

ADVIESRAPPORT

INTEGRALE OPDRACHT HBO BACHELOR BOUWKUNDE - FASE 2



N. Monsengo

06-08-2023

Studentennummer: 4844777

Instituut: NCOI

Opleiding: Bouwkunde

Module: Integrale Opdracht HBO Bachelor Bouwkunde Fase 2

VOORWOORD

Een paar maanden terug heb ik een Energie & Installatie- adviesrapport gemaakt in opdracht van het Instituut NCOI. Het betreft een adviesrapport over de hoekwoning aan Dorpsdijk 181 in Rhoon. Dit rapport is een vervolg op het eerste rapport.

Momenteel ben ik nog studente aan NCOI. Bij het maken van dit adviesrapport krijg ik de mogelijkheid om alle kennis die ik tot nu toe heb opgenomen te toetsen op een fysieke woning. Bij het maken van het voorgaande adviesrapport heb ik de mogelijkheid gekregen om de woning te fotograferen en te bestuderen. Dit was nodig, omdat de gemeente geen bouwtekeningen had van de woning.

Daarvoor wil ik mijn goede vriend Silvano bedanken. Hij heeft zijn woning beschikbaar gesteld voor mij. En natuurlijk bedank ik ook het instituut voor het geven van de mogelijkheid om meer te leren over de renovatie van een woning, die ook moet voldoen aan de BENG-eisen.

*- Nadia Monsengo
Den Haag, 10 augustus 2023*

SAMENVATTING

Door de jaren heen, heb ik in Nederland verschillende type woningen ervaren, zowel persoonlijk als woningen van familie en vrienden. Het is mij opgevallen dat vele woningen geen goede of helemaal geen isolatie hebben. Dit gaat voornamelijk over oude huurwoningen. Woningen van woningcorporaties en particulieren woningen. Helaas zijn er nog te veel woningeigenaren en woningcorporaties die niet werken aan de verbetering van de huurwoningen. Als bouwkundige is het interessant om te onderzoeken wat er gedaan kan worden om deze woningen energiezuinig te maken en hierover een adviesrapport te schrijven.

Een paar maanden geleden is er een adviesrapport geschreven over dezelfde woning. Dit adviesrapport is een vervolg op het eerste adviesrapport. In dit adviesrapport wordt naast de installatie gekeken naar hoe de woning qua constructieopbouw energiezuinig gemaakt kan worden. Er wordt gekeken naar de materialen en eigenschappen van de huidige constructieopbouw: De fundering, de gevel en het dak. Woningen in Nederland werden voor de jaren 70 op houten palen gefundeerd en via de traditionele bouwmethode gebouwd, namelijk stapelbouw. De vloeren waren van hout, het dak was grotendeels van hout en de gevel bestond uit een ongeïsoleerde spouwmuur.

Aan de hand van de staat van de woning op dit moment en de eisen vanuit de opdrachtgever en de wetgeving, ben ik gaan kijken naar de mogelijkheden voor een alternatief. Er is gekozen voor gietbouw in combinatie met montagebouw. Montagebouw voor het plaatsen van prefab sandwich-dakelementen en het plaatsen van (geïsoleerde) breedplaatvloeren en gietbouw voor het bouwen van nieuwe dragende binnenmuren en het storten van beton op breedplaatvloeren. De glazen van de ramen worden vervangen door HR++ glazen of driedubbel glas en de frame van de kozijnen worden vervangen door een PVC raamprofiel. De deuren kunnen geïsoleerd worden door onder andere gebruik te maken van tochtstrips en tochtbanden.

Qua installatie kunnen we concluderen dat de woning naast een elektrische warmtepomp en een balansventilatie ook zonnepanelen en een zonneboiler nodig heeft om de woning te voorzien van de nodige energiebehoefte en het terugwinnen van energie.

In de RC-berekeningen is te zien dat het dak, de vloeren en de spouwmuur voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit. Afgeleid van de berekeningen die gemaakt zijn in Uniec 3 kunnen we ook concluderen dat in de aangepaste woning de energiebehoefte de eis niet overtreft, er wordt minder primaire fossiele energie gebruikt dan wat is toegestaan en het aandeel hernieuwbare energie is hoger dan 50%. 50% hernieuwbare energie is de minimale BENG-eis. Het advies is dan ook om gebruik te maken van de materialen en installaties in dit rapport.

INHOUDSOPGAVE

VOORWOORD	1
SAMENVATTING	2
INHOUDSOPGAVE	3
INLEIDING	4
INHOUD	5
STAP 1: BESCHRIJVINGEN	5
Fundering	5
Constructieopbouw/Bouwmethode	6
Dak en gevelconstructie	6
Detailtekeningen	7
STAP 2: PROGRAMMA VAN EISEN	8
STAP 3: BOUWKUNDIG ALTERNATIEF	8
Bouwmethode	8
Bouwfysica	8
Installatietechniek	10
STAP 5: ONDERBOUWING ALTERNATIEF & BEREKENINGEN	11
Rc-berekeningen (dak, gevel en begane grondvloer)	11
Ventilatieberekeningen	11
Globale opzet energiebehoefte en energieopwekking	11
STAP 5: ONDERBOUWING ALTERNATIEF & BEREKENINGEN	11
Advies	11
Knel- of Aandachtspunten	12
LITERATUURLIJST	13
BIJLAGE 2: FOTO'S HUIDIGE WONING	14
BIJLAGE 3: PROGRAMMA VAN EISEN - BENG	15
BIJLAGE 4: BEREKENING WARMTEWEERSTAND WONING ALTERNATIEF	18
BIJLAGE 5: VENTILATIEBEREKENING	21
BIJLAGE 6: RESULTAAT ENERGIEGEBRUIK EN BEHOEFTE	25

INLEIDING

In Nederland wonen er nog veel mensen in slecht geïsoleerde woningen. Voornamelijk woningen met enkel glas, maar ook genoeg woningen zonder de juiste vloer-, muur- of dak isolatie. Er zijn zelfs woningen die dat geheel missen. Volgens een NOS nieuwsartikel uit 2022 heeft één op de 6 particulieren huurwoningen enkelglas in de woonkamer en een kwart van de huurder enkel glas in de slaapkamers. Een huurder kan dit probleem niet oplossen. Dit moet opgelost worden door de eigenaar of door de woningcorporatie. In mijn omgeving zijn er vrienden en familieleden die in dergelijke woningen wonen. De woning in dit verslag is een woning die gehuurd wordt door een goede vriend. De woning is gebouwd in 1960. Voor 1975 werden woningen niet geïsoleerd. Een aantal woningen hadden een spouwmuur, maar geen isolatie in de spouwmuur. Een slecht geïsoleerde woning zorgt voor veel energieverbruik zonder daadwerkelijke opwarming van de woning. De woning lekt zogezegd.

Er moet een oplossing gevonden worden voor het bovenstaande probleem. Een oplossing is de woning zodanig te renoveren dat het voldoet aan de BENG-eisen.

De centrale vraag luidt dat ook als volgt: ***“Hoe kan de woning aan de Dorpsdijk 181 in Rhooon zodanig gerenoveerd worden dat het voldoet aan de BENG-eisen?”***

In het eerste hoofdstuk van het adviesrapport kijken we naar de materialen en eigenschappen van de elementen van de huidige woning. Namelijk de fundering, bouwmethode, dak en gevelconstructie. Waaruit zijn de materialen gemaakt en wat zijn de eigenschappen van deze materialen? Ter verduidelijking zijn bouwkundige details en foto's toegevoegd in de bijlagen.

In hoofdstuk 2 is een Programma van Eisen opgesteld, bestaande uit functionele- technische en prestatie-eisen. In het programma staan de wensen van de opdrachtgever en de eisen die gesteld worden vanuit de wetgeving.

Nadat de huidige staat van de woning en de wensen van de opdrachtgever duidelijk zijn, wordt er gekeken naar een mogelijkheid om de woning te renoveren zodat het voldoet aan de BENG-eisen. Deze informatie is terug te vinden in het derde hoofdstuk. De aspecten die terugkomen in dit hoofdstuk zijn de bouwmethode, bouwfysica en installatietechniek.

Het vierde hoofdstuk is voorzien van detailtekeningen, die laten zien hoe de constructiedelen van het gerenoveerde woning in elkaar zitten. De detailtekeningen zijn ook toegevoegd in de bijlage.

Naast een mooi verhaal van de nieuwe woningvariant en een aantal detailtekeningen is het ook belangrijk om te laten zien aan de hand van de berekeningen of de nieuwe variant daadwerkelijk voldoet aan de BENG-eisen. Dit wordt gedaan door Rc-berekeningen en ventilatieberekeningen te maken en een globale opzet van de energiebehoefte en opwekking. Het laatste is uitgevoerd door gebruik te maken van het programma Uniec 3.

Uiteindelijk wordt er in het laatste hoofdstuk een geconcludeerd, onderbouwd advies gegeven over de gekozen methode en de mogelijke knelpunten en aandachtspunten die voorkomen bij de renovatie van Dorpsdijk 181 in Rhooon.

INHOUD

STAP 1: BESCHRIJVINGEN

Dit adviesrapport is een vervolg op het adviesrapport BENG-ENERGIE van de module Energie & Installatie. De gebruikte woning is een hoekwoning aan Dorpsdijk 181, in 3161 Rhoon. Rhoon is onderdeel van de gemeente Albrandswaard.

Kleine Samenvatting: De woning is gebouwd in 1960, heeft een oppervlakte van 78m² en heeft geen energielabel. Omdat de gemeente had aangegeven geen bouwtekeningen te hebben van de woning, zijn bepaalde informatie over de woning gebaseerd op online onderzoek.

Fundering

Materiaal + Eigenschappen

Woningen voor de jaren 70 werden gebouwd op houten funderingen. In Nederland bestonden houten funderingspalen uit naaldhout. Een houtsoort die gevoelig is voor bacteriën en schimmels.¹ De funderingsmethoden “fundering op palen” bestonden toen uit de Amsterdamse methode en de Rotterdamse methode. Omdat Rhoon in de buurt van Rotterdam is, ga ik ervan uit dat bij deze woning de Rotterdamse methode is gebruikt. Bij deze methode bestaat de fundering uit de houten paal, langshout, schuifhout en daarboven het metselwerk.

De eigenschappen van houten funderingspalen, hout in het algemeen, en naaldhout zijn als volgt:

Houten funderingspalen	Hout in het algemeen	Naaldhout
<ul style="list-style-type: none">• Ze zijn milieuvriendelijk en kunnen hergebruikt worden• Het gewicht van de palen is laag, waardoor het makkelijk verplaatst kan worden en weinig mankracht nodig is om te heien.• Heien met houten funderingspalen veroorzaakt weinig geluidsoverlast• Hebben een laag draagvermogen. Ong. 80-120 kN• Wordt alleen onder water toegepast.	<ul style="list-style-type: none">• Duurzaam• Brandbaar• Lage inbrandingssnelheid• Sterk• Licht• Biologisch (natuurlijk) materiaal• Hout is taai en buigzaam• Hout zwelt en krimpt• Hout is hygroscopisch: De houtvochtigheid pas zich aan de vochtigheid van de omgeving	<ul style="list-style-type: none">• Snelle groei• Zachte houtsoort (in vergelijking met loofhout)• Gele kleur/lichte kleur• Heeft hars• Heeft een grove structuur• Heeft duidelijke groeiringen• Heeft brede groeiringen• Heeft een harde structuur• Heeft veel noesten

23

¹ van Kuijeren, F. (2021, 18 april) *Bouwkundige gebreken bij woningen uit de jaren 60 en jaren 700*, VK Makerlaars, <https://vkmakelaars.nl/blog/bouwkundig-advies/bouwkundige-gebreken-woningen-jaren-60-70/>

² Bone, A.H.L.G. (2021). *Basisboek Bouwkunde (5e druk)*. ThiemeMeulenhoff bv

³ *Houteigenschappen*, z.d. Geraadpleegd op 15 september 2023 van DPV Parket, <http://www.dpvparket.nl/houteigenschappen/>

Constructieopbouw/Bouwmethode

Materiaal + Eigenschappen

Voor de woning is na mijn inschatting de traditionele bouwmethode/stapelbouw gebruikt. Dit is een bouwmethode waarbij alles op de bouwplaats wordt gebouwd. De stenen worden 1 voor 1 op elkaar gestapeld. Deze bouwmethode komt veel voor bij laagbouwoningen bestaande uit metselwerk. Het binnenspouwblad bestaat dan uit kalkzandsteen (tegenwoordig wordt dit standaard gebruikt voor binnenmuren) en het buitenspouwblad bestaat uit bakstenen. De exacte typen gebruikte bakstenen is onbekend. De kans is groot dat de binnenwanden ook bestaan uit metselwerk van bakstenen.

De type vloer die tegenwoordig het meest voorkomt bij stapelbouw zijn breedplaatvloer of een kanaalplaatvloer⁴ Begin jaren 60 werden echter voor woningen nog houten vloeren toegepast. Pas vanaf midden jaren 60 werden ongeïsoleerde kweekvloeren of mantelvloeren toegepast. Een kweekvloer is een vloer die bestaat uit gewapend prefab beton, waarbij calciumchloride werd gebruikt voor het verharden van de vloer.⁵

In de tabel hieronder staan de eigenschappen van breedplaatvloer en kanaalplaatvloer.

Breedplaatvloer	Kanaalplaatvloer
<ul style="list-style-type: none">• Maximale overspanning is 8 -10m• Breedte is 2, 3, 5 of 7 m• Dikte is 200 - 300 mm• Heeft grote vormvrijheid• Heeft tralieliggers die werken als hoofdwapening, hijsmiddel en zorgen voor sterkte en stijfheid• Hebben een groot gewicht.• Montage duurt lang• Kan makkelijk leidingwerk opnemen in de druklaag• De naden zijn niet te zien	<ul style="list-style-type: none">• Grote overspanning• Gebruik van weinig grondstoffen• Snelle montage• Lage kosten• Hebben holle kanalen• Kunnen hoge belastingen dragen• Dikte: 135 tot 500 mm• Breedte: 600 of 1200 mm• Lengte: 5 t/m 18 m• Laag eigen gewicht• Beschikbaar met of zonder (thermische) isolatie aan de onderkant.• Heeft naden die moeten worden afgewerkt.• Zijn luchtdicht

67

Dak en gevelconstructie

Materiaal + Eigenschappen

Dak: Het dak van de woning is een zadeldak, type afgerond zadeldak. Het zadeldak is opgebouwd uit een houten kapconstructie, een houten dakbeschot en een dakbedekking bestaande uit dakpannen. Isolatie

⁴ Stapelbouw, z.d. Geraadpleegd op 15 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/stapelbouw.shtml>

⁵ Kweekvloer, z.d. Geraadpleegd op 15 september 2023 van Wikipedia, <https://nl.wikipedia.org/wiki/Kweekvloer>

⁶ Breedplaatvloer, Bekistingsplaatvloer, z.d., Joost de Vree, Geraadpleegd op 16 september van <https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

⁷ Kanaalplaatvloer, z.d. Geraadpleegd op 16 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/kanaalplaatvloer.shtml>

werd pas vanaf 1975 toegepast in daken. Uitgaande van de genomen foto van de binnenkant van de woning, zie foto's in bijlage 2, zou ik zeggen dat dit gaat om een gordingen dakconstructie en geen spantendak, omdat de horizontale balken in de lengterichting lopen en het dakbeschoot daarop is geplaatst.⁸ Het is niet zeker of het dak van de woning vanaf het bouwmoment tot op heden is geïsoleerd. Uit de gesprekken gevoerd met de bewoner en mijn eigen ervaring in het huis, durf ik te zeggen dat het dak niet is geïsoleerd of de juiste isolatie is niet toegepast.

Gevel: De gevel van de woning bestaat uit een spouwmuur. Het buitenspouwblad bestaat uit metselwerk van bakstenen. Het materiaal van de binnenmuur is onbekend. Kalkzandsteen is een bekend materiaal dat gebruikt wordt als dragende- en niet-dragende binnenmuren, maar werd pas in de jaren 70 gebruikt in de woningbouw en geïntroduceerd op de Jaarbeurs.⁹ De kans is groot dat de binnenmuur ook bestaat uit metselwerk van bakstenen. Gezien er geen bouwtekeningen aanwezig zijn, is dit niet met 100% zekerheid te zeggen.

De eigenschappen van de dakconstructie en het dakbeschoot (plaatmateriaal, tengels en panlatten) zijn niet toegevoegd in de onderstaande tabel, omdat het materiaal bestaat uit hout. De eigenschappen van hout staan beschreven in de tabel onder de titel "Fundering". Hieronder staan de eigenschappen van keramische dakpannen en bakstenen beschreven:

Dakbedekking: Dakpannen (keramisch)	Bakstenen
<ul style="list-style-type: none"> ● Onbrandbaar ● Duurzaam ● Handzaam ● Weersbestendig ● Betaalbaar ● Lange levensduur ● Authentieke uitstraling 	<ul style="list-style-type: none"> ● Hoge drukweerstand ● Vorstbestendig ● Herbruikbaar ● Kan warmte vasthouden en afgeven ● Duurzaam ● Flexibel: Geschikt voor vele werksoorten ● Krimpt niet ● Geluidsisolerend ● Brandwerend ● Beschikbaar in verschillende kleuren

101112

Detailtekeningen

De detailtekeningen zijn toegevoegd in bijlage 1 en de foto's in bijlage 2. Uit de foto's is niet volledig te zien wat de bouwmethode is, behalve de foto's waarbij je een deel van het dak aan de binnenkant ziet en

⁸ D. Jaren 60 en 70, z.d. Geraadpleegd op 16 september 2023 van Duurzaam010, <https://duurzaam010.nl/thema/jaren-60-en-70/>

⁹ Kalkzandsteen, z.d. Geraadpleegd op 16 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/kalkzandsteen.shtml>

¹⁰ Dakpannen: soorten + prijs, z.d. Geraadpleegd op 16 september 2023 van Mijn Dak Dekker <https://www.mijn-dakdekker.nl/dakbedekking/dakpannen>

¹¹ Kalkzandsteen, z.d. Geraadpleegd op 16 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/kalkzandsteen.shtml>

¹² Baksteen, algemeen, z.d. , Joost de Vree, Geraadpleegd op 16 september 2023 van https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/baksteen_algemeen.htm#Voornaamste%20eigenschappen%20van%20baksteen

de buitenmuur, bestaande uit metselwerk bakstenen.

STAP 2: PROGRAMMA VAN EISEN

Het programma van eisen is toegevoegd in de bijlage.

STAP 3: BOUWKUNDIG ALTERNATIEF

Volgens de BENG-eisen moet de woning aan de volgende eisen voldoen:

BENG 1 - Maximale energiebehoefte:	Max 25 kWh/m ² /jaar
BENG 2 - Primair fossiel energiegebruik:	Onder de 25 kWh/m ² /jaar
BENG 2 - Aandeel hernieuwbare energie:	Minstens 50% gebruik maken van hernieuwbare energie zoals zonnepanelen of windenergie. ¹³

Bouwmethode

De huidige bouwmethode is stapelbouw. Een bouwkundig alternatief qua bouwmethode is gietbouw in combinatie met montagebouw (prefab). Hierbij worden op de bouwplaats bekistingen gestort met betonmortel, waarbij de dragende vloer en binnenwanden aan elkaar vastzitten. Gietbouw wordt vaker gebruikt bij het bouwen van een reeks woningen. De woning in dit adviesrapport is één hoekwoning, waardoor het gebruik van gietbouw anders verloopt. De muren en vloeren worden niet samen gegoten (tunnelbekisting). Dit is wel mogelijk, maar komt eerder voor bij een reeks woningen in plaats van één woning. Voor de desbetreffende woning worden de binnenmuren gegoten en voor de vloeren wordt een systeemvloer gebruikt.¹⁴ Voor deze woning is een breedplaatvloer als systeemvloer de beste keuze, omdat een breedplaatvloer grote vormvrijheid heeft. Het toepassen van sparingen is niet moeilijk en er is ruimte in de vloer om leidingen en kabels te verwerken.¹⁵ Daarnaast kan de vloer ook als begane grondvloer gebruikt worden, mits er isolatie wordt toegepast onder de vloer. Ook kan de vloer als dakvloer gebruikt worden. De binnenmuur wordt achteraf aan de buitenzijde bedekt met isolatie en een buitenspouwblad bestaande uit metselwerk. Het dak wordt bedekt met isolerende sandwichelementen (prefab) en dakpannen.

Voor de alternatieve bouwmethode worden andere, zwaardere materialen gebruikt. Dit houdt in dat de fundering, om de belasting door te geven aan de draagkrachtige grond, vervangen moet worden door een betonnen fundering met een bredere funderingsbalk. Dit is weergegeven in de detailtekening van de nieuwe variant.

Bouwfysica

Om de woning te laten voldoen aan de BENG-eisen zijn de volgende alternatieven realiseerbaar:

1. Allereerste moet de woning aan de volgende eisen van het Bouwbesluit voldoen:
 - a. Rc-waarde begane grondvloer: >3,7 m²K/W
 - b. Rc-waarde gevel: >4,7 m²K/W
 - c. Rc-waarde dak: >6,3 m²K/W
 - d. U-waarde gevelopeningen: <1,65 W/m²K

¹³ Wat is BENG en wat houden de BENG eisen in, z.d. Geraadpleegd op 25 september 2023 van van Schijndel Bouwgroep, <https://vanschijndel-bouwgroep.nl/nieuws/wat-is-beng/>

¹⁴ Gietbouw, z.d. Geraadpleegd op 25 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/gietbouw.shtml>

¹⁵ Breedplaatvloer, Bekistingsplaatvloer, z.d., Joost de Vree, Geraadpleegd op 25 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

- e. De scheidingsconstructie tussen een verwarmde en onverwarmde ruimte moet ook minimaal $>4,7 \text{ m}^2\text{K/W}$ zijn
2. De houten begane grondvloer vervangen door een systeemvloer, zoals een breedplaatvloer, met daaronder de bevestiging van isolatie. Een breedplaatvloer bestaat uit gewapende geprefabriceerde betonplaat, tralieliggers, wapeningsnet en een gewapende betonlaag. Beton is een materiaal die goed kan isoleren, warmte kan opslaan en het is vochtbestendig.¹⁶
 3. De houten verdiepingsvloer ook vervangen door een breedplaatvloer, met isolatie eronder en afgewerkt met plafond gipsplaten.
 4. Voor de dakvloer geldt hetzelfde als punt 2.
 5. Een alternatief voor het dak zelf is gebruikmaken van geïsoleerde sandwichelementen, zoals Unidek Aero DeLuxe. Deze elementen zijn geprefabriceerd en hebben een dikke isolatielaag van 19mm en een Rc-waarde van 6,09 tot 7,01 $\text{m}^2\text{K/W}$. Plus het gebruik maken van sandwichelementen bespaart tijd.¹⁷
 6. Een alternatief voor de gevel is het toevoegen van isolatie in een spouwmuur. De gevel wordt geïsoleerd en bij de aansluiting van de gevel met het dak zit er ruimte, zodat er ventilatie in de spouw voorkomt. Het toevoegen van een open stootvoeg bij de dakaansluiting, boven het maaiveld en boven de fundering zal ook zorgen voor de ventilatie in de spouw en afvoer van regenwater.
 7. Een alternatief voor de binnenmuur is het gebruiken van betonmortel om een dragende muur te maken. Het beton wordt gestort in een bekisting. Beton is een materiaal van grote massa. Het kan goed warmte vasthouden en op een later moment afgeven. Het vermindert energieverbruik voor verwarming en koeling, waardoor energiekosten worden bespaard. Het vermindert ook piektemperaturen waardoor minder of geen airconditioning nodig is. Door weinig energieverbruik draagt het bij aan de vermindering van het broeikas-effect.
 8. Voor de gevelopeningen moeten in plaats van enkele of dubbele glazen, HR++ of triple glas toegepast worden. HR++ heeft een coating en isolerende gas tussen de glazen, wat zorgt voor isolatie. Triple glas ook, alleen heeft triple glas 3 glasplaten. Een andere duurdere optie is vacuümglas.
 9. Naast de glazen zelf, moet er gelet worden op het gehele raam. Volgens de EPB (Energy Performance of Buildings¹⁸) mag een raam maximaal een U-waarde/warmtedoorgangscoefficient hebben van 1,5 $\text{W/m}^2\text{K}$ zijn. De volledige U-waarde (U_w) wordt bepaald

U-WAARDE RAMEN

U-waarde profiel (U_f) ?

W/m²K

U-waarde glas (U_g) ?

W/m²K

thermisch verbeterde afstandhouders? ?

U-waarde geheel (U_w) ?

W/m²K

BEREKEN

¹⁶ Breedplaatvloer, Bekistingsplaatvloer, z.d., Joost de Vree, Geraadpleegd op 25 september 2023 van Joost de Vree, <https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

¹⁷ Unidek Aero Deluxe z.d., Kingspan, Geraadpleegd op 25 september 2023 van Kingspan, <https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/unidek/products/netherlands/unidek-aero-deluxe/kingspan-unidek-aero-deluxe-product-data-sheet-nl-nl.pdf>

¹⁸ Eerste deel Europese EPB normen gepubliceerd, 27 juni 2017, Gebouwenenergieprestatie <https://www.gebouwenenergieprestatie.nl/veelgestelde-vragen/>

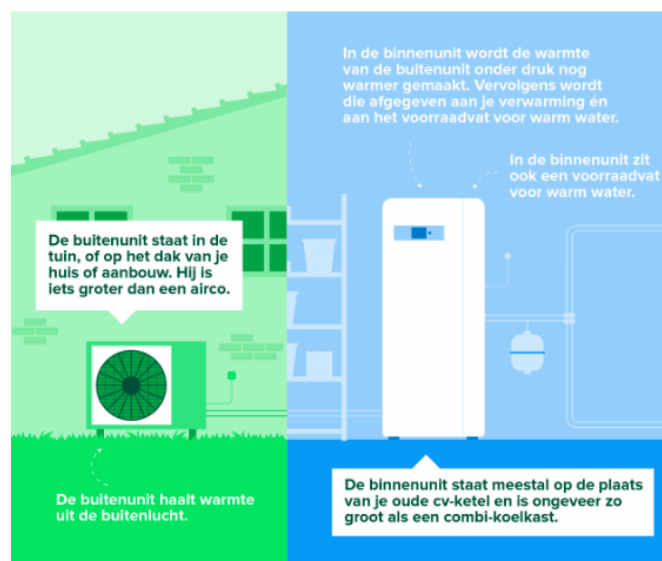
door glas (Ug-waarde), profiel(Uf-waarde) en afstandhouders. Het glas mag een maximale warmtedoorgangscoefficiënt hebben van 1,1 W/m²K. Bij het gebruik van een PVC-raamprofiel in combinatie met driedubbel glas en thermisch verbeterde afstandhouders komen we uit op een U-waarde van 1,20 W/m²K. Dit valt binnen de eis van 1,5 W/m²K¹⁹.

10. Wat betreft de deuren is er voor een deur geen alternatief nodig. Dezelfde deuren kunnen gebruikt worden met een zorgvuldige isolatiemethode. Een deur isoleren kan door tochtstrips en tochtbanden toepassen, door het plaatsen van brievenbusborstel- of klep of het vervangen van een deurkozijn.²⁰

Installatietechniek

Verwarming

Momenteel is de vr-combiketel van Vaillant de warmtebron van de woning. Het voorziet van zowel warm water in de douche en keuken als de temperatuur in het huis. Een alternatief voor deze methode is elektrische warmtepomp. De elektrische warmtepomp bestaat uit 2 delen: Een buitenunit en een binnenunit. De buitenunit neemt (warme) lucht, bodem of grondwater op en geeft dit door aan de binnenunit, die deze vervolgens verder opwarmt. Voor warm water is er een voorraadvat aanwezig in de binnenunit. De enige conditie voor het gebruik maken van een elektrische warmtepomp is dat de woning volledig en heel goed geïsoleerd moet zijn, omdat een elektrische pomp alleen temperaturen levert tussen de 45 tot 55 graden.²¹



Ventilatie

De ventilatie in de woning wordt momenteel gereguleerd door systeem A (natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer) en systeem C (natuurlijke toevoer en mechanische afvoer). Een aantal ramen in de woning hebben een ventilatierooster aan de bovenkant en een mechanische afvoer tegen het plafond in de badkamer en toilet. Een alternatief hiervoor is de balansventilatie met een warmte terugwinning systeem (WTW). De balansventilatie zorgt ervoor dat de aanvoer en afvoer van lucht gelijk is en met de toevoeging van een CO₂- en vocht sensor, wordt de exacte hoeveelheid lucht in de gaten gehouden en bijgewerkt. Bijvoorbeeld ten tijde van koken, douchen of wanneer er meer mensen aanwezig zijn in de woning dan normaal.²² De WTW (warmte terugwin unit) zorgt ervoor dat de koude lucht die binnenkomt

¹⁹ Wat betekent de mysterieuze U-waarde, z.d., Geraadpleegd op 02 oktober 2023 van Kwadro, <https://www.kwadro.be/nl/blog/wat-betekent-de-mysterieuze-u-waarde#:~:text=Volgens%20de%20EPB%20Dregelgeving%20mag,zijn%20dan%201.5W%2Fm%C2%B2K.>

²⁰ Dubbel glas, HR glas, Triple glas en vacuümglas, z.d., Geraadpleegd op 02 oktober 2023 van Milieu Centraal, <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-triple-glas/>

²¹ Volledig elektrische warmtepomp, z.d., Geraadpleegd op 02 oktober 2023 van Milieu Centraal, <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/>

²² Energiezuinig Ventileren, z.d., Geraadpleegd op 02 oktober 2023 van Feenstra, <https://www.feenstra.com/ventilatie/energiezuinig/#:~:text=Balansventilatie%20is%20een%20energiezuinige%20vorm,over%20een%20warmte%20terugwin%20systeem.>

wordt opgewarmd met de warmte van de lucht die wordt afgevoerd. In elke ruimte wordt een ventiel geplaatst.

STAP 4: DETAILTEKENINGEN ALTERNATIEVE WONING

De detailtekeningen (funderingsdetail inclusief begane grondvloer, dakranddetail, kozijndetail en vloer-geveldetail) zijn toegevoegd in de bijlage.

STAP 5: ONDERBOUWING ALTERNATIEF & BEREKENINGEN

Rc-berekeningen (dak, gevel en begane grondvloer)

Warmteweerstand

Om te voldoen aan de BENG-eisen, is het belangrijk dat de woning voldoet aan de volgende warmteweerstand volgens het Bouwbesluit:

- Dakvloer: Een warmteweerstand van ten minste 3,7 m² x K/W
- Begane grondvloer: Een warmteweerstand van ten minste 3,7 m² x K/W
- Spouwmuren: Een warmteweerstand van ten minste 4,7 m² x K/W
- Dak: Een warmteweerstand van ten minste 6,3 m² x K/W

Voor de warmteweerstanden gelden de volgende regels:

- Warmtegeleidingscoëfficiënt (λ -waarde): Hoe hoger deze is, hoe beter de geleiding is en dus een slechtere isolatie.
- Dikte: Hoe dikker het materiaal, hoe beter de warmteweerstand van het materiaal.

De berekeningen van de warmteweerstanden van de bouwkundig alternatieven zijn toegevoegd in bijlage 4. Uit deze berekeningen is te zien dat de warmteweerstanden van de verschillende constructieonderdelen voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit.

Ventilatieberekeningen

De ventilatieberekeningen zijn toegevoegd in bijlage 5.

Globale opzet energiebehoefte en energieopwekking

In Uniec 3 zijn de gegevens van de woning en de benodigde installaties ingevoerd om op een energielabel A+++ te komen. Het resultaat is toegevoegd in bijlage 6. Hierin is ook de energiebehoefte en opwekking te zien.

STAP 5: ONDERBOUWING ALTERNATIEF & BEREKENINGEN

Advies

Het renoveren van een woning kan op verschillende manieren. Er is gekozen voor gietbouw in combinatie met montagebouw (prefab), omdat dat de snelste methode is. Bij gietbouw moet een groot deel van de woning wel gesloopt worden. Een andere optie zou zijn geweest om voorzetwanden te plaatsen tegen de buitenwanden, maar het nadeel daarvan is dat de woning aan de binnenkant kleiner wordt. Plus omdat de wand wordt afgewerkt met (gips)platen, is de kans op een koudebrug groter wanneer dat niet goed wordt gedaan, in tegenstelling tot een binnenmuur bestaande uit één geheel. De buitenmuur wordt ook gesloopt

en opnieuw op elkaar gestapeld. Dit wordt gedaan omdat gietbouw anders niet mogelijk is (er wordt bekisting gebruikt) en omdat het controleren van de buitenmuur op kwaliteit, scheuren en andere oneffenheden plus herstellen veel geld kost. Omdat het casco van beton wordt gemaakt levert het een bijdrage aan een gezond binnenmilieu, thermisch comfort en dus ook een lage energierekening.²³

Uit de berekeningen die gemaakt zijn om de energielabel te formuleren is geconcludeerd dat naast een elektrische warmtepomp de woning variant ook een zonneboiler en zonnepanelen (pv systeem) nodig heeft om aan de energiebehoefte te voldoen en tegelijkertijd hernieuwbare energie te produceren. Geadviseerd wordt om 6 PV panelen van Astroenergy toe te passen aan beide kanten van het dak. Voor de zonneboiler wordt geadviseerd het type Remasol Zonneboiler RemaSOL 200SE_2S(+2DB200) te nemen van het merk Remeha. Dit is een zonneboiler die voorverwarmt. De zonneboiler draagt bij aan thermische duurzame energie, voorziet van warm tapwater en heeft een back-up functie.

Knel- of Aandachtspunten

Bij de uitvoering van de woning variant moet er specifiek gelet worden op de volgende punten:

- De binnenmuur en vloeren zitten niet aan elkaar vast. Als de isolatie niet goed is geplaatst, kunnen koudebruggen en warmteverlies ontstaan tussen de constructieonderdelen. In verband met de werking van de elektrische warmtepomp mag dit absoluut niet voorkomen. Gebeurt dit wel, dan moet de elektrische warmtepomp vervangen worden door een ander type opwekker. De overgang tussen het dak en de gevels en de vloeren en gevels moeten ook in de gaten gehouden worden.
- Naast de constructieonderdelen geldt het bovenstaande ook voor transparante onderdelen (glas van ramen en deuren).²⁴ Een koudebrug kan ontstaan bij onvoldoende isolatie bij screens en rolluiken en wanneer isolatie wordt doorboord door leidingen. Dit mag absoluut niet voorkomen.

Advies koudebrug voorkomen

- Isolatie naadloos aansluiten door bijvoorbeeld aluminium tape te gebruiken.
- Spouwmuren schoon houden.
- Geen gaten in de isolatie
- Tape plaatsen waar tocht voorkomt.

²³ Buijt-Haverhals, D., (z.d.) Gietbouw, Appartemen & Eigenaar, Geraadpleegd op 20 oktober 2023 <https://www.appartementeneigenaar.nl/Bouwen-verbouwen/bouwtechniek/bouwmethoden-deel-2>

²⁴ Psi-waarde (z.d.). Joost de Vree, Geraadpleegd op 20 oktober 2023 van <https://www.joostdevree.nl/shtmls/psi-waarde.shtml>

LITERATUURLIJST

Boeken

Basisboek Bouwkunde, 5e druk derde oplage 2021, Thieme Meulenhoff - A.H.L.G Bone

Websites:

<https://nl.wikipedia.org/wiki/BENG>

<https://vkmakelaars.nl/blog/bouwkundig-advies/bouwkundige-gebreken-woningen-jaren-60-70/>

<http://www.dvpparket.nl/houteigenschappen/>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/stapelbouw.shtml>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Kwaaitaalvloer>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/kanaalplaatvloer.shtml>

<https://duurzaam010.nl/thema/jaren-60-en-70/>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/kalkzandsteen.shtml>

<https://www.mijn-dakdekker.nl/dakbedekking/dakpannen>

https://www.joostdevree.nl/bouwkunde2/baksteen_algemeen.htm#Voornaamste%20eigenschappen%20van%20baksteen

<https://vanschijndel-bouwgroep.nl/nieuws/wat-is-beng/>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/gietbouw.shtml>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/breedplaatvloer.shtml>

<https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/unidek/products/netherlands/unidek-aero-deluxe/kingspan-unidek-aero-deluxe-product-data-sheet-nl-nl.pdf>

<https://www.gebouwenergieprestatie.nl/veelgestelde-vragen/>

<https://www.kwadro.be/nl/blog/wat-betekent-de-mysterieuze-u-waarde#:~:text=Volgens%20de%20EPB%2Dregelgeving%20mag,zijn%20dan%201.5W%2Fm%C2%B2K.>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-triple-glas/>

<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/duurzaam-verwarmen-en-koelen/volledige-warmtepomp/>

<https://www.feenstra.com/ventilatie/energiezuinig/#:~:text=Balansventilatie%20is%20een%20energiezuinige%20vorm,over%20een%20warmte%2Dterugwin%20systeem.>

<https://www.appartementeneigenaar.nl/Bouwen-verbouwen/bouwtechniek/bouwmethoden-deel-2>

<https://www.joostdevree.nl/shtmls/psi-waarde.shtml>

BIJLAGE 2: FOTO'S HUIDIGE WONING



BIJLAGE 3: PROGRAMMA VAN EISEN - BENG

Functionele eisen	Prestatie eisen	Technische eisen
Bescherming bieden tegen neerslag, wind en andere extreme temperaturen (waterdicht en regenwerendheid)	BENG 1 - Maximale energiebehoefte: Energievraag van de woning beperken door te kijken naar de maximaal benodigde energie voor het opwarmen en afkoelen van de woning.	BENG 1 - Maximale energiebehoefte: Max 25 kWh/m ² /jaar
Bescherming bieden tegen binnendringende mensen en dieren.	BENG 2 - Primair fossiel energiegebruik: De nodige maximaal hoeveelheid primair fossiele brandstof voor het opwarmen, afkoelen, ventileren en het creëren van warm water voor de woning.	BENG 2 - Primair fossiel energiegebruik: Onder de 5 kWh/m ² /jaar
Een plek bieden waar men kan slapen, eten, rusten en eventueel werken.	BENG 2 - Aandeel hernieuwbare energie: Kijken naar <i>“het minimale aandeel hernieuwbare energie als percentage van het totale energieverbruik”</i>	BENG 2 - Aandeel hernieuwbare energie: Minstens 50% gebruik maken van hernieuwbare energie zoals zonnepanelen of windenergie.
Een plek met een comfortabele sfeer en luchtstroming	<i>“Een bouwwerk heeft een zodanige verlichtingsinstallatie dat het bouwwerk veilig kan worden gebruikt en verlaten.”</i>	<i>“Een verblijfsruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 0,7 dm³/s per m² vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm³/s.”</i>
Een plek waar men geen last heeft van geluid van buiten of de burens (geluidwerend)	<i>“Een bestaand bouwwerk heeft zodanige scheidingsconstructies dat de vorming van allergenen door vocht in verblijfsruimten, toiletruimten en badruimten voldoende wordt beperkt.”</i>	<i>“...heeft een verblijfsruimte met een opstelplaats voor een kooktoestel of met een opstelplaats voor een open verbrandingstoestel voor warm water een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 21 dm³/s.”</i>
De woning heeft geen koudebrug en warmteverlies	<i>“Een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsruimte, een toiletruimte of een badruimte is waterdicht.”</i>	<i>“Een toiletruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 7 dm³/s.”</i>
Een plek waar men op een duurzame manier warmte, energie en warm water kan opwekken	<i>“Een bestaand bouwwerk heeft een zodanige voorziening voor luchtverversing dat het ontstaan van een voor de gezondheid nadelige kwaliteit van de binnenlucht wordt voorkomen.”</i>	<i>“Een badruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 14 dm³/s.”</i>
Een woning die beschermt zowel tegen	<i>“De afvoer van binnenlucht uit een toiletruimte of een badruimte vindt</i>	<i>“Ten minste 21 dm³/s van de capaciteit van de afvoer</i>

de kou als tegen de hitte. (goede ventilatie)	<i>rechtstreeks naar buiten plaats."</i>	<i>van binnenlucht uit een verblijfsruimte waarin zich een opstelplaats voor een kooktoestel bevindt, wordt rechtstreeks naar buiten afgevoerd."</i>
Een brandveilig gebouw	<i>"Een bestaand bouwwerk heeft een voorziening voor het zo nodig snel kunnen afvoeren van sterk verontreinigde binnenlucht".</i>	<i>"Een verblijfsruimte heeft een spuivoorziening met een capaciteit van de spuiventilatie van ten minste 3 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die ruimte."</i>
	<i>"Een te bouwen bouwwerk is bijna energieneutraal."</i>	<i>"Een verticale uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte, heeft een warmteweerstand van ten minste 4,7 m² x K/W"</i>
	<i>"Een te bouwen bouwwerk is zodanig dat de belasting van het milieu door de in het bouwwerk toe te passen materialen wordt beperkt."</i>	<i>"Een horizontale of schuine uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte, heeft een warmteweerstand van ten minste 3,7 m² x K/W"</i>
	<i>"Een bouwwerk heeft een zodanige verlichtingsinstallatie dat het bouwwerk veilig kan worden gebruikt en verlaten."</i>	<i>"Een constructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte en een kruipruimte, met inbegrip van de op die constructie aansluitende delen van andere constructies, voor zover die delen van invloed zijn op de warmteweerstand, heeft een warmteweerstand van ten minste 3,7 m² x K/W"</i>
	<i>Een verlichtingsinstallatie is aangesloten op een voorziening voor elektriciteit.</i>	<i>"Een inwendige scheidingsconstructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte, en een ruimte die niet wordt verwarmd of die wordt verwarmd voor uitsluitend een ander doel dan het verblijven van personen, heeft een warmteweerstand van ten minste 4,7 m² x K/W".</i>
	<i>Een bouwwerk met een voorziening voor het afnemen en gebruiken van energie heeft een veilige voorziening voor het afnemen en gebruiken van energie.</i>	<i>"Ramen, deuren en kozijnen hebben een warmtedoorgangscoefficiënt van ten hoogste 2,2 W/m²•K."</i>

	<p><i>Een voorziening voor elektriciteit is aangesloten op het distributienet voor elektriciteit indien:</i></p> <p><i>a. de aansluitafstand niet groter is dan 100 m, of</i></p> <p><i>b. de aansluitafstand groter is dan 100 m en de aansluitkosten niet hoger zijn dan bij een aansluitafstand van 100 m.</i></p>	<p>“De gemiddelde warmtedoorgangscoefficiënt van de ramen, deuren en kozijnen van een bouwwerk is, bepaald ten hoogste 1,65 W/m²•K.”</p>
	<p><i>Een bouwwerk met een voorziening voor drinkwater of warmwater heeft een voorziening voor drinkwater of warmwater die de gezondheid niet nadelig beïnvloedt.</i></p>	<p>De luchtvolumestroom van het totaal aan verblijfsgebieden, toiletruimten en badruimten van een gebruiksfunctie is niet groter dan 0,2 m³/s.</p>
	<p><i>Een voorziening voor warmwater voldoet aan NEN 1006.</i></p>	<p>Bij het vernieuwen of vervangen van isolatielagen geldt een warmteweerstand van ten minste 2,6m².K/W voor een vloer, 1,4 m².K/W voor een gevel en 2,1m².K/W voor een dak. Bij het vernieuwen of vervangen van ramen, deuren en kozijnen een warmtedoorgangscoefficiënt van ten hoogste 2,2W/m².K.</p>
	<p><i>Een luchtsponw groter dan 40 mm</i></p>	<p>Bij een ingrijpende renovatie waarbij een technisch bouwsysteem voor ruimteverwarming of ruimtekoeling of een combinatie daarvan wordt geplaatst, gedeeltelijk vernieuwd, veranderd of vergroot, voldoet een gebruiksfunctie aan een minimumwaarde hernieuwbare energie van 30 x (A_{roof} / A_{g,tot}) kWh/m².jr, bepaald volgens NTA 8800, waarbij A_{roof} / A_{g,tot} ten hoogste 1,0 is.</p>
		<p>“Een besloten ruimte waardoor een beschermde vluchtroute of beschermde route voert heeft een verlichtingsinstallatie die een op een vloer, een tredevlak of een hellingbaan gemeten verlichtingssterkte kan geven van ten minste 1 lux.”</p>
		<p>Een voorziening voor elektriciteit voldoet aan 1000 volt bij lage spanning, en bij hoge spanning.</p>

BIJLAGE 4: BEREKENING WARMTEWEERSTAND WONING ALTERNATIEF

Begane grondvloer			
Materiaal	λ -waarde/ warmtegeleidingscoëfficiënt (W/mK)	Materiaaldikte (m)	R/warmte weerstand (m ² K/ W)
Steenwolplaat isolatie van Rockwool	0,035	0,16	4,571
Breedplaatvloer (beton)	2,00	0,2	0,100
Dekvloer/afwerklaag (cementmortel)	1,03	0,08	0,078
Rc (totale R-waarde)			4,749
Verdiepingsvloer			
Materiaal	λ -waarde/ warmtegeleidingscoëfficiënt (W/mK)	Materiaaldikte (m)	R/warmte weerstand (m ² K/ W)
Plafond gipsplaten	0,16	0,0125	0,078
Steenwolplaat isolatie van Rockwool	0,035	0,16	4,571
Breedplaatvloer (beton)	2,00	0,2	0,100
Dekvloer/afwerklaag (cementmortel)	1,03	0,08	0,078
Rc (totale R-waarde)			4,827
Dakvloer			

25

https://voorschrijvers.nibe.eu/kennis-en-inspiratie/beng-eisen-voor-bijna-energieneutrale-gebouwen?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=voorschrijvers+search+beng&utm_term=beng%20eisen&utm_content=beng&gclid=CjwKCAjwjaWoBhAmEiwAXz8DBYo2E3ykiQ76JQBzpNpyHG6-kqIVZcnX2hxb1efVmhbImWa1YZN5-RoClG4QAvD_BwE

²⁶ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stb-2019-501.html>

²⁷ <https://vanschijndel-bouwgroep.nl/nieuws/wat-is-beng/>

Materiaal	λ -waarde/ warmtegeleidingscoëfficiënt (W/mK)	Materiaaldikte (m)	R/warmteweerstand (m ² K/ W)
Plafond gipsplaten	0,16	0,0125	0,078
Steenwolplaat isolatie van Rockwool	0,035	0,16	4,571
Breedplaatvloer (beton)	2,00	0,2	0,100
Dekvloer/afwerklaag (cementmortel)	1,03	0,08	0,078
Rc (totale R-waarde)			4,827
Dak			
Materiaal	λ -waarde/ warmtegeleidingscoëfficiënt (W/mK)	Materiaaldikte (m)	R/warmteweerstand (m ² K/ W)
Dakpannen	1,28	0,00055	0,0004
Isolerende sandwichelement: <ul style="list-style-type: none"> • 3mm Spaanplaat • 300 mm Brandvertragend gemodificeerd EPS Platinum • 3 mm spaanplaat • 10 mm gipsvezelplaat²⁸ 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,038 • 0,038 • 0,038 • 0,40 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,003 • 0,3 • 0,003 • 0,01 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,079 • 7,9 • 0,079 • 0,025
Rc (totale R-waarde)			8,08
Spouwmuur			
Materiaal	λ -waarde/ warmtegeleidingscoëfficiënt (W/mK)	Materiaaldikte (m)	R/warmteweerstand (m ² K/ W)

²⁸

<https://www.kingspan.com/content/dam/kingspan/unidek/products/netherlands/unidek-aero-deluxe/kingspan-unidek-aero-deluxe-product-data-sheet-nl-nl.pdf>

Muurafwerking stucwerk	0,48	0,01	0,02
Binnenmuur; Hogesterktebeton (droog)	1,28	0,1	0,078
Isolatie Rockfit Premium Silver	0,033	0,15	4,545
RVS spouwankers diameter 4mm		0,17	
Luchtspouw zwak geventileerd ²⁹	0,026	0,04	1,5
Buitenmuur; Metselwerk bakstenen	0,82	0,1	0,12
Rc (totale R-waarde)			6,263
Woningscheidende wand - Ankerloze spouwmuur			
Hogesterktebeton (droog)	1,28	0,1	0,078
Luchtspouw zwak geventileerd ³⁰	0,026	0,04	1,5
Hogesterktebeton (droog)	1,28	0,1	0,078
Rc (totale R-waarde)			1,656
Binnenmuur			
Materiaal	λ -waarde/ warmtegeleidingscoëfficiënt (W/mK)	Materiaaldikte (m)	R/warmteweerstand (m ² K/ W)
Gipsvezelplaat (afwerking)	0,4	0,015	0,0375
Dampdichte folie Miofol 125 AV	200	0,00031	0,00000155

²⁹

<https://stores.utopis-platform.net/rockwool-2022-nl/channels/rockwool/20220608%20Luchtspouwventilatie%20NTA%208800%20en%20NPR%202068%20Rekenhulp.pdf>

³⁰

<https://stores.utopis-platform.net/rockwool-2022-nl/channels/rockwool/20220608%20Luchtspouwventilatie%20NTA%208800%20en%20NPR%202068%20Rekenhulp.pdf>

Isolatie Rockfit Mono	0,035	0,08	2,286
Hogesterktebeton (droog)	1,28	0,4	0,3125
Isolatie Rockfit Mono	0,035	0,08	2,286
Dampdichte folie Miofol 125 AV	200	0,00031	0,00000155
Gipsvezelplaat (afwerking)	0,4	0,015	0,0375
Rc (totale R-waarde)			4,966

BIJLAGE 5: VENTILATIEBEREKENING

Oppervlaktes verblijfsgebieden, verblijfsruimtes en overige ruimte

<i>Verblijfsgebieden</i>	<i>Oppervlakte</i>	<i>Verblijfsruimtes</i>	<i>Oppervlakte</i>	<i>Overige ruimte</i>	<i>Oppervlakte</i>
<i>Verblijfsgebied 1</i>	<i>32m²</i>	<i>Verblijfsruimte 1</i>	<i>27m²</i>	<i>Onbenoemde ruimte (begane grond)</i>	<i>0,5m²</i>
<i>Verblijfsgebied 2</i>	<i>32m²</i>	<i>Verblijfsruimte 2</i>	<i>5m²</i>	<i>Technische ruimte</i>	<i>0,3m²</i>
<i>Verblijfsgebied 3</i>	<i>45m²</i>	<i>Verblijfsruimte 3</i>	<i>6m²</i>	<i>Toiletruimte</i>	<i>1m²</i>
		<i>Verblijfsruimte 4</i>	<i>12m²</i>	<i>Verkeersruimte (begane grond)</i>	<i>8m²</i>
		<i>Verblijfsruimte 5</i>	<i>14m²</i>	<i>Badruimte</i>	<i>2m²</i>
				<i>Onbenoemde ruimte (zolder)</i>	<i>45m²</i>

****De bovenstaande gegevens zijn overgenomen van het Adviesrapport BENG Energie door N. Monsengo.****

Ruimte	Opp.	Eis	Nodige ventilatie (dm ³ /s)	Voorziening Aanvoer	Naar ruimte	Cap.	Voorziening Afvoer	Naar ruimte	Cap.
VG 3 - Zolder	45m ²	Onbekend							
Onbenoemde ruimte (zolder)	45m ²	> 1 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte plus min. van 7 dm ³ /s	45	Ventiel voor balansventilatie	Zolder	45	Trappgat 2 en ventiel voor balansventilatie	VKR 2	45
VKR 2	8m ²	n.v.t.	45	- Trappgat 2	VKR 2	45	Deuren eerste verdieping en trappgat 1	VG2, badruimte en VKR1	45
VG 2 - Eerste verdieping	32m ²	> 0,9 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte plus min. 7 dm ³ /s	28,8						
VR 3: Slaapkamer 1	6m ²	> 0,7 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte plus min. van 7 dm ³ /s	4,2	Deur en ventiel voor balansventilatie	VR 3	6	Ventiel voor balansventilatie	Buiten	6
VR 4: Slaapkamer 2	12m ²	> 0,7 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte plus min. van 7 dm ³ /s	8,4	Deur en ventiel voor balansventilatie	VR 4	11	Ventiel voor balansventilatie	Buiten	11
VR 5: Slaapkamer 3	14m ²	> 0,7 dm ³ /s per m ² vloeroppervlakte plus min. van 7 dm ³ /s	9,8	Deur en ventiel voor balansventilatie	VR 5	11,8	Ventiel voor balansventilatie	Buiten	11,8
Totaal			22,4			28,8	45 - 28,8 = 16,2		28,8
Badruimte	2m ²	> 14 dm ³ /s	14	Deur en ventiel	Badruimte	14	Ventiel voor	Buiten	14

				voor balansventilatie			balansventilatie		
Totaal							16,2 - 14 = 2,2		2,2
VG1 - Begane grond	32m2	> 0,9 dm3 /s per m2 vloeroppervlakte plus min. 7 dm3 /s	28,8						
VKR 1	8m2	n.v.t.	n.v.t.	Trapgat 1	VKR 1	2,2	Deuren VG1, deur toiletruimte, deur berging en deur MK	VG1, berging, toiletruimte en MK	2,2
VR 1: Woonkamer	27m2	> 0,7 dm3 /s per m2 vloeroppervlakte plus min. van 7 dm3 /s	18,9	Ventiel voor balansventilatie	VR 1: Woonkamer	62,8	Deur VKR 1 en ventiel voor balansventilatie	VKR 1	43,9
Toiletruimte	1m2	> 7 dm3 /s	7	Deur VKR 1 en ventiel voor balansventilatie	Toilet	7	Ventiel voor balansventilatie	Buiten	7
Onbenoemde ruimte (Berging)	0,9m2	> 1 dm3 /s per m2 vloeroppervlakte plus min. van 7 dm3 /s	0,9	Deur	Berging	0,9	Geen afvoer dus via deur terug naar VKR 1	VKR 1	0,9
**Technische ruimte (MK)	0,3m2	ventilatie opening van 200 cm2/20dm2	80	Deur	MK	80	Geen afvoer dus via deur terug naar VKR 1	VKR 1	80
VR 2: Keuken	5m2	> 21 dm3 /s	21	- Achterdeur - Ventiel voor balansventilatie	VR 2: Keuken	65	Deur VKR 1 en ventiel voor balansventilatie	Buiten VKR 1	21 44

Totaal						215, 7			196,8
--------	--	--	--	--	--	-----------	--	--	-------

****Technische ruimte:** Een meterkast moet bij de deur aan de bovenkant en onderkant een ventilatieopening hebben van 200 cm² volgens de NEN 2768³¹ 200 cm² = 20dm². 20dm² x 4dm (dikte) = 80dm³

**** Voor een onbenoemde ruimte (VG3) stelt het Bouwbesluit geen eisen.**

**** VKR 1 = Verkeersruimte begane grond**

**** VKR 2 = Verkeersruimte eerste verdieping**

****Trapgat 1 = trapgat eerste verdieping**

****Trapgat 2 = trapgat zolder**

****De bovenstaande gegevens zijn overgenomen van het Adviesrapport BENG Energie** door N. Monsengo. De aanpassingen in de tabel, de plekken waar een ventiel geplaatst wordt, zijn groen gemarkeerd.**

³¹

BIJLAGE 6: RESULTAAT ENERGIEGEBRUIK EN BEHOEFTE

Resultaten

Energieprestatie			
indicator		eis	resultaat
energiebehoefte	$E_{WH+Cind,ventil,el+Cl}$	60,00 kWh/m ²	51,04 kWh/m ² ✓
primaire fossiele energie	$E_{wEP_{Tot}}$	30,00 kWh/m ²	29,78 kWh/m ² ✓
aandeel hernieuwbare energie	RER_{RenTot}	50,0 %	66,0 % ✓
hernieuwbare energie indicator	$E_{wePRenTot}$		57,86
temperatuuroverschrijding	$TO_{juli,max}$	1,20	0,44 ✓
energie label			A+++
netto warmtebehoefte (EPV)	$E_{itrdnet}$		21,58 kWh/m ²

Jaarlijkse hoeveelheid energiegebruik voor de verschillende functies					
functie		energie niet-primair	energie primair	hulpenergie niet-primair	hulpenergie primair
verwarming	$E_{H,ci}$				
elektrisch		4130 kWh	5995 kWh	304 kWh	440 kWh
warm tapwater	$E_{W,ci}$				
elektrisch		1012 kWh	1012 kWh	22 kWh	32 kWh
ventilatoren	$E_{V,ci}$	512 kWh	743 kWh	0 kWh	0 kWh
Totaal		7749 kWh	7749 kWh	472 kWh	472 kWh

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie		
verwarming	$E_{Ren,H}$	4121 kWh
warm tapwater	$E_{Ren,W}$	1474 kWh

Uniec 3.2.2.1 Pagina 10/11 Printdatum: 24-09-2023 11:15

Jaarlijkse hoeveelheid hernieuwbare energie		
koeling	$E_{Ren,C}$	0 kWh
elektriciteit	$E_{Ren,el}$	3528 kWh
totaal	$E_{Ren,Tot}$	9123 kWh

Elektriciteitsgebruik op de meter	
gebouwegebonden installaties	5670 kWh
niet gebouwegebonden installaties	2600 kWh
opgewekte elektriciteit	2433 kWh
totaal	5837 kWh

Oppervlakten		
totale gebruiksoppervlakte	$A_{g,tot}$	157,65 m ²
verliesoppervlakte	A_{ls}	214,61 m ²
compactheid		1,36

CO ₂ -emissie	
CO ₂ -emissie	1101 kg

Alle bovenstaande energiegebruiken zijn genormeerde energiegebruiken gebaseerd op een standaard klimaatjaar en een standaard gebruikersgedrag. Het werkelijke energiegebruik zal afwijken van het genormeerde energiegebruik. Aan de berekende energiegebruiken kunnen geen rechten ontleend worden.

TO _{juli} conform NTA 8800	
rekenzone	RZ1
noord	0,24
oost	0,00
zuid	0,44
$TO_{juli,max}$	0,44