De regels voor ventilatie in woningen worden echter steeds strenger om onze gezondheid te beschermen. De minimale eisen waaraan ventilatie in woningen moet voldoen zijn te vinden in de EPB-richtlijn en de norm NBN D50-001 (nl.codume.eu). In deze norm wordt een ventilatie van 1 liter per seconde en per m^2 oppervlakte voor geschreven, hetzij $3,6 \text{ m}^3$ per uur en per m^2 oppervlakte. Daardoor zijn er ook meerdere varianten in de categorie C en D ontstaan. Dit is de reden dat er vanaf dit moment een nieuwe indeling gemaakt wordt onder de naam Ventilatie Systeem Type (VST) waarin preciezer wordt gekeken naar wat het systeem moet doen. Het systeem wordt ingedeeld van VST1 t/m VST7 (Dyka, 2021)

Nieuwe woningen in Nederland hebben de laatste jaren vaak balansventilatie. Dit is een mechanische ventilatie waarbij het systeem evenveel lucht aanvoert als afvoert, er is dus balans. Via aanvoerventielen in de woonkamer en slaapkamer wordt ventilatielucht de woning ingeblazen. En afzuigventielen in de badkamer, keuken en het toilet voeren lucht af. Er zijn dus twee gescheiden kanalen bij deze vorm van ventilatie. Via een regelknop met drie standen in de keuken en/of de badkamer kun je meer of minder lucht vervensen.

De balansventilatie wordt gecombineerd met een warmte-terugwin unit (WTW). De koude lucht die wordt aangezogen wordt voorverwarmt met de warme lucht die het gebouw uitgaat. Daarnaast kan de balansventilatie ook nog worden uitgevoerd met sensoren die CO₂ en of vocht meten. Daarmee ventileer je dus alleen als dit nodig is en wordt je systeem energiezuiniger. Voorbeelden hiervan zijn systemen van (Brinkclimatesystems) vraag gestuurd ventileren en de Climateswitch van (Zehnder).



Figuur 21 Voorbeeld Zehnder systeemplan

We maken voor de Windesheim woning de keus voor een balansventilatie met een WTW-systeem (cat. D). Vervolgens maken we onderscheid tussen ruimtes waar (warme/vieze) lucht moet worden afgezogen en ruimtes waar (voorverwarmde) schone (frisse) lucht moet worden aangevoerd/ingeblazen.

<p>Afzuiging uit:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Keuken ○ Toilet ○ Badkamer ○ Sauna 	<p>Aanvoer naar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Woonkamer ○ Kantoor ○ Slaapkamers ○ Hal en overloop
---	---

Ventilatieberekening (Ventilatieland, 2021)

In het algemeen kunnen we de verschillende ruimtes verdelen in: verblijfsruimtes, toiletruimtes en badruimtes. Vanuit het bouwbesluit worden hier de volgende standaard ventilatie voor vermeld:

- Verblijfsruimtes $0,9 \text{ dm}^3/\text{s}$ per $\text{m}^2 = 3,24 \text{ m}^3/\text{h}$ per m^2 , met een minimale waarde van $25 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Toiletruimtes $7 \text{ dm}^3/\text{s} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Badruimtes $14 \text{ dm}^3/\text{s} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Verblijfsruimte met kooktoestel $21 \text{ dm}^3/\text{s} = 75 \text{ m}^3/\text{h}$.

We moeten eerst weten hoeveel verse lucht er nodig is. Als we lucht uitademen bevat die 100 x meer CO₂ dan de lucht die we inademen. Dus voor elke liter uitademen is 100 liter schone lucht nodig. Een volwassen persoon ademt ongeveer 12 x per minuut een 0,5 liter lucht in en uit.

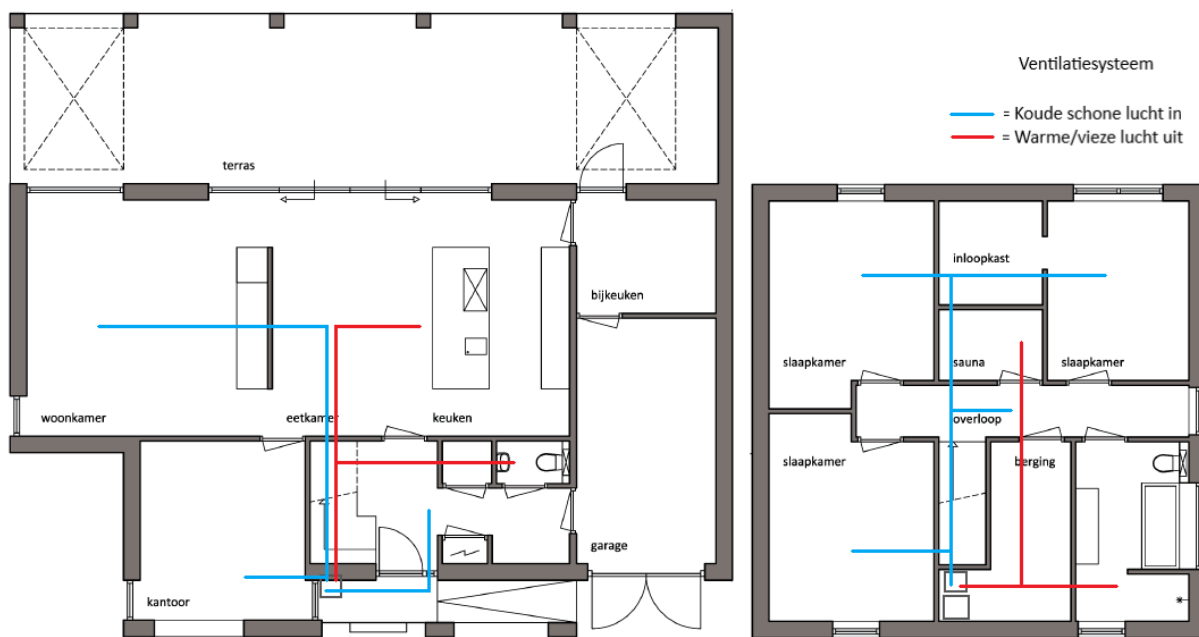
Hieruit volgt: $0,5 \cdot 12 \cdot 60 = 360 \text{ liter per uur}$.

De toevoer aan schone lucht is dan: $360 \cdot 100 = 36.000 \text{ l/u} = 3,6 \text{ m}^3/\text{uur}$ per persoon.

Het gaat hier natuurlijk om een theoretische waarde die verandert afhankelijk hoeveel personen er in een ruimte aanwezig zijn. Om dit eenvoudiger te maken wordt er gerekend met een ventilatievoud. Dit getal geeft aan hoeveel keer per uur de ruimte van verse lucht wordt voorzien. Een ruimte met een ventilatievoud van 3 geeft aan dat er 3 keer het volume (van deze ruimte) aan verse lucht wordt binnen geblazen. Op de websites van (Spirototaal, 2019) en (Atho, 2011) zijn verschillende tabellen te vinden waarin het ventilatievoud is aangegeven voor diverse ruimten (zie figuur 22). De waarde geeft aan hoeveel lucht er vervast moet worden per m^2 vloeroppervlak. Natuurlijk moet wel aan de minimaal voorgeschreven hoeveelheden uit het bouwbesluit worden voldaan omdat dit de basis is waaraan voldaan moet worden.

Omschrijving	Minimaal	Maximaal
Woonkamer*	3	5
Slaapkamers*	2	3
Eetkamers*	3	5
Hobbyruimten*	5	7
Keuken - min. 75,6m³/h	10	15
Toiletruimtes - min. 25,2 m³/h	3	5
Bad- en wasruimten - min. 50,4 m³/h	3	10
Kelderruimten	3	5
Andere kamers	2	3
Bijkeukens	8	10
Trappenhuis, hal, gang	1	2
Zolder en bergruimten	2	3

Figuur 22 Ventilatievold woningen op basis van richtlijn bouwbesluit



Figuur 23 Ventilatiesysteem Windesheimwoning



Figuur 24 Overstroom voorziening in ruimtes

Om ervoor te zorgen dat de schone (frisse) toegevoerde lucht van plek A naar B kan stromen is een overstrooming voorziening nodig. De lucht wordt gaat door middel van een onderdruk of overdruk van de ene ruimte naar de andere ruimte. Hiervoor wordt meestal een kier onder de deur gebruikt. Bij het maken van een berekening moet er altijd maximaal 55m³/h aan overstroom plaats moet kunnen vinden. In de meeste adviezen komt dan ook vaak een overstroomopening terug van 2 centimeter bij een deur van 90 centimeter breed.

Ventilatievoud Windesheimwoning						
Ruimte	minimaal	maximaal	Oppervlakte ruimte	Afzuiging minimaal	Afzuiging berekend	Afzuiging werkelijk
Keuken	10	15	20,00 m ²	75 m ³	200,00 m ³	200,00 m ³
Toilet	3	5	1,50 m ²	25 m ³	4,50 m ³	25,00 m ³
Badkamer	3	10	9,10 m ²	50 m ³	27,30 m ³	50,00 m ³
Sauna	3	10	3,10 m ²	50 m ³	9,30 m ³	50,00 m ³
Totaal				200 m ³	241,10 m ³	325,00 m ³

Tabel 6 Berekening afzuigcapaciteit Windesheimwoning

→ MINIMUM TOEVOER LUCHT

Vul alle leefruimtes in (woonkamer, slaapkamer, bureau en speelkamer). Het minimum te voorziene toevoerdebiet en, indien van toepassing, de minimum roosterlengte worden automatisch berekend.

Naam ruimte	Type ruimte	Oppervlakte (m ²)	Toevoer lucht (m ³ /h)	
Woonkamer + keuken	woonkamer	35	128,00	×
kantoor	slaap-, studeer- of speelkamer	12,25	43,20	×
Slaapkamer 1	slaap-, studeer- of speelkamer	16	57,60	×
Slaapkamer 2	slaap-, studeer- of speelkamer	14,8	50,40	×
Slaapkamer 3	slaap-, studeer- of speelkamer	14,5	50,40	×
	geen ruimte		0,00	×

← MINIMUM AFVOER LUCHT

Vul alle vochtige ruimtes in (keuken, badkamer, wasplaats en wc). Het minimum te voorziene afvoerdebiet en de minimum diameter van de afvoerbuis (enkel voor systeem A, voor systeem C en D mag de diameter vrij worden gekozen) worden automatisch berekend.

Naam ruimte	Type ruimte	Oppervlakte (m ²)	Afvoer lucht (m ³ /h)	
Keuken	open keuken	20	75,00	×
WC	wc	1,5	25,00	×
Badkamer	badkamer of wasplaats	9,1	50,00	×
Sauna	badkamer of wasplaats	3,1	50,00	×
	geen ruimte		0,00	×

DIMENSIONERING VENTILATIESYSTEEM

debiet unit m³/h

naam berekening

BEREKEN

Figuur 25 Minimale ventilatieberekening Vasco

Een berekening op de website van (Vasco, 2021), figuur 25, laat zien dat we, in de aangegeven ruimten, een totaal debiet van 327,60 m³/h toevoer nodig hebben om voldoende ventilatie te creëren bij de minimale afzuiging van 200 m³/h. De berekening uit tabel 6 sluit daar met 325 m³ volledig op aan.

De afzuigkap is hierin niet meegenomen, omdat dit nadelige gevolgen zou hebben voor het rendement. Het is beter om dit rechtstreeks naar buiten af te voeren of te voorzien van een recirculatiesysteem. Verder moet er natuurlijk nog rekening gehouden worden met de genoemde overstroom, maar ook met welke ventielen er gebruikt worden. Als laatste is het van belang dat een WTW-systeem ook 10-20% overcapaciteit heeft om niet altijd op het maximaal vermogen te hoeven functioneren. Dit kan een nadelige invloed hebben op teveel geluid, te hoog verbruik en de levensduur van de WTW. Dit betekent voor het door ons geadviseerde systeem in elk geval een maximale capaciteit moet kunnen halen van heeft van (325 m³ + 20% =) 390,0 m³/h.

We adviseren de DucoBox Energy Premium en het ventilatiekanalsysteem van Dyka Air te installeren (figuur 26). Met deze stilste WTW van Europa creëren we een goede ventilatie die ook nog de mogelijkheid biedt om 2 zones in te stellen, energiezuinig is en een capaciteit heeft tot 400 m². Daarnaast heeft Dyka Air als enige ventilatiekanalsysteem het DUBOkeur. Dit is een duurzaamheidskeur waarvoor uitsluitend het meest milieuvriendelijke product binnen een bepaalde toepassing in aanmerking komt. Er wordt beoordeeld op veel verschillende (milieu)aspecten, variërend van de bijdrage aan het broeikas-effect tot hergebruik of verwerking van het restmateriaal volgens de methode van de Levenscyclusanalyse (LCA). Dyka Air zorgt hiermee voor een zeer duurzaam product.



Figuur 26 Duco Box met Dyka Air ventilatiesysteem

4.6 Stuklijst met benodigde materialen riolering en waterleiding

Rioleringsinstallatie		Waterleidinginstallatie	
Naam	Aantal	Naam	Aantal
Pvc buis Ø110 (in meter)	7	Uponor MLC 14 x2	4,5 m
Pvc buis Ø75 (in meter)	2	Uponor MLC 16 x 2	7,5 m
Pvc buis Ø50 (in meter)	5	Uponor MLC 18 x 2	17,5 m
Pvc buis Ø40 (in meter)	2	Uponor MLC 20 x 2	8,5 m
Pvc T-stuk Ø110 /90°	1	Uponor MLC 25 x 2,5	4,5 m
Pvc bocht Ø110 / 90°	1	T-stuk MLC 18-18-14	1
Pvc T-stuk Ø110-75-110 /90°	1	T-stuk MLC 20-20-16	2
Pvc T-stuk Ø75 / 45°	2	T-stuk MLC 20-18-18	2
Pvc exc. verloop Ø 75 x 50 s/m	3	T-stuk MLC 20-20-20	2
Pvc bocht Ø75 /45° m/m	3	Geprefabriceerde montageplaat	2
Pvc bocht Ø75 /45° s/m	1	Muurplaat 14 x ½"	1
Pvc bocht Ø50 /45° m/m	4	Muurplaat 16 x ½"	4
Pvc bocht Ø50 /45° s /m	1	Muurplaat 18 x ½"	4
Pvc verloop Ø 50 x 40 s/m	1	Geberit inbouwreservoir	1
Pvc T-stuk Ø40 /90°	1	Closetpot	1
Pvc bocht Ø40 /90°	1	Ligbad 180x80 cm	1
Wastafel sifon	2	Thermostatische badmengkraan	1
Verloop manchet rubber Ø 40-32	2	Thermostatische douchemengkraan	1
Badsifon	1	Stortdouche + handdouche	1
Douchevloergoot	1	Badkamermeubel met wastafel	1
		Spiegel t.b.v. badkamermeubel	1
		Wastafelmengkraan	2
		Geberit inbouwreservoir	1

Tabel 7 Materiaallijst riolering- en waterleidinginstallatie

Ventilatie installatie systeem			
Naam	Aantal	Naam	Aantal
DucoBox energy premium	1	Muurrooster (toevoerkanaal)	1
Geïsoleerde ventilatie dak doorvoer WTW (systeem D)	1	Geïsoleerde WTW buis met mof	0,5m
Dakplaat 205 WTW	1	Geïsoleerde WTW bocht mof/spie 90°	1
Afzuigingcircuit		Aanvoercircuit	
Naam	Aantal	Naam	Aantal
Dyka Air bocht Ø 160mm 45°	1	Dyka Air bocht Ø 160mm 45°	3
Dyka Air Akoestisch geïsoleerde slang	1	Dyka Air Akoestisch geïsoleerde slang	2
Dyka Air T-stuk Ø 160mm	1	Dyka Air buis Ø 160mm	3m
Dyka Air buis Ø 160mm	3m	Dyka Air lepe bocht Ø 160mm /195mm ovaal	2
Dyka Air lepe bocht Ø 160mm /235 ovaal	2	Dyka Air ovaal kanaal 195mm	26m
Dyka Air ovaal kanaal 235mm	8,5	Dyka Air T-stuk 195-195-195	5
Dyka Air ovaal kanaal 195mm	12,5m	Dyka Air 195 mm lepe bocht eindstuk mof Ø 125mm	7
Dyka Air T-stuk 235-195-235	1	Dyka Air ventiel Ø 125mm	7
Dyka Air T-stuk 195-195-195	1		
Dyka Air 235 mm lepe bocht eindstuk mof Ø 125mm	1		
Dyka Air 195 mm lepe bocht eindstuk mof Ø 125mm	3		
Dyka Air ventiel Ø 125mm	3		

Tabel 8 Materiaallijst ventilatiesysteem

5. Warmte technische installaties

Stap 1: bepalen van de R-waarde in de huidige woningbouw:

In het bouwbesluit staan verschillende R-waarden opgenomen. Een R-waarde is de waarde waarin staat omschreven hoeveel warmte een woning verliest. Des te hoger de R-waarde, hoe hoger de mate van isolatie. Momenteel staat de R-waarde van een woning uit het bouwbesluit rond 3,5 m² K/W. In het nieuwe bouwbesluit staat opgenomen dat de R-waarde van minimaal 3,5 m² K/W, bij daken 6 m² K/W en bij gevels 4,5 m² K/W een harde eis is geworden. In onderstaande tabel zijn die isolatiewaarden te vinden waar een woning aan moet voldoen om bepaalde subsidies (Subsidiesisolatie, 2021) te krijgen.

Isolatiemaatregel	Isolatiewaarde
Spouwmuur	minimale Rd-waarde 1,1 [m ² K/W]
Dak	minimale Rd-waarde 3,5 [m ² K/W]
Zolder- of vlieringvloer	minimale Rd-waarde 3,5 [m ² K/W]
Gevel	minimale Rd-waarde 3,5 [m ² K/W]
Vloer	minimale Rd-waarde 3,5 [m ² K/W]
Bodem (eventueel gecombineerd met vloerisolatie)	minimale Rd-waarde 3,5 [m ² K/W]
HR++ glas	maximale U-waarde 1,2 [W/m ² K]
Triple-glas gecombineerd met (nieuw) isolerend kozijn	Triple-glas: maximale U-waarde 0,7 [W/m ² K] Kozijnen: maximale U-waarde 1,5 [W/m ² K]
Panelen in combinatie met HR ++ glas	maximale U-waarde 1,2 [W/m ² K]
Panelen in combinatie met triple-glas	maximale U-waarde 0,7 [W/m ² K]

Figuur 27 Isolatiewaarden voor subsidiebepaling

Isolatiemaatregel	Vrijstaande woning	Hoekwoning/ 2 onder 1 kap	Tussenwoning	Etagewoning	Subsidie per m ²
Spouwmuur	50 m ²	33 m ²	15 m ²	13 m ²	€ 5
Dak	57 m ²	38 m ²	31 m ²	15 m ²	€ 20
Zolder of vlieringvloer	57 m ²	38 m ²	31 m ²	15 m ²	€ 5
Gevel	55 m ²	40 m ²	18 m ²	13 m ²	€ 25
Vloer	44 m ²	32 m ²	27 m ²	20 m ²	€ 7
Bodem	44 m ²	32 m ²	27 m ²	20 m ²	€ 4
HR++glas	15 m ²	12 m ²	10 m ²	8 m ²	€ 35
Triple glas met (isoleren kozijn)	15 m ²	12 m ²	10 m ²	8 m ²	€ 100
Panelen met (HR++glas)	15 m ²	12 m ²	10 m ²	8 m ²	€ 15
Panelen met (Triple glas en isolerend kozijn)	15 m ²	12 m ²	10 m ²	8 m ²	€ 75

Figuur 28 Subsidie bedragen per isolatiemaatregel en woningtype

5.1 Een transmissie berekening van de woonkamer en de keuken.

De transmissieberekening kan op verschillende manieren worden gedaan. De vuistregelmethode, de buitenschilmethode en een exacte transmissieberekening middels software. Deze software van bijvoorbeeld VABI hebben wij verkregen, maar helaas is het niet gelukt om er achter te komen hoe dit precies werkt. Hier hadden we ons graag in verdiept.

Uiteindelijk zijn we uitgekomen bij een onlinecalculator (Bouw-energie, 2021) waar we alle, voor ons bekende, informatie in hebben gezet om de berekeningen te maken.

Voor de woning willen we een gemiddelde temperatuur bereiken van 20 C°, en dit willen we kunnen bereiken bij een buitentemperatuur van -20 C°.

In onderstaande afbeeldingen staan de uitgerekenende gegevens weergegeven.



Figuur 29 Warmteberekening woning

VENTILATIE EN LUCHTDICHTHEID

luchtdichtheid

normale luchtdichtheid

Onderdeel	Mark	Type
ventilatiesysteem	standaard systeem	systeem D

KLIMATOLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN

% gebouw dat verwarmd moet worden

80

%

gewenste binnentemperatuur

20

°C

koudste buitentemperatuur

-20

°C

UITKOMST VERWARMINGSVRAAG

verwarmingsvraag

8.73

kW

transmissieverlies

5.19

kW

ventilatieverlies

1.75

kW

opwarmen thermische massa

1.78

kW

netto energiebehoefte

8.73

kW

Figuur 30 Verwarmingsvraag woning

In onderstaande afbeeldingen zijn de waarden voor de woonkamer en keuken ingevuld.

bouw-energie

RAPPORT

WARMTEVERLIESBEREKENING

SIMULATIE VERWARMINGSVERMOGEN

De onderstaande simulatie werd aangemaakt op bouw-energie.be. De simulatie berekent het verwarmingsvermogen dat de ketel moet kunnen leveren om het gebouw op te warmen.

OPBOUW GEBOUW

opbouw muren

traditioneel

gelijkvloers, oppervlakte vloer [A]

57,5

m²

gelijkvloers, oppervlakte plat dak [B]

12

m²

verdieping 1, oppervlakte vloer [C]

0

m²

verdieping 1, oppervlakte plat dak [D]

0

m²

verdieping 2, oppervlakte vloer [E]

0

m²

verdieping 2, oppervlakte plat dak [F]

0

m²

% muur grenzend aan buitenomgeving

50

%

% vloer grenzend aan kelder [G]

0

%

% ingegraven muur (= muur onder grond)

0

%

report_td_hellend_dak

nee

garagepoort aanwezig

nee

ISOLATIE

Schilddeel	Mark	Type	?-waarde (W/mK)	Dikte (m)
buitenmuur (bouwblok)	standaard materialen	sneibouw (standaard)	0.4500	0.140
buitenmuur (isolatie)	standaard materialen	PUR	0.0280	0.140
plat dak	standaard materialen	PUR	0.0280	0.160
vloer boven grond	standaard materialen	PUR	0.0280	0.100

Figuur 31a Transmissieverlies en verwarmingsvraag kamer + keuken

VENTILATIE EN LUCHTDICHTHEID			
luchtdichtheid		normale luchtdichtheid	
Onderdeel	Merk	Type	
ventilatiesysteem	standaard systeem	systeem D	

KLIMATOLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN			
% gebouw dat verwarmd moet worden		80	%
gewenste binnentemperatuur		20	°C
koudste buitentemperatuur		-20	°C

UITKOMST VERWARMINGSVRAAG			
verwarmingsvraag		3.95	kW
transmissieverlies		2.64	kW
ventilatieverlies		0.81	kW
opwarmen thermische massa		0.51	kW
netto energiebehoefte		3.95	kW

Figuur 31b Transmissieverlies en verwarmingsvraag kamer + keuken

Voor de woonkamer en keuken komen we dus uit op een transmissieverlies van 2.64 kW, en een netto energiebehoefte van 3,95 kW.

5.2 Het maken van een selectie van de vloerverwarming

Op basis hiervan kunnen we de hart op hart afstand van de vloerverwarming bepalen en het aantal meters buis berekenen. Met een ruimtetemperatuur van 22 graden hebben we met buis 16 x 2 het volgende nodig: $3.950 : 57,5 = 68,7 \text{ W/m}^2$.

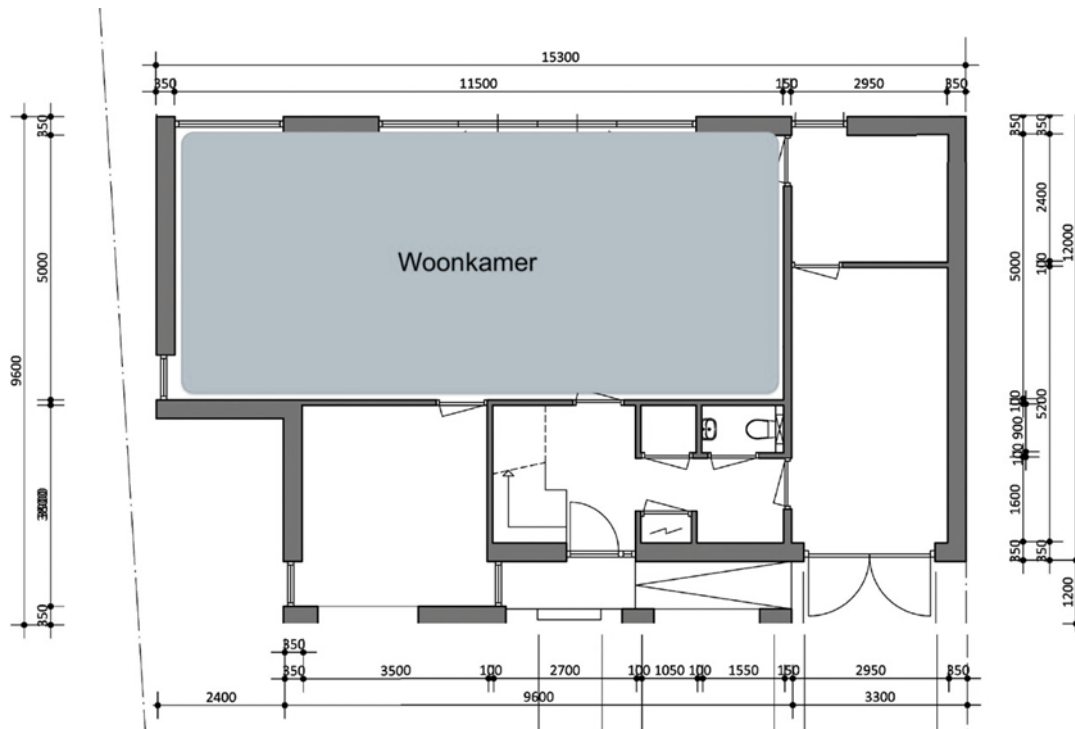
Als we kijken naar onderstaande tabel, betekend dit dat we met een temperatuur van 35°C, en een h-o-h afstand van 100 mm, dit zouden moeten redden. Deze berekeningen zijn allemaal uitgevoerd bij een buitentemperatuur van -20°C, en hier zou de watertemperatuur dus 35°C moeten zijn, maar onder "normale" weersomstandigheden zou een watertemperatuur van 30°C volstaan.

Diffusiedichte kunststof vloerverwarmingleiding ø16 x 2 mm inwendig 12 mm					
Gemiddelde Watertemperatuur in °C (medium 100% water)	Ruimte Temperatuur in °C	Warmte-afgifte vloerverwarming in Watt/m² vloeroppervlak Hart op hart van de buisafstand h.o.h. in (mm)			
		50	100	150	200
30	15	91	78	63	53
30	18	81	69	56	48
30	20	74	64	51	43
30	22	67	58	48	40
30	24	64	54	43	35
35	15	143	123	106	92
35	18	122	105	90	79
35	20	107	92	80	69
35	22	93	80	69	60
35	24	79	67	59	51

Figuur 32 Vloerverwarmingsleiding

5.3 Een tekening van de centrale verwarmingsinstallatie

Een bekende vuistregel (wanneer we uitgaan van hoofdverwarming) is dat één groep gemiddeld ongeveer een oppervlak van 10 m² kan verwarmen. Hierbij dient een hart-op-hart maat van 100mm aangehouden te worden (VloerVerwarmingDirect.nl, 2017). De woonkamer (inclusief keuken) in onze woning is zeer goed geïsoleerd en voorzien van triple glas. De ruimte is 5 meter breed en 11,5 meter lang, dit geeft een totaal oppervlak van 57,5 m².



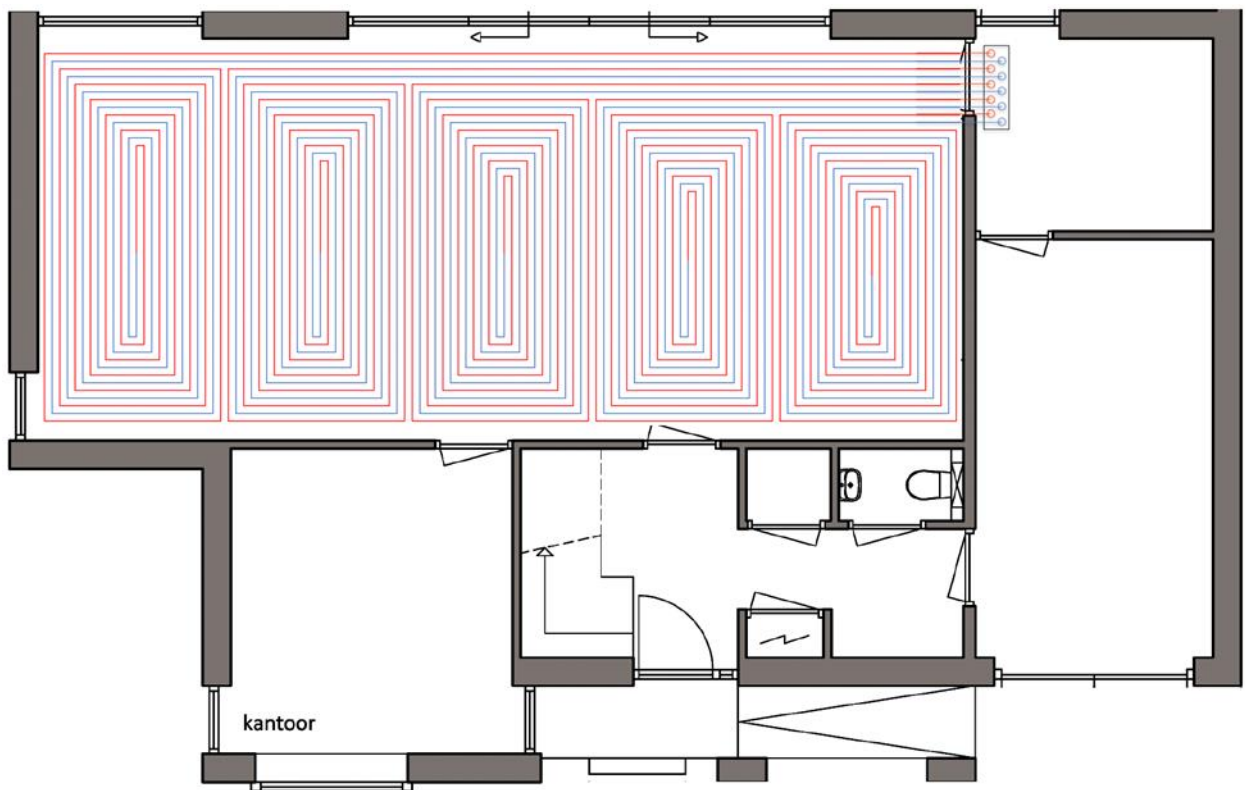
Figuur 33 Plattegrond begane grond woning

De leidingen van de vloerverwarming worden gelegd met een hart-op-hart maat van 100mm en we hebben ervoor gekozen om vijf groepen aan te leggen met een leidingdiameter Ø 16mm (inwendig 12mm). We hebben ervoor gekozen om deze te leggen volgens het slakkenhuis principe. De heen- en retourleidingen lopen hierbij langs elkaar, wat zorgt voor een gelijkmatigere warmteverdeling. De aanvoerleidingen lopen als eerst langs de buiten muren en ramen van de woning.

Voor het berekenen van de totale lengte aan leidingen hanteren we een vuistregel die algemeen toegepast wordt:

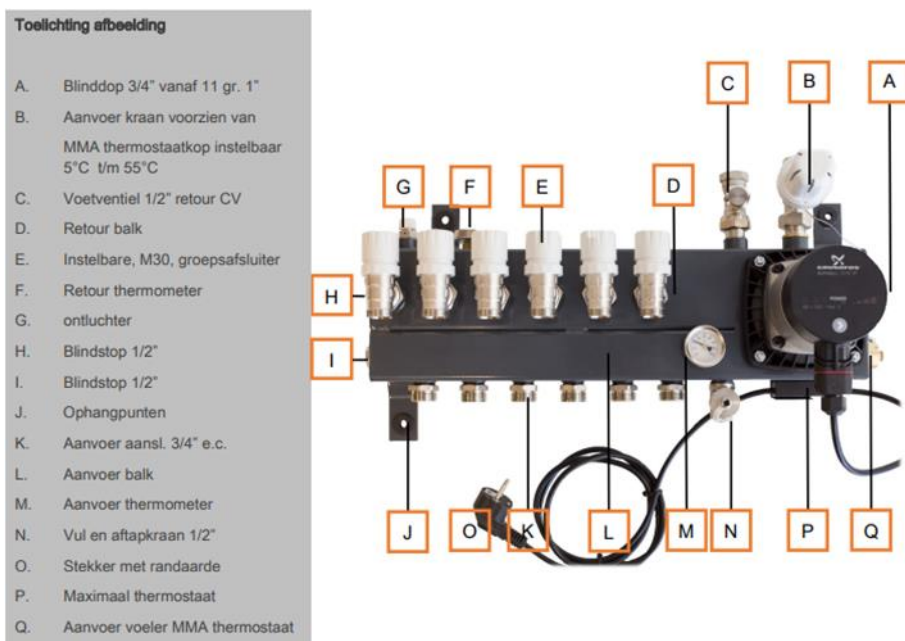
Wanneer de vloerverwarming dient als hoofdverwarming moeten de buizen dicht bij elkaar worden geplaatst, met een afstand van zo'n 10 centimeter tussen de buizen. Dat betekent dat u zo'n 10 meter buis per vierkante meter moet rekenen. (VloerVerwarmingDirect.nl, 2017)

Dit betekent dat er bij de gemaakte keuze voor de woonkamer + keuken, 10 meter x 57,5 m² = 575 meter leiding nodig is.



Figuur 34 Vloerverwarming simulatie in woonkamer/keuken

De vijf groepen worden verbonden aan een VTE 5-groeps verdeler, voorzien van een Grundfos UPM3 circulatiepomp met energielabel A (variabel opgenomen vermogen van 2 tot 52 Watt).



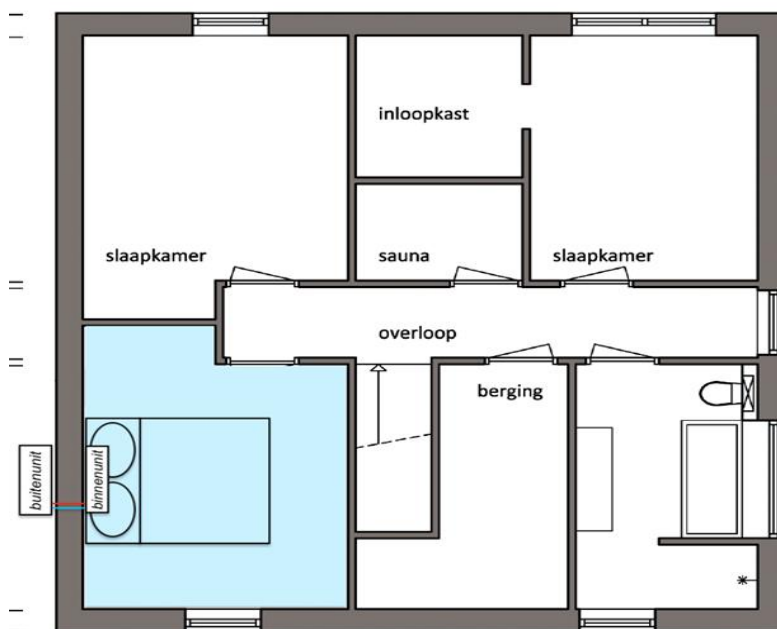
Figuur 35 Verdeler inrichting met pomp (Technim)

5.4 Stuklijst met benodigde materialen

Aantal	Onderdeel	Prijs in €
1	PE-RT vloerverwarmingsleiding diffusiedicht Type 2 (500 meter op rol)	359,00
1	PE-RT vloerverwarmingsleiding diffusiedicht Type 2 (90 meter op rol)	64,60
1	VTE 5-groeps verdeler met A-label pomp	341,25
10	Aansluitkoppeling ($\frac{3}{4}$ x 16x2)	99,50
1	Randisolatie (rol van 25 meter)	11,70
60	Noppenplaat 29mm met isolatie (100x100 cm)	858,00
	Totaal	1434,05

6. Koude technische installaties

6.1 Een airco-installatie in de slaapkamer



Figuur 36 Plattegrond van slaapkamer met binnen- en buitenunit

6.2 Een koellast berekening van de slaapkamer

Voor de koellastberekening (Airco & CV) hebben we de inhoud van een slaapkamer nodig. De oppervlakte van de slaapkamer die we willen gaan berekenen is $14,35\text{m}^2$. Deze moet vermenigvuldigd worden met de hoogte, die helaas nergens terug te vinden is. We nemen voor de hoogte een “standaard” afmeting: 2,60 m. De inhoud is dus: $14,35\text{ m}^2 \times 2,60\text{ m} = 37,31\text{m}^3$

Toelichting:

- **Factor 30:** De ruimte is goed geïsoleerd, weinig ramen, geen plat of schuin dak.
- **Factor 40:** Deze ruimtes zijn minder goed geïsoleerd, veel glasoppervlakte.
- **Factor 50:** Deze ruimtes hebben een extreem hoge warmtelast.
Bijvoorbeeld: plat of schuin dak, slechte isolatie, ruimtes waar veel mensen verblijven en/of veel elektronische apparatuur opgesteld staat.

Figuur 37 Factor voor koelvermogen in Watt per kubieke meter

Ons huis is goed geïsoleerd, maar deze kamer bevindt zich onder een plat dak, dus gaan we uit van factor 40. Uiteindelijk hebben we dus: $37.31 \text{ m}^3 \times 40 \text{ W/m}^3 = 1492,4 \text{ W}$

Hierbij vonden wij het interessant wat het verschil in W is tussen energiebehoefte tussen een warmte en koude installatie. Hiervoor moesten we eerst de warmteverliesberekening van dezelfde slaapkamer berekenen:

Voor de slaapkamer willen we een temperatuur van 20 C° berekenen.

OPBOUW GEBOUW

opbouw muren ? traditioneel

gelijkvloers, oppervlakte vloer [A] ?	0	m ²
gelijkvloers, oppervlakte plat dak [B] ?	0	m ²
verdieping 1, oppervlakte vloer [C] ?	0	m ²
verdieping 1, oppervlakte plat dak [D] ?	0	m ²
verdieping 2, oppervlakte vloer [E] ?	14,35	m ²
verdieping 2, oppervlakte plat dak [F] ?	14,35	m ²
% muur grenzend aan buitenomgeving ?	50	%
% vloer grenzend aan kelder [G] ?	0	%
% ingegraven muur (= muur onder grond) ?	0	%
hellend dak aanwezig, isolatie ?	<input type="checkbox"/>	tussen houten balken
garagepoort aanwezig ?	<input type="checkbox"/>	niet-geïsoleerde poort

The diagram on the right shows a cross-section of a house with labels: A (ground floor area), B (roof area), C (first floor area), D (roof area), E (second floor area), F (roof area), and G (basement area).

Figuur 38 Opbouw gebouwsituatie

KLIMATOLOGISCHE OMSTANDIGHEDEN

% gebouw dat verwarmd moet worden ?	80	%
gewenste binnentemperatuur ?	20	°C
koudste buitentemperatuur ?	-20	°C

Figuur 39 Klimaat instellingen

UITKOMST VERWARMINGSVRAAG

verwarmingsvraag ?	1.79	kW
transmissieverlies ?	1.42	kW
ventilatieverlies ?	0.25	kW
opwarmen thermische massa ?	0.13	kW
netto energiebehoefte ?	1.79	kW

Figuur 40 Netto energiebehoefte

Het verschil is dus niet groot, zeker als je nagaat dat de berekening voor de verwarmingsvraag is gemaakt bij een buitentemperatuur van -20 C° .

6.3 Het maken van een selectie van de units

We hebben gekozen voor een moderne airco-installatie. De LG Dualcool Prestige FG09MT heeft een vermogen van 2,5 kW en heeft als voordeel dat hij energiezuinig is (A++) en een zeer lage geluidsproductie heeft, namelijk maar 20 dB. De binnen-unit is voorzien van Wifi, waardoor bediening op afstand eenvoudig realiseerbaar is.

De installatie van de airco vereist een monteur met het STEK-persoonscertificaat f-gassen op zak. De installatie is werkzaam op het R32 koudemiddel.

Een bijkomend voordeel is dat de fabrikant 10 jaar garantie levert op het product, wat gunstig is voor het lange termijn gebruik.

LG Dualcool Prestige airco 2,5kW best getest/F09MT.NSM



Figuur 41 LG Dualcool Prestige binnen- en buitenunit

7. Energieprestaties BENG

“Voor alle nieuwbouw, zowel woningbouw als utiliteitsbouw, geldt dat de vergunningaanvragen vanaf 1 januari 2021 moeten voldoen aan de eisen voor ‘Bijna Energie neutrale Gebouwen’ (BENG). Die eisen vloeien voort uit het Energieakkoord voor duurzame groei en uit de Europese Energy Performance of Buildings Directive (EPBD).” (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2021)

Het doel van en eisen voor BENG:

- BENG-1 – Terugbrengen van de energiebehoefte van gebouwen
 - In kWh per m2 gebruiksoppervlak per jaar (kWh/m2.jr)
 - Kijkend naar de vorm en ligging van het geplande gebouw en de optimale kwaliteit van de schil: verhouding glas/gevel, mate van isolatie, kierdichting, koudebruggen.
- BENG-2 – Beperken van het fossiel energiegebruik
 - Eveneens in kWh per m2 gebruiksoppervlak per jaar (kWh/m2.jr)
 - Het primair fossiel energieverbruik is een optelsom van het primair energiegebruik voor verwarming, koeling, warmtapwaterbereiding en ventilatoren. De opgewekte energie van PV-panelen of andere hernieuwbare energiebronnen worden van het primair fossiel energieverbruik afgetrokken.
- BENG-3 – Benutten van hernieuwbare energie
 - het minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten (%)
 - afkomstig van zon, biomassa, buitenlucht en bodem

TO juli:

“Het risico van te hoge temperaturen wordt voor een verblijfsobject per rekenzone en per oriëntatie bepaald (TO juli-indicator, volgt automatisch uit de rekensoftware). De toetsing aan de TO juli-eis voor nieuwe woningen is alleen nodig voor rekenzones waarin geen actief koelsysteem aanwezig is. In het Bouwbesluit staan voor deze rekenzones grenswaarden voor de TO juli-indicator. Rekenzones waarin geen actief koelsysteem is aangebracht, moeten aan dit criterium voldoen (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2021).”

Definitieve BENG-eisen

Onderstaand een print screen van de definitieve BENG-eisen. (drs. Ollongren, 2019)

Bijlage 3: de definitieve BENG-eisen				Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties DGBRW BenE
				Datum 7 juni 2019
				Kenmerk 00000310705
Gebruiksfunctie	Energiebehoefte (BENG 1) [kWh/m2.jr]	Primair fossiel energiegebruik (BENG 2) [kWh/m2.jr]	Aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) [%]	
Woonfunctie				
a. woongebouw (1)	Indien $A_{Is}/A_g \leq 1,83$ BENG 1 ≤ 65	≤ 50	≥ 40	
	Indien $1,83 < A_{Is}/A_g \leq 3,0$ BENG 1 $\leq 55 + 30$ * $(A_{Is}/A_g - 1,5)$			
	Indien $A_{Is}/A_g > 3,0$ BENG 1 $\leq 100 + 50$ * $(A_{Is}/A_g - 3,0)$			

Figuur 42 Definitieve Beng eisen Ministerie van Binnenlandse zaken

7.1 Een naar eigen inzicht technisch advies om de BENG-norm te halen

Om voor onze woning te bepalen of wij aan de BENG-norm voldoen, hebben we de woning doorgerekend met het online rekenprogramma 'Uniec3' (Uniec3, 2021).

In dit programma moeten de onderstaande items ingevuld worden:

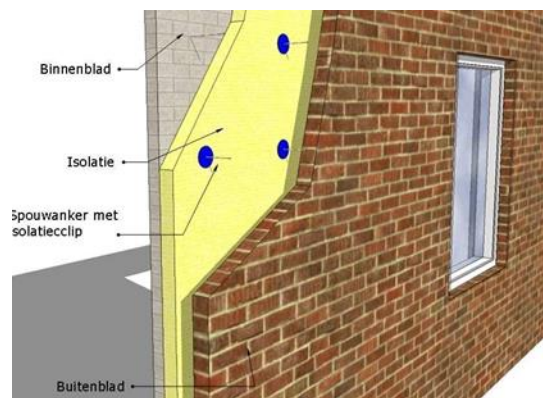
1. Algemene gegevens
2. Bouwkundige bibliotheek
3. Indeling gebouw
4. Luchtdoorlaten
5. Installaties

Om een start te maken zijn we begonnen om onze woning 'ouderwets' vorm te geven. Dat wil zeggen: we maken geen gebruik van duurzame energieopwekking, laten alles natuurlijk ventileren, plaatsen overal HR++ beglazing en gebruiken overal 130mm isolatie.

De isolatiedikte hebben we bepaald aan de hand van de muurdikte van 350mm (tekeningen woning).

- 100mm baksteen binnenblad
- 130mm isolatie
- 20mm luchtsponw
- 100mm baksteen buitenblad

Voor het gemak hebben we de isolatie van de vloer en het dak ook 130mm aangehouden.



Figuur 43 Opbouw isolatie in de spouw

Vervolgens hebben we de items van het Uniec3 programma ingevuld. Hieronder een (korte) omschrijving van de ingevulde gegevens.

1. Algemene gegevens

Omschrijving: Windesheimproject (zonder iets)
 Plaats: Zwolle
 Type gebouw: Grondgebonden woning
 Soort bouw: Nieuwbouw
 Bouwjaar: 2021
 Eigendom: Koop
 Opname: Detailopname
 Datum berekening: 02-12-2021

2. Bouwkundige bibliotheek

Onderstaande isolatiewaarden worden berekend aan de hand van 130mm isolatie. Opvallend is het dat we niet het type isolatie kunnen definiëren.

Vul in onderstaande tabellen alle constructie types die in het project gebruikt worden in.

Definieer dichte constructies (vloeren, gevels, daken, panelen)				dichte constructie toevoegen	
dichte constructie	vlak	methodiek	omschrijving	R_c [m^2K/W]	
BG vloer	vloer	beslisschema	130 mm isolatiedikte	3,04	
Spouwmuur	gevel	beslisschema	130 mm isolatiedikte	3,25	
Plat dak	dak	beslisschema	130 mm isolatiedikte	3,11	

Figuur 44 Uniec3 bouwkundige bibliotheek dichte constructies

We maken gebruik van HR++ beglazing met houten kozijnen en geïsoleerde deuren. De oppervlaktes zijn berekend uit de beschikbaar gestelde bouwtekeningen van de woning.

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)						transparante constructie toevoegen +	
transparante constructie	type	methodiek	type kozijn	omschrijving	U_w / U_o [W/m²K]	$E_{glt,n}$	A [m²]
== voor-achterdeur	deur	beslisschema	n.v.t.	geïsoleerde deur; grenzend aan bui...	2,0	0,00	2,20
== garagedeur	deur	beslisschema	n.v.t.	geïsoleerde deur; grenzend aan bui...	2,0	0,00	6,50
== Raam smal/verd.hoog	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	HR++ glas	1,8	0,60	2,55
== Raam smal (verdieping)	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	HR++ glas	1,8	0,60	1,70
== Raam breed/verd. hoog	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	HR++ glas	1,8	0,60	6,30
== schuifpui ri. terras BG	raam	beslisschema	hout / kunststof; grenzend aan buiten	HR++ glas	1,8	0,60	15,00

Figuur 45 Uniec3 bouwkundige bibliotheek transparante constructies

3. Indeling gebouw

Vervolgens is het gebouw verdeeld in twee rekenzones en zijn de gebruiksoppervlakken gedefinieerd. De inpandige garage is daarin ook meegenomen.

Definieer zones				zone toevoegen
type zone	omschrijving	bouwwijze	n _{bouwlaag}	
rekenzone	beganegrond	dragend metselwerk met massieve betonnen vloeren	1	
rekenzone	verdieping	dragend metselwerk met massieve betonnen vloeren	2	
Definieer woning				
omschrijving	type woning	rekenzone	A _g [m²]	
windesheim woning	vrijstaand plat dak	beganegrond	108,00	
		verdieping	79,00	

Figuur 46 Uniec3 gebouwindeling woning

In onderstaande afbeelding is te zien hoe de scheidingsconstructies zijn gedefinieerd. De oriëntatie is daarbij van belang en de oppervlaktes van de gevels. We hebben een gevelhoogte aangehouden van 3 meter. Dit was niet aangegeven in de bouwtekeningen, maar dat vonden we een mooie hoogte.

Definieer scheidingsconstructies						constructie toevoegen +	
constructie	vlak	begrenzing	L [m]	B [m]	A [m²]	helling [°]	
== BG vloer	vloer	op/boven mv; boven kruipruimte, in...	- vul in -	- vul in -	108,00	n.v.t.	
== Voorgevel	gevel	buitenlucht, N	3,00	15,30	45,90	90	
== L zijgevel	gevel	buitenlucht, O	3,00	9,60	28,80	90	
== Achtergevel	gevel	buitenlucht, Z	3,00	15,30	45,90	90	
== R zijgevel	gevel	buitenlucht, W	3,00	9,60	28,80	90	
== Plat dak BG	dak	buitenlucht; HOR	- vul in -	- vul in -	29,00	n.v.t.	

Figuur 47 Uniec3 scheidingsconstructies woning

Daarna moeten alle gevels gedefinieerd worden. In onderstaand voorbeeld is alleen de achtergevel weergegeven. De oppervlakte en de Rc waarde komen hier in terug en we hebben aangegeven welke ramen/deuren er inzitten, eventuele overstek en dat er geen zonwering aanwezig is (belangrijk voor de zoninval TO-Juli).

Achtergevel - buitenlucht, Z - 45,90 m² - 90°

Geometrie dichte constructie		dichte constructie toevoegen +				
dichte constructie	opmerking	oppervlakte [m ²]				
Spouwmuur (R _c = 3,25)		22,40				

Geometrie transparante constructies (ramen en deuren)		transparante constructie toevoegen				
transparante constructie	opmerking	aantal	oppervlakte [m ²]	beschaduwing	zonwering	zomernachtventilatie
Raam breed/verd. hoog (U = 1,8 / g _{gl} = 0,60)		1	6,30	constante overstek	geen zonwering	niet aanwezig
schuifpui ri. terras BG (U = 1,8 / g _{gl} = 0,60)		1	15,00	constante overstek	geen zonwering	niet aanwezig
voor- achterdeur (U = 2,0 / g _{gl} = 0,00)		1	2,20	n.v.t.	geen zonwering	niet aanwezig

Raam breed/verd. hoog (U = 1,8 / g _{gl} = 0,60)	1	6,30	constante overstek	geen zonwering	niet aanwezig
--	---	------	--------------------	----------------	---------------

Beschaduwing

Constante overstek

afstand [m]
3,60 m

hoogte [m]
1,25 m

overstekhoek [°]
19 °

Figuur 48 Uniec3 Geometrie van de constructies

4. Luchtdoorlaten

We hebben een gebouwhoogte ingevoerd van 6 meter. Geen meetwaarden voor infiltratie ingevoerd en alle parameters verder op standaardwaarden laten staan.

Luchtdoorlaten

Infiltratie

buitenwerkse gebouwhoogte [m]
6,00 m

invoer infiltratie
geen meetwaarde voor infiltratie

Definieer infiltratie

gebouw	Q _{V,10,leak,ref} [dm ³ /s per m ² gebruiksoppervlak]
gebouw	0,69

Verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht

invoer verticale leidingen in directe verbinding met buitenlucht
verticale leidingen door thermische schil onbekend

Figuur 49 Uniec3 Luchtdoorlaten van de woning

5. Installaties

Voor de installaties is alleen een 'Intergas Xtreme 36' geplaatst die gebruikt wordt voor verwarming van de woning middels radiatoren onder alle ramen (zonder stralingsbescherming) en de verwarming van tapwater (zonder WTW installatie). Ventileren doen we middels ventilatieroosters (A1) zonder voorverwarming. En we hebben geen PV-panelen geplaatst.

Figuur 50 Uniec3 Installaties in de woning

7.1.1 Eindberekening 'Windesheimwoning (zonder iets)'

Als we de woning met deze gegevens laten doorrekenen, komen we uit op een energielabel A. op zich goed zou je denken, maar in onderstaand resultaat valt te zien dat we:

1. Meer energiebehoefte hebben dan geëist vanuit de BENG-norm
2. Veel meer primaire fossiele energie verbruiken (gas)
3. Het aandeel hernieuwbare energie 0% is.

We blijven alleen binnen de norm van de temperatuuroverschrijding. Dit is te verklaren doordat de grote oppervlakten van de ruiten op de zuidkant beschermd worden voor instraling door het overstek.

Energieprestatie				
indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{WeH+Cnd;ventsys=C1}$	81,90 kWh/m ²	96,39 kWh/m ²	✗
primaire fossiele energie	E_{WePTot}	30,00 kWh/m ²	144,32 kWh/m ²	✗
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	0,0 %	✗
hernieuwbare energie indicator	$E_{WePREnTot}$		0 kWh/m ²	
temperatuuroverschrijding	$TO_{Julicmax}$	1,20	1,06	✓
energielabel			A	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{Hnd;net}$		102,94 kWh/m ²	

Figuur 51 Uniec3 Energieprestatie 1 van de woning

Plan van aanpak

Om de energiebehoefte te reduceren gaan we ons eerst richten op (BENG1) het isoleren van de thermische schil.

Nieuwe eisen m.b.t. de Rc-waarden

“Een andere verandering met de komst van BENG is de berekeningsmethodiek. In plaats van de NEN 1068 wordt nu de NTA 8800 gehanteerd. Bij de berekening van de Rc-waarde werd in de NEN 1068 gerekend met een correctiefactor voor bouwkwaliteit van 2 of 5%. In de NTA 8800 vervalt deze correctiefactor. Dit betekent dat bij gelijkblijvende isolatiediktes de haalbare Rc-waarde dan 2 of 5% hoger is. Dit zou andersom ook kunnen betekenen dat er dunner geïsoleerd zou kunnen gaan worden om aan de Rc-waarden van 3,5 (vloer), 4.0 (gevel) en 6.0 (dak) te voldoen. Dus effectief zouden we dan een stapje achteruit hebben gezet. Om dit te voorkomen is vanaf 1-1-2021 de volgende verhoogde Rc-waarde eis opgenomen: (Isobouw, 2021)”

Nieuwbouw:

- 3,7 m².K/W voor de vloer
- 4,7 m².K/W voor de gevel
- 6,3 m².K/W voor het dak.

7.1.2 Eindberekening ‘Windesheimwoning (isoleren)’

Voor deze berekening hebben we onderstaande isolatiewaarden aangegeven (volgens de laatste norm) en hebben we gebruik gemaakt van triple glas.

- 3,7 m².K/W voor de vloer
- 4,7 m².K/W voor de gevel
- 6,3 m².K/W voor het dak.

Onderstaand de nieuwe doorrekening. We zijn door het isoleren van een energiebehoefte van 96,39 naar 86,88 kWh/M² gezakt. Een mooie besparing, maar nog niet binnen de gestelde norm. Dit zal te maken hebben met de verhouding van het glasoppervlak in de gevels. Glas isoleert minder dan de gevel ondanks het gebruik van triple glas. Tegelijkertijd hebben we door het gebruik van triple glas een lagere TO-Juli (van 1,06 naar 0,84).

Energieprestatie				
indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{WH+C;nd;ventsys=C1}$	81,90 kWh/m ²	86,88 kWh/m ²	✗
primaire fossiele energie	E_{WEpTot}	30,00 kWh/m ²	133,78 kWh/m ²	✗
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	0,0 %	✗
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePrenTot}$		0 kWh/m ²	
temperatuuroverschrijding	$TO_{Jul;max}$	1,20	0,84	✓
energielabel			A	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{H;nd;net}$		94,24 kWh/m ²	

Figuur 52 Uniec3 Energieprestatie 2 van de woning

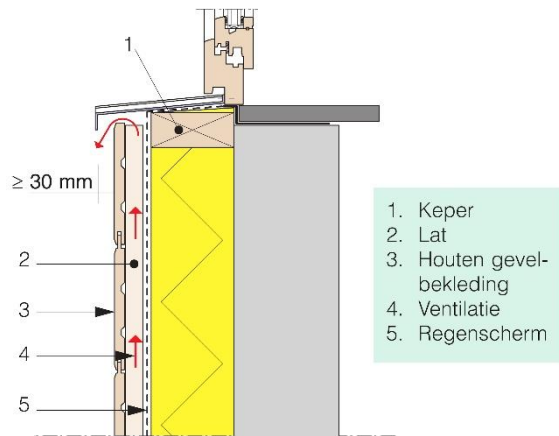
Plan van aanpak

Om de energiebehoefte nog meer te reduceren gaan we beter isoleren dan de norm voorschrijft. We gaan de gevel op een andere manier opbouwen.

7.1.3 Eindberekening 'Windesheimwoning (isoleren+)'

Waar we eerst uitgingen van gemetselde binnen-buitenblad met isolatie ertussen maken we onze constructie nu van een (gewapend) betonnen binnenmuur bekleed met Pir-isolatieplaten, een ventilatieruimte en houten gevelbekleding.

- 100mm beton
- 200mm PIR
- 30mm luchtspouw
- 20mm houten gevelbekleding



Figuur 53 Gevelaanzicht beton met PIR-isolatieplaten

Hiervan gaan we zelf de R_c waarde berekenen.

$$R_c = R_{\text{betonmuur}} + R_{\text{isolatie}} + R_{\text{luchtspouw}} + R_{\text{gevelbeplating}}$$

Om de R te kunnen berekenen gebruik je de formule:

$$R = \frac{d \text{ (dikte in meters)}}{\lambda \text{ (lambda waarde materiaal)}}$$

Lambda waardes gebruikte materialen (Lambda, 2021):

- Gewapend beton λ 1,70
- PIR isolatie λ 0,021
- Timmerhout λ 0,13

Daaruit volgen de onderstaande R -waardes

- Gewapend beton $R = \frac{0,1}{1,7} = 0,17$
- PIR isolatie $R = \frac{0,2}{0,021} = 9,52$
- Timmerhout $R = \frac{0,02}{0,13} = 0,15$

Bij elkaar opgeteld levert dat een R_c -gevel van 9,84

Als we uitgaan van 200mm PIR-isolatie op het platte dak kunnen we uitgaan van dezelfde R_c waarde als die van de gevel.

Als we vervolgens de woning doorberekenen zakken we van een energiebehoefte van 86,88 naar 81,42 kWh/M2. Dit valt binnen de BENG-norm. We zouden nog naar de vloer kunnen kijken om die beter te isoleren, maar we laten het zo.

Energieprestatie				
indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{wH+C;nd;ventsys=C1}$	81,90 kWh/m ²	81,42 kWh/m ²	✓
primaire fossiele energie	$E_{wEP;Tot}$	30,00 kWh/m ²	127,25 kWh/m ²	✗
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	0,0 %	✗
hernieuwbare energie indicator	$E_{weP;RenTot}$		0 kWh/m ²	
temperatuuroverschrijding	$TO_{Jul;max}$	1,20	0,86	✓
energielabel			A	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{H;nd;net}$		88,85 kWh/m ²	

Figuur 54 Uniec3 Energieprestatie 3 van de woning

Plan van aanpak

In de volgende stap gaan we kijken hoe we het gebruik van primaire fossiele energie (BENG2) kunnen beperken. Dat gaan we eerst doen door de ventilatie aan te pakken. Het kost nu veel energie om de woning te verwarmen.

7.1.4 Eindberekening 'Windesheimwoning (ventilatie)'

We maken nu nog gebruik van natuurlijke ventilatie (cat. A), maar gaan nu naar een centrale mechanische toe- en afvoer (cat. Dc). Eerder in dit verslag hebben wij een 'Ducobox Energy premium' met WTW geadviseerd. Hierbij kunnen 2 zones geregeld worden met een centrale regeling en hangen we CO2 sensoren in alle vertrekken.

Na doorrekening zien we dat de primaire fossiele energie die we gaan gebruiken gezakt is van 127,25 naar 85,06 kWh/M2. Een enorme verbetering wat neerkomt op een jaarlijks gasverbruik (exclusief koken van 1.592,0 m3 (in plaats van 2.432,6 m3).

Dat komt omdat de netto warmtebehoefte (EPV) hiermee gedaald is van 88,85 naar 52,54 kWh/M2.

Onze woning heeft inmiddels het energielabel A+ gekregen.

Energieprestatie				
indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{wH+C;nd;ventsys=C1}$	81,90 kWh/m ²	81,42 kWh/m ²	✓
primaire fossiele energie	$E_{wEP;Tot}$	30,00 kWh/m ²	85,06 kWh/m ²	✗
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	0,0 %	✗
hernieuwbare energie indicator	$E_{weP;RenTot}$		0 kWh/m ²	
temperatuuroverschrijding	$TO_{Jul;max}$	1,20	1,05	✓
energielabel			A+	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{H;nd;net}$		52,54 kWh/m ²	

Figuur 55 Uniec3 Energieprestatie 4 van de woning

Plan van aanpak

Om nu het gasverbruik te reduceren willen we gebruik gaan maken van een warmtepompsysteem met vloerverwarming. Tegelijkertijd gaan we een WTW toepassen in de douche.

7.1.5 Eindberekening 'Windesheimwoning (warmtepomp)'

In een eerder verslag van de 'Teslagarage' hebben we o.a. onderzoek gedaan naar warmtepompen. Na het vergelijken van een paar warmtepompen komt het goed uit om weer een warmtepomp van Nefit te gebruiken n.l. de:

- Nefit EnviLine A/W Monoblock 9.0 T-S / TS-S
 - Elektrische warmtepomp
 - Verwarming en tapwater
 - Buitenlucht (afgifte water)
 - 9,0 kW
 - Tweepijpsysteem
 - 30° aanvoertemperatuur
 - Geïsoleerde leidingen en kleppen/beugels
- Vloerverwarming beide verdiepingen
 - Nat- of droogbouwsysteem

Er van uitgaande dat we ook op inductie zijn gaan koken, zijn we nu van het gas af. Na doorrekening blijkt dat we nog maar 35,24 kWh/M2 aan fossiele energie nodig hebben in plaats van 85,06 kWh/M2. Dat komt in deze situatie neer op een jaarlijks stroomverbruik van 7145 kWh op de meter (alleen voor verwarmen van tapwater, verwarming en ventileren).

Onze woning heeft inmiddels energielabel A+++, maar voldoet nog niet aan de BENG-norm. Dat komt omdat we de elektriciteit afnemen van het net.

Energieprestatie				
indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{WtH+C_{ind}+ventsys=C1}$	81,90 kWh/m ²	81,42 kWh/m ²	✓
primaire fossiele energie	$E_{WtP_{Tot}}$	30,00 kWh/m ²	35,24 kWh/m ²	✗
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	58,8 %	✓
hernieuwbare energie indicator	$E_{WeP_{RenTot}}$		50,45 kWh/m ²	
temperatuuroverschrijding	$TO_{Jul,max}$	1,20	1,05	✓
energielabel			A+++	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{Htnd,net}$		52,54 kWh/m ²	

Figuur 56 Uniec3 Energieprestatie 5 van de woning

Plan van aanpak

Nu gaan we kijken of we de elektriciteit zelf kunnen gaan opwekken met PV-panelen.

7.1.6 Eindberekening 'Windesheimwoning (PV-panelen)'

Oppervlak dak 2^e verdieping = 8,5 x 8,5 (ik blijf een halve meter uit de kant rondom)

Uitgaande van 'SunPower P3-420-COM-1500' panelen (SunPower, 2021) afmeting 2066x988 ga ik drie rijen van 8 panelen leggen. Op zuid 35° hellingshoek. Totaal 24 panelen.

Na doorrekening voldoen we aan de BENG-norm! En hebben een energielabel A++++.

We gaan van de primaire fossiele energie die we gebruiken van 35,24 naar -34,59 kWh/M2. Dit houdt in dat we meer energie opwekken dan afnemen van het net. Waar we in de vorige situatie nog 7145 kWh op de meter afnamen, wekken we er nu 9006 kWh per jaar op. Dat betekent dat we op jaarbasis 9006-7145= 1861kWh 'over houden'. Daarin is echter nog geen rekening gehouden met elektrisch koken en stroomverbruik van diverse elektronische apparatuur.

Energieprestatie				
indicator		eis	resultaat	
energiebehoefte	$E_{wE_{H+C_{nd}};ventsys=C1}$	81,90 kWh/m ²	81,42 kWh/m ²	✓
primaire fossiele energie	$E_{wE_{PTot}}$	30,00 kWh/m ²	-34,59 kWh/m ²	✓
aandeel hernieuwbare energie	$RER_{PrenTot}$	50,0 %	140,3 %	✓
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePREnTot}$		120,28 kWh/m ²	
temperatuuroverschrijding	$TO_{Jul,max}$	1,20	1,05	✓
energielabel			A++++	
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{Hnd,net}$		52,54 kWh/m ²	

Figuur 57 Uniec3 Energieprestatie 6 van de woning

7.2 Conclusie technisch advies om de BENG-norm te halen

Om onze woning te laten voldoen aan de BENG-norm hebben we onderstaande acties ondernomen:

1. Gevel en dak isoleren met 200mm PIR isolatiemateriaal
2. Ventileren met cat. Dc doormiddel van een 'Ducobox Energy premium' met WTW
3. Het plaatsen van een warmtepomp 'Nefit EnviLine A/W Monoblock 9.0 T-S / TS-S'
4. Energie opwekken met 24 PV-panelen 'SunPower P3-420-COM-1500'

Deze vrij ingrijpende maatregelen maken wel dat onze woning een 'nul op de meter' gebouw kan zijn. Dat hangt vooral af van de gebruiker. Hoeveel extra energie (stroom) heeft deze bewoner nodig? Als deze bewoner bijvoorbeeld ook een elektrische auto heeft die bij huis opgeladen moet worden, zou er nog eens kritisch gekeken kunnen worden naar het zonneplan. Ook het verder isoleren van de begane grond vloer kan bijdragen aan een beperking van het energieverbruik.

Naar de toekomst toe is het bouwen volgens de BENG-norm een goede stap voorwaarts. We zullen onszelf minder afhankelijk moeten maken van fossiele energie. Dat kan in eerste instantie door het verbruik te reduceren door bijvoorbeeld isolatie. Daarnaast zullen we lokaal meer zelf moeten opwekken, hoewel dat nu ook al voor problemen zorgt op de elektriciteitsnetten vanwege toenemende pieken en dalen in de opwekking.

8. Energiebesparende oplossingen toepassen

8.1 Waarom energie besparen?

De wereld heeft te maken met een gigantische energietransitie. Massaal wordt er aandacht besteedt aan de overgang van ons huidige energiesysteem naar duurzame energie. Zowel de opwekking van energie, als het verbruik ervan moeten aangepast worden.

Volgens het klassieke principe van energieopwekking komen er schadelijke stoffen vrij. Deze stoffen zijn schadelijk voor het milieu. Ook het gebruik van fossiele brandstof is niet oneindig. We zullen met alternatieven moeten komen om op een duurzame manier energie op te wekken.

Daarnaast heeft het besparen van energie ook nog andere voordelen. Energie kost geld. En daarom is het interessant om bewuster om te gaan met energie. Bezuinigen op je verbruik is direct zichtbaar in de portemonnee, en daarom interessant voor de eindgebruiker.

De prijzen van gas en elektriciteit zijn de afgelopen maanden gigantisch gestegen. Ook dit heeft ervoor gezorgd dat mensen bewuster omgaan hun energieverbruik. Eenvoudige oplossingen kunnen ervoor zorgen dat je jaarlijks flink bespaart op je energiekosten.

8.2 De energietransitie en mogelijkheden

Woningen en gebouwen energiezuiniger maken is een veelbesproken onderwerp van deze dag. De energietransitie heeft er onder andere voor gezorgd dat we moeten bezuinigen op ons energieverbruik. Een belangrijke stap hierin is het verduurzamen van woningen en gebouwen.

Door middel van subsidies en hypotheek wordt het aantrekkelijk gemaakt om woningen te verduurzamen. Vanuit het 'Energie bespaarbudget' kunnen verschillende energiebesparende mogelijkheden gefinancierd en toegepast worden (NHG, 2021);

- Gevelisolatie, dakisolatie, leidingisolatie of vloerisolatie
- Hoog rendement beglazing
- Energiezuinige deuren en kozijnen, en daarmee gelijk te stellen constructieonderdelen in combinatie met hoog rendement beglazing
- Energiezuinig ventilatiesysteem
- Een warmtepomp ter vervanging van de klassieke aardgas cv-ketel
- Douche-warmteterugwinningssysteem
- Zonnecellen
- Een combinatie van de hierboven genoemde maatregelen

8.3 Aanpassingen op onze eigen levensstijl

Niet alleen grote aanpassingen kunnen zorgen voor een bezuiniging op het energieverbruik. Onze manier van leven, en de daarbij behorende luxe, kost ook veel energie. Door bewuster om te gaan met energie kun je al vrij eenvoudig besparen op je verbruik. (WWF, 2021)

Simpele aanpassingen zouden kunnen zijn;

- Korter douchen
- Was je handen met koud, in plaats van warm, water

- Stel de thermostaat een graad lager in
- Verwarm alleen de ruimtes die je gebruikt in huis
- Laat verlichting niet onnodig branden
- Voorkom sluipverbruik door elektrische apparaten echt uit te zetten
- Voorkom verlies van warmte door losstaande deuren
- Gebruik je gordijnen als isolatie wanneer het koud is buiten

8.4 Beschrijving van minimaal 3 soorten energiebesparende oplossingen

8.4.1 Energiebesparing door energiezuinige verlichting

Het gebruik van ledverlichting biedt veel voordelen. Een ledlamp gaat lang mee en heeft meer branduren dan een gloeilamp, een ledlamp is er in vele uitvoeringen (lichtopbrengst en kleurtemperatuur), de inschakeltijd is korter dan een TL- of spaarlamp, aan- uitschakelen heeft geen invloed op de levensduur van de lamp. Maar het allerbelangrijkste voordeel van de ledlamp is het energieverbruik, vergeleken bij een gloeilamp. Deze is een behoorlijk stuk lager.

Je kunt eenvoudig besparen op het elektriciteitsverbruik door in de woning alle 'ouderwetse' gloeilampen te vervangen door energiezuinige ledlampen. Een reden om te zeggen dat een ledlamp minder 'mooi' licht geeft vergeleken bij een gloeilamp is achterhaald. Ledlampen hebben tegenwoordig dezelfde karakteristieken als gloeilampen en het verschil in kleurtemperatuur en lichtopbrengst is minimaal. (Energieleveranciers, 2014)

	Oude situatie		Nieuwe situatie	
	Soort lamp	Verbruikskosten p/jaar	Soort lamp	Verbruikskosten p/jaar
	2 halogeen spots 50 W	€ 31,68	2 led spots 8 W	€ 5,08
	8 gloeilampen 25 W	€ 63,36	8 ledlampen 3 W	€ 7,68
Energiekosten p/jaar	€ 95,04		€ 12,76	
Aanschafprijs p/jaar	€ 16,50		€ 154	
Totaalprijs eerste jaar	€ 111,54		€ 166,76	
Gemiddelde jaarprijs eerste vijf jaar	€ 111,54		€ 43,56	

Figuur 58 Verbruik ledlampen t.o.v. ledlampen





In de tabel hierboven is de aanschafprijs van een ledlamp ten opzichte van een gloeilamp inzichtelijk gemaakt. Te zien is dat de aanschafprijs van een ledlamp hoger ligt. Het eerste jaar is de ledlamp daarom duurder. Het uiteindelijke gemiddelde over een verbruik van tien jaar is de ledlamp overduidelijk voordeliger dan de gloeilamp. Gemiddeld gaat een gloeilamp of halogeenlamp gemiddeld acht maanden mee, waarna hij vervangen dient te worden. Een ledlamp gaat ongeveer vijftig keer langer mee qua branduren.

Niet alleen het gebruik van energiezuinig verlichting kan bijdragen aan het besparen van energie. Ook het toepassen van eenvoudige domotica systemen (denk aan Klik-aan-klik-uit of tijdschakelaars) kunnen direct energie besparen. Door middel van benaderingsschakelaars en sensoren is het mogelijk de verlichting aan en uit worden geschakeld (Geertsma, 2017). Een buitenlamp die voorheen met de hand bediend werd, wordt nu geschakeld door een sensor of tijdschakelaar. De lamp brandt dus alleen wanneer het nodig is.

8.4.2 Energiebesparing door woningisolatie

Door een huis te isoleren is het eenvoudig om te besparen op het energieverbruik. Er bestaan veel mogelijkheden om een woning beter te isoleren. Het zijn over het algemeen eenmalige investeringen, die na een aantal jaar zijn terugverdiend. De meest voor de hand liggende oplossingen zijn inzichtelijk gemaakt in het overzicht hieronder.

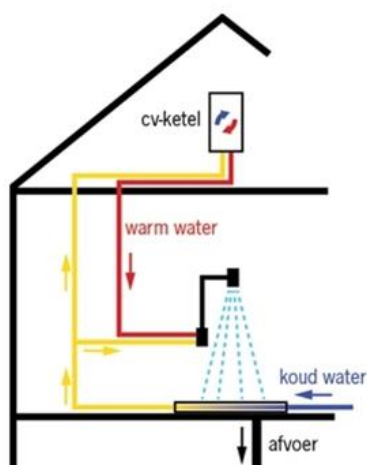
Niet alleen grote investeringen kunnen voor besparing zorgen, ook kleine investeringen maken het mogelijk de huisisolatie te verbeteren. Het dichtn van naden en kieren, cv-leidingen in onverwarmde ruimtes te isoleren door middel van buisisolatie en de radiatoren te beplakken met folie zijn eenvoudige (zelf uit te voeren) oplossingen (Rijksoverheid, 2021).

	Startpunt: geen isolatie	Startpunt: matige isolatie
 Isoleren schuin dak eenmalige kosten: € 4.200	€ 620 per jaar	€ 150 per jaar
 HR++ glas eenmalige kosten: € 3.000	€ 320 per jaar	€ 120 per jaar
 Isoleren spouwmuur eenmalige kosten: € 900	€ 260 per jaar	advies: verbeteren bij renovatie
 Isoleren vloer eenmalige kosten: € 1.500	€ 200 per jaar	€ 90 per jaar
Je bespaart per jaar totale kosten: subsidie:	€ 1.400 € 9.600 - € 2.300	€ 360 € 8.700 - € 2.100

Figuur 59 Besparing in euro's op jaarbasis

8.4.3 Energiebesparing door DWTW

In paragraaf 1.1.2 wordt gesproken over een douche-wtw. WTW staat voor WarmteTerugWinning. We spreken dus over een methode om de warmte van het douchewater terug te winnen.



Figuur 60 Schematische tekening van een douche-wtw

Het water waarmee gedoucht wordt is nog warm. De energie in dit warme water spoelt via de afvoer het riool in en dat is zonde. Met behulp van de douche-WTW is het mogelijk om deze warmte uit het water te onttrekken en af te geven aan het aanvoerende water. Dit scheelt energieverbruik in warmtepomp of cv-ketel omdat het water is al voorverwarmd binnen komt.

Er zijn verschillende soorten douche-wtw mogelijk. De meest voorkomende zijn:

- De douchepijp-wtw. Hierbij is de douchepijp de warmtewisselaar.
- De douchegoot-wtw. Hierbij zit in de douchegoot een warmtewisselaar verwerkt.
- De douchebak-wtw. Hierbij is de douchebak de warmtewisselaar. Dit principe is vrijwel gelijk aan de goot-wtw.

De werking is grotendeels hetzelfde. Het verschil zit hem voornamelijk in het rendement en de inbouwmogelijkheden. Het hoogste haalbare rendement wordt verkregen met de douchepijp-wtw. De pijp is circa 2 meter lang en daardoor is dit het grootste oppervlak waarlangs het water stroomt. De douchepijp wordt verticaal ingebouwd. Om deze reden is het alleen mogelijk wanneer de doucheruimte zich één verdieping hoger bevindt. Bij de douchegoot-wtw is er minder hoogteverschil. Het rendement is hierdoor lager. Wanneer de douche zich op de begane grond bevindt kan een douchebak- of douchegoot-wtw geplaatst worden.

Afhankelijk van het gebruikte type wtw en de uitvoeringsvorm kan het rendement variëren tussen 30 tot 90% (TNO, 2021).

8.5 Advies voor toe te passen energiebesparende oplossingen voor de modelwoning

De woning die wij opleveren zal voorzien van een aantal energiebesparende oplossingen. Naast de ingrijpende investeringen die nodig zijn om aan de BENG norm te voldoen zijn er ook eenvoudige manieren om energie te besparen, wat ook geldt in nieuwe huizen:

- Kort douchen (niet langer dan 7 minuten)
 - Stel de thermostaat een graad lager in
 - Verwarm alleen vertrekken die gebruikt worden
 - Laat verlichting niet onnodig branden
 - Zet elektrische apparaten uit die niet gebruikt worden (het voorkomen van sluipverbruik)
 - Sluit deuren (voorkomt verlies van warmte)

De BENG norm omschrijft dat 50 procent van de energie herbruikbaar moet zijn. Om deze reden is er geïnvesteerd in energiebesparende oplossingen om op deze manier het verbruik van primaire fossiele brandstoffen te kunnen besparen:

- Gebruik van een warmtepomp-systeem (Nefit EnviLine A/W Monoblock 9.0 T-S / TS-S)
- Geïsoleerd leidingstelsel
- Zonnepanelen (24 stuks *SunPower P3-420-COM-1500* PV-panelen)
- Centrale afzuiging met warmteterugwinning (Ducobox Energy Premium 400)
- Triple glas toepassen in de hele woning
- Gevel- en dakisolatie (200mm PIR-platen)

Door de energiebesparende maatregelen die getroffen worden voldoet het huis aan de BENG norm. De woning zal een energielabel A++++ hebben. Het verbruik van primaire fossiele energie zal verlaagd worden van 35,24 kWh/m² naar -34,59 kWh/m². Dat betekent dat het huis meer energie oplevert dan het verbruikt. Dit is gunstig, want op deze manier houden we energie 'over'.

In de badkamer adviseren we het gebruik van een douche-wtw. Aangezien de installatie het eenvoudigst te installeren is in een nieuwbouwwoning is het zonde om deze niet mee te nemen in de installatie. Het gebruik van een warmteterugwinning in de doucheafvoer zorgt ervoor dat de warmtepomp minder hard hoeft te werken, wat kostenbesparend is.

Naast het gebruik van energiezuinige verlichting (led t.o.v. een conventionele gloeilamp) is het ook raadzaam om gebruik te maken van een eenvoudig domotica-systeem. Door middel van sensoren is het eenvoudig om energie te besparen op het verbruik van verlichting. Sensoren zorgen ervoor dat verlichting alleen brandt wanneer het nodig is, en voorkomt het onnodig lang branden van lampen.

Systemen als Philips Hue en IKEA Trådfri zijn betaalbaar en eenvoudig zelf te installeren. Domotica-systemen maken het ook mogelijk verlichting op afstand te bedienen, en hiermee sluipverbruik te verminderen (onnodig laten branden).



Figuur 61 IKEA Trådfri systeem



Figuur 62 Phillips Hue verlichting systeem

9. Taakverdeling project

- | | |
|-----------|--|
| Lourens: | - Voorblad, inleiding, inhoudsopgave, voorwoord; |
| | - H2 nutsvoorzieningen en H4 drinkwater-, sanitaire- en ventilatie installaties; |
| | - Lay-out en alle onderdelen samenstellen tot een document. |
| Gjalt: | - H3 Elektriciteit; |
| | - H5 Warmte technische installatie en H6 koude technische installatie. |
| Louis: | - H5 Warmte technische installatie en H6 koude technische installatie; |
| | - H8 Energiebesparende oplossingen. |
| Ije: | - H7 Energieprestaties volgens BENG. |
| De Pitch: | Gezamenlijke voorbereiding, uitvoering door Gjalt |

10. Persoonlijke reflectie

Persoonlijke reflectie van Lourens Soldaat (S1007323)

Met behulp van het reflectiemodel van Korthagen (Korthagen.nl, 2021) reflecteer ik op het volledige proces ontwerpen van woninginstallaties. Het reflectiemodel, dat bestaat uit vijf stappen, kan helpen om situaties dieper te doorgronden en zo te komen tot effectiever gedrag in allerlei werksituaties.

1. Handelen/uitproberen

Vanuit Windesheim Hogeschool hebben wij in november 2021 de opdracht gekregen om een adviesrapport te schrijven voor de model 'Windesheimwoning'. Gezien de totale groepsgrootte werden er twee groepen gemaakt van vier personen. Wij, Louis, Gjalt, Ije en ik hebben als eerste in Whatsapp een groepsapp 'woninginstallaties' gemaakt om eenvoudig te kunnen communiceren.

Vanaf dag 1 ben ik aan de slag gegaan met een basisdocument, voorzien van voorblad en inhoudsopgave, om in hoofdlijnen duidelijk te hebben waar de gehele opdracht aan moest voldoen om zo het uitwerken voor ons als groep gemakkelijker te maken. Na het maken van deze opzet heb ik dit gedeeld met mijn studiegenoten. Vervolgens heeft Louis een gedeelde map via OneDrive aangemaakt om overige bestanden te kunnen delen.

De opdracht bestaat uit 7 deelopdrachten waar we ieder een keus in hebben aangegeven. Naast het ontworpen voorblad en de inhoudsopgave heb ik de onderdelen nutsvoorziening, riolering-, drinkwater- en sanitaire installaties voor mijn rekening genomen. Later in het proces heb ik naast het uitwerken van deze opdrachten ook de inleiding en het voorwoord geschreven.

Als voorlopige deadline hadden we ons gericht op vrijdag 24 december. Een ieder is voor zichzelf aan de slag gegaan om zich te verdiepen in de gekozen onderwerpen en dit uit te werken.

2. Terugblikken op het handelen

Na het ontwerpen van een voorblad en het opmaken van een inhoudsopgave ben ik gestart met het verzamelen van informatie over het onderwerp nutsvoorzieningen. Aan de hand van wat er besproken was tijdens de eerste lesbijeenkomst en wat er in de richtlijnen is opgenomen ben ik aan de slag gegaan om dit onderwerp uit te werken in 'ons' basis document. Vervolgens ben ik aan de slag gegaan met het onderdeel nutsvoorzieningen. Voor de tweede lesbijeenkomst, waarin dit onderdeel aan bod kwam, had ik dit onderdeel al voor een groot deel uitgewerkt.

In de weken daarna heb ik dit onderdeel compleet gemaakt en ben ik van start gegaan met de onderdelen riolering-, drinkwater- en sanitair installaties. Dit onderdeel was een stuk complexer dan het eerste. De reden hiervoor is dat er verschillende tekeningen en berekeningen gemaakt moesten worden. In de voorbereiding op de lessen verzamelde ik informatie, werkte het zo ver mogelijk uit en heb ik mijn docent gevraagd om even mee te kijken als er dingen onduidelijk waren. Het uitwerken heeft veel tijd gevraagd omdat er voor deze drie onderdelen veel uitgezocht, getekend en berekend moest worden zonder dat ik gebruik kon maken van tekenprogramma's of rekensoftware. Het voordeel is dat ik me er zo meer in heb verdiept en meer van heb geleerd. Daarnaast heb ik nog interessante input gehad, uit mijn interview met dhr. Wonik, die ik in de uitwerking heb kunnen toepassen.

Zodra ik een onderdeel klaar had heb ik dit gedeeld met mijn studiegenoten door dit te uploaden in OneDrive. Ik heb me kunnen houden aan mijn eigen planning en het is mij gelukt om de aangegeven

onderdelen allemaal voor 24 december af te kunnen ronden. Gezien de anderen meer moeite ondervonden om hun materiaal voor elkaar te kunnen krijgen heb ik het initiatief genomen om ook nog een voorwoord te schrijven. Op donderdag 23-12-2021 hebben we met ons vieren gecheckt hoever iedereen was en wat er nog gedaan moest worden. Aan de hand daarvan zijn verdere afspraken gemaakt voor de periode tijdens de kerstvakantie.

3. Bewust worden van essentiële aspecten

Bij het ontwerpen van woninginstallaties is het van groot belang om voldoende kennis te hebben over wat er nodig is om een goedgekeurd ontwerp te kunnen maken. In de vorige module 'Tesla garage' zijn we ingegaan op de onderwerpen verwarming en het energieneutraal maken van een bedrijfspand. Daarom heb ik voor deze module 'ontwerpen van woninginstallaties bewust gekozen voor de genoemde onderdelen om me ook hier in te kunnen verdiepen. Het vraagt veel tijd en denkwerk om de juiste informatie te verzamelen voordat je kunt bepalen hoe je al het leidingwerk in een woning plaatst. Om tijdig klaar te kunnen zijn met een dergelijke grote opdracht is, naast het verzamelen van kennis, het ook belangrijk om in groepsverband goed samen te kunnen werken. Dit vraagt verantwoordelijkheid van alle groepsleden, maar ook het los kunnen laten van de taken waar je groepsleden mee aan de slag gaan.

In de vorige module 'Tesla garage' heb ik goed kunnen samenwerken met Gjalt, maar gemerkt dat ik vanuit 'perfectionistisch' gedrag het lastig vindt om dingen los te kunnen laten. Hierdoor neem ik vaak teveel 'hooi op mijn vork', omdat ik graag een goed resultaat neer wil zetten. Daarom heb ik tijdens het werken aan deze module dit meer van me af proberen te zetten en zo elk teamlid zijn eigen verantwoordelijkheid te laten nemen voor hun deel van het eindproduct.

4. Formuleren van handelingsalternatieven

Zoals aangegeven heb ik veel zelfstandig gewerkt aan het verwerven van kennis en het uitwerken van de gekozen onderdelen. Aan de ene kant vind ik dat zelf leuk en interessant om te doen, maar het was misschien ook handig geweest om (af en toe) te kunnen brainstormen met mijn studiegenoten. Wel heb ik geregeld, via mail of tijdens de les, een hulpvraag bij mijn docent uitgezet, dit heeft me op de nodige momenten weer net even op het juiste spoor gezet. Bij het delen van (voorlopig) uitgewerkte stukken heb ik mijn studiegenoten gevraagd om feedback, maar helaas niet ontvangen.

In de week voor de kerstvakantie hebben we met elkaar besproken wat er nog te doen stond en dat betekende dat de onderdelen 6 t/m 8 nog verder uitgewerkt moesten worden. Iedereen had vooral de focus op zijn eigen onderdelen en bij sommige onderdelen is informatie uit andere onderdelen van belang. We hadden beter wat vaker afspraken kunnen maken om de onderdelen te bespreken.

5. Uitproberen/handelen

Vanaf het begin was er weinig tijd om met je groep aan de slag te gaan en te kunnen overleggen. We moeten hier als groepsleden zelf tijd voor vinden voor een volgende bijeenkomst. Gezien het verschil in reisafstand en werkzaamheden op de ochtenden lukt dat niet altijd even goed. In de praktijk betekent dit dat iedereen op basis van eigen verantwoordelijkheidsgevoel aan de slag gaat. Helaas kon ik zelf tijdens deze module aan het begin van de middag niet aanwezig zijn en heb ik die overleg mogelijkheden ook gemist. Ik ben van mening dat dit als nadelig gevolg heeft dat er automatisch minder binding met je groepsgenoten ontstaat.

Ik hoop dat bij het starten van een nieuwe opdracht weer meer onderlinge hulp en steun ontstaat om gezamenlijk een opdracht uit te kunnen werken.

Fase 1 Handelen

Ik heb me in dit project vastgebeten in het onderdeel BENG-norm. Dit vond ik een interessant onderwerp, onder andere omdat ik hier niets van afwist en het naar mijn idee de verschillende onderdelen uit het verslag zou kunnen verbinden met elkaar.

Fase 2 Terugblikken op het handelen

Omdat ik er niets vanaf wist, kostte het aardig wat tijd om me in te lezen in de materie. Ik was er al vrij snel uit dat ik de woning wilde doorberekenen met het programma Uniec3. Daar heb ik echter wel veel tijd in moeten stoppen om alles onder de knie te krijgen. Achteraf gezien had ik vaker met mijn medestudenten gezamenlijk aan dit project willen werken.

Fase 3 Bewust worden van essentiële aspecten

Doordat ik die tijd heb geïnvesteerd ben ik me wel bewust geworden van de ‘moderne’ (woning)bouw. Ik besef me nu pas echt hoe ongelooflijk veel fossiele energie we onnodig verbruiken en hoe je dat – vrij eenvoudig – drastisch kunt reduceren. Voor de huidige woningen zal het behoorlijke investeringen vergen die vaak niet op zullen wegen tegen de besparingen. Wel vind ik het heel goed dat deze normen in het leven zijn geroepen en alle nieuw te bouwen gebouwen er aan moeten gaan voldoen. Ik heb niet echt kunnen samenwerken met medestudenten aan dit project omdat we in de avonden de sproeier moesten maken voor installatietechniek. De ochtenden waren voor de anderen nog vrij in te plannen waar anderen ook gebruik van hebben gemaakt, maar helaas moet ik op donderdagochtend les geven op mijn werk.

Fase 4 Formuleren van handelingsalternatieven

Als je met een nieuw programma en nieuwe materie gaat werken kom je er niet onderuit om daar tijd in te investeren. Daarvan ben ik mij bewust. Van ‘live’ samenwerking is het helaas niet vaak gekomen, maar wij hebben wel een aantal Teams-meetings gehad. En hoewel ik vind dat een ‘live’ meeting veel efficiënter en gemakkelijker is, ben ik blij dat we toch enige vorm van samenwerking hebben gehad.

Reflectie volgens model van Korthagen:



Situatie:

In een nieuwe samenstelling zijn we begonnen aan het project : de woning. We hadden oorspronkelijk de planning om voor de kerstvakantie klaar te zijn met het project, echter door lang wachten op de software en de toch wel omvangrijke opdrachten in dit project is dit niet helemaal gelukt. Het doel van ons groepje was uiteindelijk om een sterk verslag neer te zetten die de inhoud goed dekt, waarbij we elkaar konden aanvullen waar nodig.

Voor opdracht 2 kon ik gelijk aan de slag omdat ik alle benodigde informatie kon vinden. Voor opdrachten 4 en 5 heb ik eerst gewacht op de software van Vabi, echter was dit behoorlijk lastig om uit te vogelen. Hierdoor ben ik dus lang bezig geweest zonder echt resultaat te behalen.

Terugblikken:

De verdeling van de opdrachten ging best goed, echter bleek wel dat sommigen meer tijd konden of wilden vrijmaken voor de opdracht (met name Lourens). Hierdoor werd de groep wel opgezweept om ook hun steentje bij te dragen naar mijn idee.

De meeste opdrachten zijn per persoon gemaakt, alleen de Koud en Warme installaties zijn door mij en Louis samen gemaakt, omdat de berekeningen toch behoorlijk vergelijkbaar waren heb ik deze gedaan, en Louis heeft vervolgens de installatie tekeningen en het zoekwerk verder afgemaakt.

Voor de berekeningen van opdrachten 4 en 5 heb ik uiteindelijk na veel zoeken en proberen een calculator gevonden die een duidelijke in en output gaf. Helaas ben ik dus lang bezig geweest met dingen die uiteindelijk niet veel hebben toegevoegd.

Bewustwording:

Ik denk dat in de meeste groepen wel een kartrekker aanwezig is, het is nooit haalbaar om de verdeling perfect te maken. Inhoudelijk hebben we allemaal zeker ons best gedaan, maar de berekeningen van met namen hoofdstuk 4 die Lourens zonder software heeft gedaan zijn erg tijdrovend geweest. Voor de berekeningen was het slim geweest om aan de slag te gaan en uit te zoeken hoever ik kwam, zonder de benodigde software. Roy gaf ook al aan dat wij de eerste groep waren die specifiek om deze software vroeg (Vabi) en dat het tot nu toe niet nodig is geweest.

Alternatieven:

Een alternatief voor het verdelen is best lastig, we doen allemaal naar eer en geweten onze taak binnen een groep. Van te voren is ook lastig te zeggen welke opdracht het meeste tijd gaat kosten(vooral opdracht 6 van Ije hadden we hoog ingeschat). Misschien is een alternatief dat we een x aantal punten krijgen en die zelf onderling verdelen op basis van geleverde kwaliteit en inzet binnen de groep. Alternatieven voor de software waren er niet echt, behalve de online calculator en het handmatig berekenen wat ik nu al heb gedaan.

Uitproberen:

Als we iets willen uitproberen moeten we met hetzelfde groepje meerdere opdrachten maken denk ik. Voor nu vond ik de samenwerking echt prima gaan! Voor het berekenen heb ik dus al veel uitgeprobeerd!

Fase 1: Handelen

Tijdens het project Huisinstallaties hebben we in een clubje van vier man ons verdiept in de alle facetten die komen kijken bij de technische installatie in een woning. Ik heb mij tijdens het project beziggehouden in een deel *Warme technische installaties* (vloerverwarmingsinstallatie), *Koude technische installatie* (koeling van een slaapkamervertrek) en *Energiebesparende oplossingen*. Daarnaast heb ik een groepsgenoot advies gegeven bij de *Ontwerpen elektrische installatie* (opbouw van een installatietekening en symbolenkeuze). Ik vond het uiterst leerzaam om mij te verdiepen in de verschillende onderwerpen, en mee te kijken met de groepsgenoten, om zo ervaring en kennis op te doen met onderwerpen die mij nog voor een groot deel onbekend waren.

Fase 2: Terugblikken op het handelen

Het kostte mij in het begin enige tijd om een weg te vinden in de verschillende onderdelen van het verslag. Al snel hadden we een eerlijke taakverdeling gemaakt en konden op deze manier differentiëren in het proces. Wekelijks hielden we elkaar op de hoogte van de verschillende manieren om aan informatie te komen. Websites, programma's, artikelen werden besproken en adviezen werden uitgedeeld. Deze momenten vonden hoofdzakelijk fysiek plaats, op onze wekelijks lesdag. Daarnaast hebben we een aantal moment gecommuniceerd door middel van online Teams-vergadering, en zo de nodige zaken overlegd.

Ik heb, alvorens ik begon met het onderzoeken en uittypen van opgedane kennis, een overzicht gemaakt van alle taken die van mij verwacht werden. Hierdoor kon ik eenvoudiger plannen waar en wanneer ik hiermee aan de slag wilde gaan. Op een gegeven moment had ik een bron aan losse eindjes, die tot slot in de Kerstvakantie uitgetypt zijn in één leesbaar verslag.

Fase 3: Bewust worden van essentiële aspecten

- Hoe hangen de antwoorden op de vorige vragen met elkaar samen?
- Wat is daarbij de invloed van de context/de school als geheel?
- Wat betekent dit nu voor mij?
- Wat is dus het probleem (of de positieve ontdekking)?

Door mij verdiept te hebben in verschillende bronnen van informatie (websites, nieuwsberichten, YouTube-filmpjes) heb ik een goed beeld gekregen van woningbouw vandaag de dag. Wat mij meteen is opgevallen is dat de onderwerpen 'energiebezuiniging' en 'energieneutraal wonen' veel benoemd zijn, en ook veel over te vinden is. Internet was hiervoor een goede bron om aan hedendaagse informatie te komen.

De samenwerking in de groep verliep goed. Al vroeg werd er een groepsapp in het leven geroepen, om elkaar op te hoogte te stellen van ontwikkelingen en vragen te stellen op momenten dat je er niet uitkwam. Wel had ik het prettiger gevonden als we vaker fysiek bij elkaar waren gekomen om 'rond de tafel' onze opdrachten te maken. Op deze manier werd er waarschijnlijk sneller een antwoord gegeven op vragen en onduidelijkheden.

Ik ben tevreden over het (goed gevulde) eindverslag, waarin ieder zijn kennis en expertise heeft kunnen verwoorden.

Fase 4: Formuleren van handelingsalternatieven

Ik ben tot de conclusie gekomen dat het erg veel tijd kost om je zelfstandig te verdiepen in nieuwe onderwerpen. Ik had veel vragen; Waar haal je de informatie vandaan? Wat is belangrijk te benoemen en wat niet? Wat is betrouwbaar? Dit zorgde ervoor dat je lang aan het 'rondzoeken' bent alvorens je het kunt uittypen in hapklaar leesvoer. Het nadeel hiervan was dat ik vaak veel aan zoeken was op internet en informatie verkreeg die vervolgens niet bruikbaar was in het verslag. Dit zie ik als een soort 'verloren tijd'.

Voor de volgende keer is het verstandig om eerst met een groep te overleggen wie welke kennis heeft, en wat je doelen van het project zijn. Het is erg leuk om nieuwe dingen te leren, maar als je kennis of ervaring kan meepakken van groepsgenoten, is dat erg handig.

Ik zie het project wel als erg leerzaam en zeer nuttig voor de toekomst. Een aantal voorbeelden uit het verslag zijn leerzaam om te delen met de doelgroep die ik lesgeef. Daarnaast ben (nog) niet in het bezit van een eigen huis, maar wanneer dit zo ver is, is de kennis die ik heb opgedaan met dit project zeer bruikbaar!

11. Bibliografie

- Airco & CV.* (sd). Opgehaald van <http://airco-cv-service.nl>: <http://airco-cv-service.nl/site/koellast-berekenen/>
- Atho.* (2011). Opgehaald van <http://www.atho.nl/bereken-ventilatie>: <http://www.atho.nl/bereken-ventilatie>
- Bouw-energie.* (2021). Opgehaald van <https://bouw-energie.be>: <https://bouw-energie.be/nl-be/bereken/warmteverliesberekening>
- Brandveiliggebouw.* (2019). Opgehaald van <https://brandveiliggebouw.nu>: <https://brandveiliggebouw.nu/vragen/item/wat-regelt-de-norm-nen-1010-en-welke-verplichtingen-volgen-hieruit>
- Brieswaterenergie.* (2021). Opgehaald van <https://www.brieswaterenergie.nl/douche-wtw.html>: <https://www.brieswaterenergie.nl/douche-wtw.html>
- Brinkclimatesystems.* (sd). Opgehaald van www.brinkclimatesystems.nl: <https://www.brinkclimatesystems.nl/oplossingen/ventilatie>
- drs. Ollongren, K. H. (2019, Juni 7). *Kamerbrief bij Voorhang van het ontwerpbesluit houdende wijziging van het Bouwbesluit 2012 inzake bijna energieneutrale nieuwbouw*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/06/11/kamerbrief-bij-voorhang-van-het-ontwerpbesluit-houdende-wijziging-van-het-bouwbesluit-2012-inzake-bijna-energie neutrale-nieuwbouw>
- Dyka.* (sd). Opgehaald van www.dyka.nl: <https://www.dyka.nl/media/documents/technisch-handboek-binnenriolering-nl.pdf>
- Dyka.* (2021). Opgehaald van www.kennis.dyka.nl: <https://kennis.dyka.nl/ventilatie/ventilatiesystemen-vst1-7/>
- Energieleveranciers. (2014, 04 15). *Pret met LED-lampen: energiezuinige verlichting*. Opgehaald van <https://www.energieleveranciers.nl/blog/pret-met-led-lampen-energiezuinige-verlichting>
- Enexis.nl.* (2021). Opgehaald van <https://www.enexis.nl/meter/richtlijnen-meterkast-en-bouwkast>: <https://www.enexis.nl/meter/richtlijnen-meterkast-en-bouwkast>
- Ensie.nl.* (2020). Opgehaald van www.ensie.nl: <https://www.ensie.nl/redactie-ensie/nutsvoorziening>
- Geberit.* (2021). Opgehaald van www.geberit.nl: <https://www.geberit.nl/producten/badkamerproducten/inbouwreservoirs/>
- Geertsma, P. (2017, 07 31). *Domotica en energiebesparing*. Opgehaald van Technisch werken: <https://www.technischwerken.nl/kennisbank/techniek-kennis/domotica-en-energiebesparing>
- Grohe.* (sd). Opgehaald van www.grohe.nl: https://www.grohe.nl/nl_nl/badkamer/douche/regendouche/opbouwdouche/rainshower-smartcontrol/?gclid=EAlaIQobChMI1ZPMzYC59AIVgqrVCh2LoAwTEAAYASAAEgKGXPD_BwE&gclsrc=aw.ds

Grohe. (sd). Opgehaald van https://www.grohe.nl:https://www.grohe.nl/nl_nl/badkamer/thermostaatkraan/assortiment/?gclid=EAIaIQobChMIj9Ps34W59AIVyhoGAB3gOw7dEAAAYASAAEgKgOPD_BwE&gclidsrc=aw.ds

Grohe.nl. (sd). Opgehaald van www.grohe.nl:https://www.grohe.nl/nl_nl/badkamer/wastafel/wastafelkraan/

Infodwi.nl/waterwerkbladen. (2021). Opgehaald van <https://www.infodwi.nl/waterwerkbladen:https://www.infodwi.nl/waterwerkbladen>

Installq. (sd). Opgehaald van www.installq.nl:https://installq.nl/erkennen-vakgebieden

Isobouw. (2021). *wetten-en-regelgeving-mbt-isolatie*. Opgehaald van www.isobouw.nl:https://www.isobouw.nl/nl/kennisbank/wetten-en-regelgeving-mbt-isolatie/

Korthagen.nl. (sd). Opgehaald van Korthagen.nl/aandachtsgebieden/reflectie-en-kernreflectie/:https://korthagen.nl/aandachtsgebieden/reflectie-en-kernreflectie/

Lambda. (2021). *Lambda-waarde van alle materialen*. Opgehaald van Lambda.be:https://www.lambda.be/nl/energietips/lambda-waarde-van-alle-materialen

Liander.nl. (2021). Opgehaald van <https://www.liander.nl/consument/aansluitingen/richtlijnen-meterkast:https://www.liander.nl/consument/aansluitingen/richtlijnen-meterkast>

Mijnaansluiting.nl/home. (2021). Opgehaald van <https://www.mijnaansluiting.nl/home:https://www.mijnaansluiting.nl/home>

Milieucentraal.nl. (sd). Opgehaald van <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/ventilatie/balansventilatie/:https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/ventilatie/balansventilatie/>

NBD-online. (sd). Opgehaald van www.nbd-online.nl:https://www.nbd-online.nl/product/188574-basiskennis-installaties-ventilatiesystemen-b-c-d-nen-1087

NEN. (2021). Opgehaald van www.nen.nl:https://www.nen.nl/en/installatie/waterinstallaties

NEN. (2021). Opgehaald van www.nen.nl:https://www.nen.nl/elektrotechniek/inspecteren/woning-apk

NEN. (2021). Opgehaald van www.nen.nl:https://www.nen.nl/en/elektrotechniek/installatievoorschriften/nen-1010-laagspanningsinstallaties

NHG. (2021). Opgehaald van Wat zijn erkende energiebesparende maatregelen?:https://www.nhg.nl/faq/verduurzaming/wat-zijn-erkende-energiebesparende-maatregelen/

nl.codume.eu. (sd). Opgehaald van <https://nl.codume.eu/wetgeving-ventilatie:https://nl.codume.eu/wetgeving-ventilatie>

Retrocomputing. (sd). Opgehaald van www.retrocomputing.nl:https://www.retrocomputing.nl/wp-content/uploads/Bookshelf/NEN5152_1973.pdf

Rijksdienst voor ondernemend Nederland. (2021, Juli 19). *Energieprestatie - BENG*. Opgehaald van RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/nieuwbouw/energieprestatie-beng>

Rijksoverheid. (2021). *Hoe kan ik mijn huis isoleren?* Opgehaald van Rijksoverheid:
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/energie-thuis/vraag-en-antwoord/hoe-kan-ik-het-voordeligst-mijn-huis-isoleren>

Rijksoverheid.bouwbesluit. (2021, juli 1). Opgehaald van Rijksoverheid.nl:
<https://rijksoverheid.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012>

Spirototaal. (2019). Opgehaald van <https://www.spirototaal.nl/ventilatie-berekenen/>:
<https://www.spirototaal.nl/ventilatie-berekenen/>

Subsidiesisolatie. (2021). Opgehaald van www.subsidiesisolatie.nl:
<https://www.subsidiesisolatie.nl/bouwbesluit-en-rc-waarde/>

SunPower. (2021). *sunpower.maxeon*. Opgehaald van sunpower:
https://sunpower.maxeon.com/be/sites/default/files/2020-07/sp_P3_COM_1500_MC4-EVO2_1.2m_Cable_1.5kV_Cu_ds_du_a4_533800.pdf.

tibuplast.nl. (2021). Opgehaald van <https://tibuplast.nl/funderingsdoorvoer/funderingsdoorvoersets-met-komo-keur.html>: <https://tibuplast.nl/funderingsdoorvoer/funderingsdoorvoersets-met-komo-keur.html>

TNO. (2021). *Warmteterugwinning uit warm water*. Opgehaald van TNO:
<https://publications.tno.nl/publication/34633043/YQ5g62/v08021.pdf>

Uniec3. (2021). Opgehaald van uniec3: <https://uniec3.nl/>

Vasco. (2021). Opgehaald van <https://vasco.eu/nl-be/ventilatie>: <https://vasco.eu/nl-be/ventilatie>

Veenendaal. (sd). Opgehaald van www.veenendaalbv.nl: <https://www.veenendaalbv.nl/nieuws/het-belang-van-keuren-volgens-nen-3140/>

Ventilatieland. (2021). Opgehaald van www.ventilatieland.nl:
<https://www.ventilatieland.nl/ventilatieberekeningen>

Villeroy-boch. (2021). Opgehaald van www.villeroy-boch.nl: <https://www.villeroy-boch.nl/badkamerplanner.html>

Waterbedrijf groningen. (2021). Opgehaald van www.waterbedrijfgroningen.nl:
<https://waterbedrijfgroningen.nl/voorwaarden-regelingen/>

Wikipedia. (2021, november 1). Opgehaald van nl.wikipedia.org: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Riool>

Witway. (2021). Opgehaald van witway.nl: <https://witway.nl/meterkastvloerplaat-plaatsen/>

WWF. (2021). *Bespaar energie met deze tips!* Opgehaald van <https://www.wwf.nl/kom-in-actie/met-tijd/tips-gedrag/energie-besparen>

Zehnder. (sd). Opgehaald van www.zehnder.nl: <https://www.zehnder.nl/climateswitch>

12. Bijlagen

Bijlage 1: Basisafvoer van huishoudelijke lozingstoestellen en de minimale ontwerplijn van stankafsluiters en toestelleidingen.

Tabel A: Basisafvoer van huishoudelijke lozingstoestellen en de minimale ontwerpmiddellijn van stankafsluiters en toestelleidingen

Lozingstoestel	Basis afvoer Q(i) l/s	I	II	III
		Diameter Stankafsluiter	Diameter Toestelleiding	Gereduceerde Diameter muur en vloerbuis
Mondspoelbak	0,0	ø32 mm	ø40 mm	ø32 mm
Drinkfontein				
Lekwater-/condensafvoer (1)				
Overstorttrechter (1)				
Handwasbak	0,5	ø32 mm	ø50 mm	ø40 mm
Wastafel				
Douche-inrichting met WTW				
Douche-inrichting zonder opstanden (2)				
Bidet	0,75	ø40 mm	ø75 mm*	ø50 mm
Wasautomaat (huish. gebruik)				
Vaatwasmachine (huish. gebruik)				
Urinoir				
Vloerput, aansluitmiddellijn 40mm				
Voetenwasbak, 1 kraan				
Keukengootsteenbak enkel + dubbel	1,0	ø40 mm	ø75 mm	ø50 mm
Uitstortgootsteen				
Badkuip				
Douche-inrichting met opstanden				
Wasfontein maximaal 8 personen	1,5	-	ø75 mm	ø75 mm*
Vloerput, aansluitmiddellijn 50 mm				
Vloerput, aansluitmiddellijn 70 mm	1,75	-	ø90 mm	-
Closet, spoelvolume tussen 6 en 7 liter (3)	2	-	ø110 mm	ø90 mm
Closet, spoelvolume vanaf 7 liter	2	-	ø110 mm	-
Vloerput, aansluitmiddellijn 100 mm	2,5	-	ø110 mm	-
Afzuigcloset		-	ø110 mm	-

* Bij uitvoering in PE is een 63 mm leiding toegestaan

1) Incidenteel gebruik individuele boiler of HR-CV ketel in eengezinswoning.

2) Relatief vlakke bodem waarin en maximale waterhoogte van 30 mm niet wordt overschreden.

3) Slechts één staand leidingdeel met een minimale lengte van 1,5 m en lengte muurbuis < 0,5 m.

Bijlage 2: Tabellen B en C voor bepalen afvoercapaciteit riool van woningen

Tabel B: Samengestelde afvoer voor woningen

Woonfunctie p = 0,5							
Grootste basisafvoer in l/s							
Som van de basisafvoeren l/s	0,5	0,75	1	1,5	1,75	2	2,5
0,50	0,50						
0,75	0,50	0,75					
1	0,50	0,75	1,00				
1,5	0,61	0,75	1,00	1,50			
1,75	0,66	0,75	1,00	1,50	1,75		
2	0,71	0,75	1,00	1,50	1,75	2,00	
2,5	0,79	0,79	1,00	1,50	1,75	2,00	2,50
3	0,87	0,87	1,00	1,50	1,75	2,00	2,50
3,5	0,94	0,94	1,00	1,50	1,75	2,00	2,50
4	1,00	1,00	1,00	1,50	1,75	2,00	2,50
5	1,12	1,12	1,12	1,50	1,75	2,00	2,50
6	1,22	1,22	1,22	1,50	1,75	2,00	2,50
7	1,32	1,32	1,32	1,50	1,75	2,00	2,50
8	1,41	1,41	1,41	1,50	1,75	2,00	2,50
9	1,50	1,50	1,50	1,50	1,75	2,00	2,50
10	1,58	1,58	1,58	1,58	1,75	2,00	2,50
12	1,73	1,73	1,73	1,73	1,75	2,00	2,50
14	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	2,00	2,50
16	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50
18	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,12	2,50
20	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,24	2,50
22	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,50
24	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,50
25	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Samengestelde afvoer = $0,5 \times \sqrt{\sum \text{basisafvoeren}}$							

Tabel B Technisch handboek Dyka binnenriolering

Tabel C: Afvoercapaciteit verzamelleiding in liters per seconde (l/s).

Afvoercapaciteit verzamel- en grondleiding									
Diameter (mm)	f = 1				f = 0,85				Diameter (mm)
	Leiding afschot / verhang								
	1:50 20 mm/m	1:100 10 mm/m	1:133 7,5 mm/m	1:200 5 mm/m	1:50 20 mm/m	1:100 10 mm/m	1:133 7,5 mm/m	1:200 5 mm/m	
50	0,69	-	-	-	0,59	-	-	-	50
63	1,39	0,98	0,85	0,69	1,18	0,84	0,72	0,59	63
75	2,32	1,64	1,42	1,16	1,97	1,40	1,21	0,99	75
90	3,94	2,78	2,41	1,97	3,35	2,37	2,05	1,67	90
110	6,28	4,44	3,85	3,14	5,34	3,78	3,27	2,67	110
125	9,56	6,75	5,85	4,78	8,12	5,74	4,97	4,06	125
160	18,54	13,10	11,35	9,27	15,76	11,14	9,65	7,88	160

Tabel C Technisch handboek Dyka binnenriolering

Bijlage 3: Controle maximale lengte verzamelleiding

Tabel D: Maximum lengte verzamelleiding

Maximum leidinglengte liggende afvoer leidingen ter beperking van verstoppingen					
Aangesloten toestellen (Basisafvoeren staan vermeld in tabel A)	Leidingdiameter	Afschot		Maximum leiding- lengte aansluit- + verzamelleiding	Maximaal gesom- meerde richtings- verandering
	[mm]	[-]	[mm/m]	[m]	[°]
1 closet, spoelvolume ≥ 7 liter per seconde, plus 1 lozingstoestel $< 0,75$ liter per seconde	110	1:200 1:100 1:50	5 10 20	5 8 12	135 135 135
1 closet, spoelvolume < 7 l/s en ≥ 6 liter per sec., plus 1 lozingstoestel $< 0,75$ liter per sec.	90	1:200 1:133 1:100	5 7,5 10	5 8 12	135 180 180
1 closet + 1 lozingstoestel $\geq 0,75$ liter per sec.	110	*	*	Geen beperking	Geen beperking
2 lozingstoestellen (geen closet), waarvan 1 lozingstoestel $< 0,5$ liter per sec.	Berekenen	*	*	12	**
1 lozingstoestel (geen closet)	Berekenen	*	*	12	**
De maximale lengte wordt beperkt door het benodigde afschot in relatie tot de beschikbare ruimte in de vloer.					

* = Keuze afschot vrij binnen toelaatbare grenzen binnenriolering

** = Controleerbaar met behulp van tabel C

Tabel D Technisch handboek Dyka binnenriolering