

SMARTCirculair Bouw OntwerpChallenge

2025 

Energie huishouding verslag

Auteurs: Dyaro van den Berg

Titel: Energie huishouding

Datum: 28/05/2025



© 2025 Bouwkundeteam SMARTCirculair

Alle rechten voorbehouden.

Dit onderzoek, inclusief de bijbehorende bijlage bevat vertrouwelijke informatie. Niets uit dit onderzoek noch de bijlage mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier zonder

voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs. Tevens is het niet toegestaan om het onderzoek noch de bijlage aan derden beschikbaar te stellen.



Colofon

Kandidaten

Dyaro van den Berg

Jelle van der Bogt

Justin Boot

Bas Olijve

Commissie

Niels Lewis	Schoolbegeleider
Yannick Trubendorffer	Schoolbegeleider
Johan V.D. Made	Schoolbegeleider
Martina Prokop	Gemeente Ede
Tanja Nolten	Programma manager SMARTCirculair

Onderzoek

Titel:

Instelling: Technova College Ede, afdeling bouwkunde, opleiding
middenkaderfunctionaris bouw

Periode: November 2024 – Mei 2025

Locatie: Technova College Ede, ROC A12

Contactadressen

Technova College Ede, ROC A12

Afd. Bouwkunde

Opleiding: Middenkaderfunctionaris Bouw

6717 XA Ede

Postbus 82



Inleiding

Voor het project Smart Circulair hebben we de opdracht gekregen een bestaand kantoorpand te reviseren naar sociale huurwoningen. Dit gaat over het pand wat zich bevindt op de Galvanistraat 7, Ede. Deze opdracht is uiteraard niet plots voldaan en neemt veel invloeden met zich mee betreft diverse eisen over, van en voor het bouwbesluit. Binnen deze opdracht zijn we achter de hoofdzaken aangegaan welke het meeste invloed hebben ter betrekking tot het project. Dit kan te maken hebben met: Daglicht, RC-waardes, woongebieden, geluidshinder, maar ook parkeergelegenheden.

Een van deze uitgangspunten is overgedragen aan mij om uit te zoeken, het parkeerprobleem. Het energie en de bouwfysica rond om het gebouw en in het gebouw. Wat kan je in dit verslag verwachten van berekeningen tot installaties en vernieuwende ideeën voor energie op te wekken en te besparen.



Inhoudsopgave

1.	installaties.....	6
1.1	warmtepomp	6
1.2	vloerverwarming	6
1.3	Koeling.....	7
		7
1.4	Ventileren	7
1.5	zonnepanelen	8
1.6	Energieopslag.....	8
1.7	installatie tekening.....	9
2.	Vernieuwende Ideeën.....	10
2.1	warmte terugwinning oppervlakte water	10
2.2	micro brandstofcellen	10
2.3	Bio diesel.....	10
3.	Energie opwekken/besparen.....	12
3.1	Energie reductie.....	12
3.2	Stadsverwarming	12
3.3	Energie centrale	13
3.4	Zonnepanelen en thuisbatterij	13
3.5	Energie berekening	13
3.	Isoleren.....	15
4.1	Beganegrondvloer	15
4.2	Huidige situatie verdiepingsvloer	16
4.3	Definitieve keuze buitenblad	18
4.	Berekeningen.....	19
4.1	Bengberekening	19
4.2	MPG berekening	22
5.	Geluid berekening.....	23
6.1	Bestaande situatie.....	23
6.2	Eisen	23
6.3	geluidreductie	23
6.4	Conclusie geluid	24
6.5	Bronvermelding geluid	24
5.6	Berekeningen geluid.....	25
6.	Conclusie	27
7.	Bronvermelding	28

1.1 warmtepomp

[illegible]



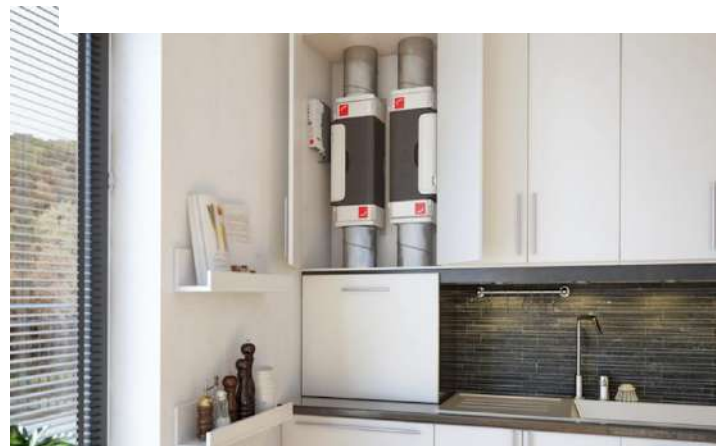
1.3 Koeling

Voor het koelen in de zomer zal er gebruik gemaakt worden van een aircosysteem. Er zijn meerderen systemen zonder buitenunit. Ook doen de airco's de lucht ventileren of licht verwarmen alleen met strenge vorst werkt het systeem niet. Voor ons project is de Qlima WDH 229 monoblock airco de beste optie. Betaalbaar voor €999 en heeft een capaciteit van 85m2 koelen en is dus voor elk appartement goed toe te passen. Dit is voor het koelen in de zomer en verwarmen in de winter



1.4 Ventileren

De voordelen van balansventilatie: Denk alleen al aan de winst op het gebied van gezondheid, energie-efficiëntie en duurzaamheid. Toch de aantal vierkante meters dat een wtw-unit inneemt valt tegen. De oplossing? Een goed collectief systeem D, waardoor de wtw-unit zelf niet in het appartement staat en dus geen ruimte inneemt. Daarom kiezen wij voor de Zehnder ComfoVar Aero. Een innovatief ventilatiesysteem met de collectieve wtw-unit op het dak of in de collectieve technische ruimte. Zo reken je op meer vierkante meters per appartement en help je mee aan een flexibele en schaalbare renovatie- én transformatie-oplossing voor verschillende gebouwgroottes. Door de aparte luchtbehandelingskast op het dak en de minimale afmetingen in de appartementen zelf, een oplossing voor woningen waar ruimte schaars is. In elk appartement worden luchtvolume-regelaars geplaatst die zorgen voor de juiste luchthoeveelheid. Uniek aan deze luchtvolume regelaars is de druppelvorm binnenin. Deze zorgt namelijk voor een stabiele rustige luchtstroom over de regelaars. Dat zorgt vervolgens voor betere regelmatigheid, minder weerstand, minder geluid en geen vuilafzetting.





1.5 zonnepanelen

We gaan met dit gebouw energie opwekken door middel van zonnepanelen. Er zal een legplan en berekening moeten komen hoeveel zonnepanelen er komen en hoeveel deze opleveren. We hebben samen gewerkt met Solarfast die voor ons de berekening hebben gemaakt en legplan hebben gemaakt. Wij kunnen dan per appartement 6 panelen kwijt in landscape stand. Sommige appartementen zullen een 3 oost 3 west verdeling hebben voor optimale opbrengst. 6 Panelen per appartement x 38 appartementen = 228 zonnepanelen in totaliteit. Wij werken met de Aiko 450wp zonnepanelen en hoymiles micro omvormers en verwachten met 6 panelen per appartement jaarlijks ongeveer 2300kwh per woning op te wekken. In totaliteit resulteert dit gemiddeld op een totale opbrengst van $38 \times 2300\text{kwh} = 87400\text{ kwh}$ totale opbrengst. Ze kunnen dit aanbieden voor een prijs van €94000 all in.



1.6 Energieopslag

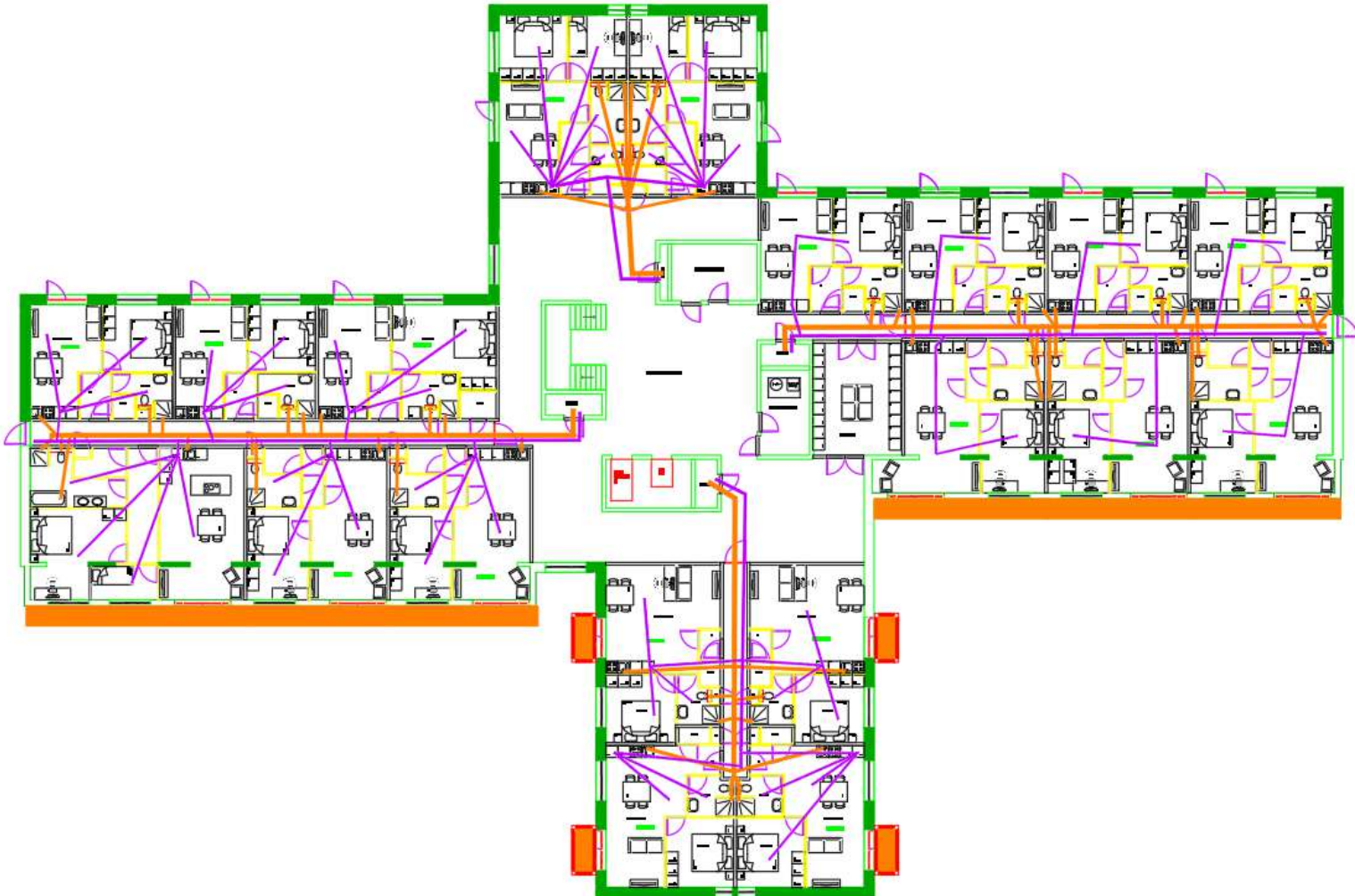
Energieopslag systeem die samen moet werken met de zonnepanelen. Er zijn 2 opties voor een energieopslagsysteem, 1 een grote batterij ESS container die ergens neer gezet moet worden. Dit is een dure investering maar heeft een goede accu voor een langere periode. De andere optie is een thuisbatterij te installeren dit is een goedkopere optie om te installeren en beter per huishouden te controleren hoeveel ze opslaan en weer verbruiken. Voor dit project is een thuisbatterij beter want er wordt gewerkt met sociale huurwoningen en is dit een goede investering voor de toekomst die langer mee zal gaan.





1.7 installatie tekening

Door Dyaro van den Berg is er een installatie tekening gemaakt van de riolering en de ventilatie. De riolering zijn de oranje lijnen en de ventilatie de paarse lijnen dit is ten indicatie hoe de leidingen lopen door het plafond.





2. Vernieuwende Ideeën

2.1 warmte terugwinning oppervlakte water

Een zeer laag temperatuur-systeem met individuele warmtepompen vergt andere afleversets, neemt veel ruimte per woning in beslag en kan weleens te duur uitvallen. Voor energielabel B-woningen is een lokale ESCo (energy service company) aantrekkelijk. Die neemt alles tot aan de meterkast voor zijn rekening, oftewel de leidingen, aansluitingen en afleversets, de in- en uitlaatvoorzieningen bij oppervlaktewater en de warmtepompen. Elke plas, sloot, meer of beek heeft zijn eigen temperatuurhuishouding en daarop staat het ecosysteem afgesteld. Als je die temperatuur verstoort, ontregel je de levenscyclus van eencelligen, algen, insecten, vissen en planten. Veel organismen leggen dan het loodje. Minder gevoelige en minder zeldzame soorten worden door de schok dominant. De biodiversiteit vermindert in zowel omvang als kwaliteit. Dit is voor ons project niet handig omdat we natuurlijk circulair bezig zijn en dit de biodiversiteit van de dieren die daarin leven aantast. Anders is dit wel een goede optie wegens de vijver achter het appartement complex.

2.2 micro brandstofcellen

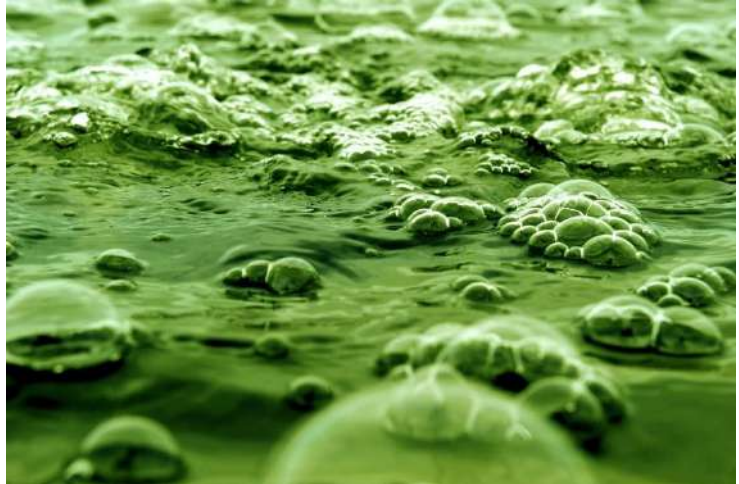
MFC's kunnen organisch materiaal, zoals voedselresten en boerderijresten, omzetten in schone, groene energie. MFC's zijn een groene manier om energie op te wekken. Ze helpen ons om minder gebruik te maken van de beperkte hulpbronnen van de aarde en om minder afval te produceren. Een enkelkamer-MFC kan gerecyclede ketels uit voedselresten behandelen met ethanol fermentatie, die een stroomsterkte van 0.29 V en 1.4 mA produceert. MFC's kunnen samenwerken met waterzuiveringssystemen, elektriciteit opwekken en schoonmaken organisch afval tegelijkertijd. Het vakgebied van bio-elektriciteitsopwekking brengt fermentatie groeit snel en er wordt nog steeds onderzoek gedaan om het op grote schaal te laten werken.

2.3 Bio diesel

De stadsverwarming in Ede draait op biomassa. Het brand op houtsnippers die uit de omgeving worden opgestookt. Dit is een van de biomassa ook ligt er een vijver achter de waar algen kunnen gekweekt worden. Deze algen maken biodiesel een hernieuwbare energiebron. Het gebruik van algen voor de productie van biodiesel heeft de aandacht van wetenschappers en industriële bedrijven getrokken vanwege de hoge olieproductie per hectare en het potentieel voor duurzame energieproductie. Algen kunnen tot 50% van hun droge gewicht in olie omzetten, wat aanzienlijk hoger is dan de olieproductie van gangbare biodieselgewassen zoals soja of zonnebloemen. Dit betekent dat algen veel meer biodiesel kunnen opleveren per hectare. In tegenstelling tot traditionele biodieselgewassen, vereist de productie van biodiesel uit algen geen landbouwgrond die in concurrentie staat met voedselproductie. Bovendien kunnen algen worden gekweekt in niet-eetbare wateren. Algen groeien door middel van fotosynthese en kunnen grote hoeveelheden CO₂ uit de atmosfeer opnemen. Dit maakt de teelt van algen een potentieel middel voor het verminderen van de CO₂-uitstoot, wat bijdraagt aan de strijd tegen klimaatverandering. Algen kunnen worden gekweekt met afvalwater, wat helpt bij het zuiveren van dit water en het terugwinnen van nuttige stoffen zoals stikstof en fosfor. Bovendien kunnen bijproducten van de algen, zoals de overgebleven



biomassa na olie-extractie, worden gebruikt voor andere toepassingen, zoals diervoeding of biogasproductie. Algen kunnen worden gekweekt met afvalwater, wat helpt bij het zuiveren van dit water en het terugwinnen van nuttige stoffen zoals stikstof en fosfor. Ondanks de voordelen in termen van olieproductie, blijft de teelt van algen en de extractie van olie relatief duur. De kosten van fotobioreactoren, oogst- en extractietechnieken kunnen hoog zijn, wat de commerciële haalbaarheid van algen-biodiesel bemoeilijkt. De toekomst van biodiesel uit algen ziet er veelbelovend uit, met voortdurende innovaties die gericht zijn op het verlagen van de kosten en het verbeteren van de efficiëntie van algenproductie. Onderzoek naar genetisch gemodificeerde algen, verbeterde teeltsystemen, en nieuwe extractietechnieken kan helpen om de kosten te verlagen en de schaalbaarheid te vergroten.





3. Energie opwekken/besparen

3.1 Energie reductie

Er zijn verschillende manieren om de energiebehoefte van een appartementencomplex te reduceren. Deze kunnen worden onderverdeeld in technische maatregelen, gedragsmaatregelen, en procesoptimalisatie. Het aanleggen van zonnepanelen op het dak van het appartementencomplex is een populaire manier om het energieverbruik te verminderen. Zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit, wat kan worden gebruikt om het gebouw van stroom te voorzien of om de energiekosten voor de bewoners te verlagen. Verlichting kan een aanzienlijk deel van het energieverbruik in een appartementencomplex uitmaken. Door over te schakelen naar LED-verlichting kan het energieverbruik voor verlichting aanzienlijk worden verlaagd, aangezien LED-lampen veel efficiënter zijn dan traditionele halogeen- of gloeilampen. Slimme verlichting: Door het installeren van bewegingssensoren en tijdgestuurde verlichting kan het gebruik van verlichting verder worden geoptimaliseerd. Energiebeheer: Door het gebruik van slimme thermostaten en andere energiemanagementsystemen kunnen verwarming en koeling automatisch worden aangepast aan het werkelijke verbruik en de behoefte van de bewoners. Bewoners kunnen veel energie besparen door hun gebruikspatronen aan te passen, zoals het verminderen van de verwarming, het gebruik van energiezuinige apparaten en het vermijden van onnodige verlichting. Waterbesparende apparaten: Het installeren van waterbesparende douchekoppen, kranen en toiletten kan helpen om het waterverbruik te verlagen.

3.2 Stadsverwarming

Ede heeft een stadsverwarming waarop ook ons project kan worden aangesloten. Dit is een vorm van verwarmen van de woning. Dit heeft voordelen maar ook nadelen, ten eerste is dit een circulaire vorm van verwarmen van de woning. deze kan met een contract met de gemeente worden aangesloten dan zitten we daar voor een aantal jaar aan vast. Wil je dit eerder op zeggen moet je een boete betalen. Met stadsverwarming kan je alleen je woning verwarming en in de zomer niet je woning koelen dus daarom is dit misschien een mindere optie voor dit project. Ook in Ede wordt de stadsverwarming gestookt op houtsnippers dit is niet een schone energie bron. Het idee is dat dit van alleen snippers van de gekapte bomen uit Ede komt maar tegenwoordig wordt er ook houtsnippers geïmporteerd uit Duitsland. Voor de eerste paar jaar zal dit de vorm van verwarmen worden tot dat de energiecentralen in de wijk komt te staan.





3.3 Energie centrale

Wij zijn bij kreeft en lindhorst langs geweest voor een energiecentrale die zij gemaakt hebben voor een wijk in Veenendaal. Deze is voor 1000 woningen wij moeten dan de keuze maken of we een energiecentrale maken voor alle appartementen of alleen ons project.

De energiecentrale draait op 3 warmtepompen, 1 water waterwarmtepomp en 2 lucht warmtepomp deze produceren samen 3mW. Ook hebben ze een 25m3 boiler voor warmwater op te slaan. Het warmte water dat naar de woning stroom is 70 graden en komt met 40 graden terug. Dit water zit in een gesloten systeem om de leidingen te beschermen. De woning hebben ook een aparte meterkast. Daarom zitten ze ook vast aan een vast contract en is dit het verdienmodel om dit project terug te verdienen

Deze energie centrale kon neer gezet worden omdat deze zelfvoorzienend is. Hij is wel aangesloten op het energienet. Het koopt de energie goedkoop op en gebruikt het dan om de boiler te verwarmen. Dit omdat de piekstroom te hoog is om dit tijdens de drukke momenten op het stroomnet. Deze kan met -10graden 24 uur warmte leveren. En met 20 graden 1,5 week. Dit is een te grote Energiecentralen voor ons project, maar als de rest van de kantoren ook word gerenoveerd is dit wel de beste optie voor het verwarmen van de appartementen. En ook een uniek idee met een goed rendement.



3.4 Zonnepanelen en thuisbatterij

Bij de installaties is al besproken dat de energie word opgewekt door zonnepanelen en word opgeslagen in thuisbatterijen. Dit staat in dit rapport.

3.5 Energie berekening

Per appartement is een gemiddeld verbruik van 1560 kWh per jaar. In het appartement complex zitten 114 woningen $1560 \times 114 = 178400$ kWh per jaar. We wekken ook stroom op met onze zonnepanelen leveren 87400 kWh op. Als je dit snel van elkaar aftrekt kom je op de som uit van $178400 \text{ kWh} - 87400 \text{ kWh} = 91000 \text{ kWh}$ per jaar te kort. Dit betekent dat we energieafhankelijk zijn.



Maandelijkse opbrengst

Er passen in totaal 228 stuks Aiko 450WP-zonnepanelen op de tiny houses. Deze panelen leveren samen een opbrengst van 87.400 kWh per jaar op. Een gemiddeld huishouden van 3 personen dat gasvrij leeft, verbruikt ongeveer 1.560 kWh per jaar. Aangezien er op de Galvanistraat 7 in totaal 114 appartementen worden gerealiseerd, is het totale jaarlijkse verbruik:

$$114 \text{ appartementen} \times 1.560 \text{ kWh} = 177.840 \text{ kWh.}$$

Het tekort aan stroom is dus:

$$177.840 \text{ kWh (verbruik)} - 87.400 \text{ kWh (opbrengst)} = 90.440 \text{ kWh.}$$

Maandelijkse kosten

De gemiddelde prijs per kWh is €0,23.

Bij een jaarlijks tekort van 90.440 kWh zijn de extra kosten:

$$90.440 \text{ kWh} \times €0,23 = €20.801,20 \text{ per jaar.}$$

Gedeeld door 114 appartementen betekent dit:

$$€20.801,20 \div 114 = €182,46 \text{ per appartement per jaar.}$$

Dat komt neer op een maandelijkse kost van energie:

$$€182,46 \div 12 = €15,20 \text{ per appartement}$$



3. Isoleren

Er wordt natuurlijk ook geïsoleerd. Dit is om de stookkosten te verminderen en in de zomer de warmte buiten te houden. Dit is uitgezocht door Justin Boot en zijn materiaalverslag.

4.1 Beganegrondvloer

Optie 1: Isolatie vanaf boven met XPS isolatie en afwerking

Bij deze optie wordt de vloer vanaf boven geïsoleerd met drukvaste XPS-isolatie. Een laag van 50 mm XPS heeft een R_d -waarde van $2,4 \text{ m}^2\text{K/W}$. Hierop dient een afwerklaag te worden aangebracht, zoals OSB of underlayment, gevolgd door een eindafwerking zoals PVC, laminaat of tapijt.

Nadelen:

- Vloerverwarming en -verkoeling zijn tegenwoordig vaak een eis, maar bij deze methode is het niet mogelijk om vloerverwarming toe te passen.

Optie 2: Isolatie met XPS, beton en vloerverwarming

Bij deze optie wordt de vloer eveneens vanaf boven geïsoleerd met een laag van 50 mm drukvaste XPS ($R_d = 2,4$). Vervolgens wordt een betonlaag gestort, waarop vloerverwarming kan worden aangebracht. Tot slot wordt een afwerkende dekvloer geplaatst.

Nadelen:

- Beton is een materiaal dat wordt gewonnen uit natuurlijke grondstoffen, en de productie ervan is belastend voor het milieu. Dit maakt deze optie minder duurzaam.

Nadelen:

- Stro vereist een goede bescherming tegen vocht om de levensduur en effectiviteit te waarborgen.
- De opbouwhoogte kan groter zijn dan bij traditionele isolatiemethoden, wat invloed kan hebben op de beschikbare ruimte.
- **Voordelen van Strobox-vloeren**
- **Duurzaamheid:** Stro is een hernieuwbare en milieuvriendelijke grondstof die bijdraagt aan een lagere ecologische voetafdruk. Het gebruik van stro als bouw materiaal ondersteunt circulair en biobased bouwen.
- **Isolatie:** Dankzij de uitstekende thermische en akoestische isolerende eigenschappen van stro wordt een comfortabel binnenklimaat gecreëerd. Dit kan leiden tot een aanzienlijke vermindering van de energiekosten.



- **Prefab constructie:** De panelen worden in een gecontroleerde omgeving geprefabriceerd, wat resulteert in een kortere bouwtijd op locatie en een verhoogde bouwkwaliteit en efficiëntie.

Conclusie: De huidige vloer komt een droogvloersysteem met een WEM houtvezel montageplaat (zie afbeelding). In de uit/opbouw hebben we een nieuwe situatie waar we gebruik gaan maken van strobox elementen en deze afwerken aan de buitenzijde met Fraké Noir.

4.2 Huidige situatie verdiepingsvloer

De eerste, tweede en derde verdiepingsvloeren in de vleugels zijn constructief opgebouwd uit een betonnen kanaalplaatvloer met een dikte van 300 mm. Hierop is een betonnen druklaag van 50 mm aangebracht, met daarboven een dekvloer van 30 mm.



Op elke verdieping is een systeemplafond geïnstalleerd ter verbetering van de akoestiek en het verbergen van de benodigde installaties. De afstand van de bovenzijde van de constructieve vloer tot de onderzijde van het systeemplafond bedraagt 2700 mm. De afstand van de bovenzijde van de constructieve vloer tot de onderzijde van de onderliggende constructieve vloer bedraagt 3220 mm. Indien het systeemplafond wordt verwijderd, ontstaat op elke verdieping in de vleugels een vrije hoogte van 3220 mm, wat als relatief hoog kan worden beschouwd en mogelijkheden biedt voor herindeling en ruimtelijke optimalisatie.

Conclusie

De verdiepingsvloeren blijven in de huidige staat behouden, aangezien zij constructief zeer sterk zijn en naar verwachting nog meer dan een eeuw meegaan.

Net als de begane grondvloer wordt ook op de verdiepingsvloeren gebruik gemaakt door de WEM houtvezel montageplaat.

Verder wordt het plafond plaatselijk verlaagd per appartement om het leidingwerk buiten zicht te houden. We hebben gekozen voor

Aangezien het verwijderen van het systeemplafond niet bijdraagt aan circulariteit, is het voornemen om de plafondpanelen via een bouwmarktplaats een tweede leven te geven. Dit zal gebeuren via het platform **Insert Marktplaats**, waarmee niet alleen hergebruik wordt gestimuleerd, maar mogelijk ook financiële voordelen kunnen worden gerealiseerd.



Huidig: 60mm steenwol in de spouw tegen binnenblad.

Opties:

- steenwol laten zitten en spouw opvullen met spouwisolatie
- steenwol weghalen en spouw vullen met spouwisolatie
- buitenblad wegslopen, isofort bevestigen aan binnenblad en houten afwerking.
- Voorzetwanden van binnenuit en opvullen met isolatie
- Voorzetgevel op de bestaande gevel (Gutex Thermowall)

Nadelen per optie

1. Lage isolatiewaarde.
2. Lage isolatie waarde en de vraag hoe steenwol circulair te hergebruiken.
3. Wat te doen met buitenblad (veel kalk in stenen) en hoe isofort bevestigen.
4. De wanden komen meer naar binnen (alle vensterbanken eruit) en minder vierkante meters.
5. Daglichttoetreding wordt minder. Bevestigingen op binnenblad.

Natuurvriendelijke alternatieven.

1. Cellulose, houtvezel.
2. Cellulose, houtvezel.
3. Isofort.
4. Isovlas, hennep, glaswol uit de spouwmuur, cellulose, houtvezel, grasvezel, katoen
5. GUTEX Thermowall





4.3 Definitieve keuze buitenblad

We hebben ervoor gekozen om de bestaande muur te laten staan. Om isolatiewaarden te halen gaan we gebruik maken van de GUTEX Thermowall tegen het bestaande metselwerk. Deze gaan we vervolgens stucen voor de waterdichting en een esthetisch fraaie afwerking. Vervolgens gaan we de spouw vullen met cellulose, een circulerende lucht achter de isolatie is namelijk niet bevorderend voor de Rc waarde. Na deze aanpassingen komen we op een Rc van 5.10 m² K/W. zie ook onderstaande foto's. Er is gekozen voor een Rc van 5.10 i.p.v. de geeiste 4.7. bewegende lucht achter isolatie is niet optimaal. Door de spouw te vullen met cellulose lossen we dit op. Hierbij wordt de Rc ook nog eens verhoogt.

GUTEX Thermowall is een bepleisterbare houtvezelisolatieplaat, ontworpen voor gebruik in het GUTEX buitengevelisolatiesysteem (ETICS). De platen zijn beschikbaar in diktes variërend Met een warmtegeleidingscoëfficiënt van $\lambda_D = 0,040 \text{ W/mK}$ bieden ze uitstekende thermische isolatie. GUTEX Thermowall verbetert ook de geluidsisolatie en is stootvast. De platen zijn dampopen en vochtregulerend, wat bijdraagt aan een gezond binnenklimaat. Ze zijn vervaardigd uit duurzaam hout en zijn recyclebaar. GUTEX Thermowall wordt geproduceerd in Duitsland.

GUTEX met leemstuc

Thermische isolatie

$R_c = 5,10 \text{ m}^2\text{K/W}$

Bouwbesluit 2015: $R_c > \text{m}^2\text{K/W}$

zeer goed

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

slecht

zeer goed

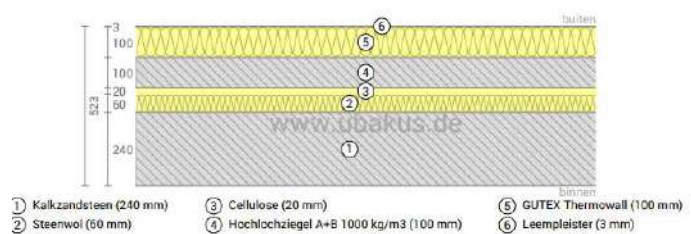
Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: $>1,00$

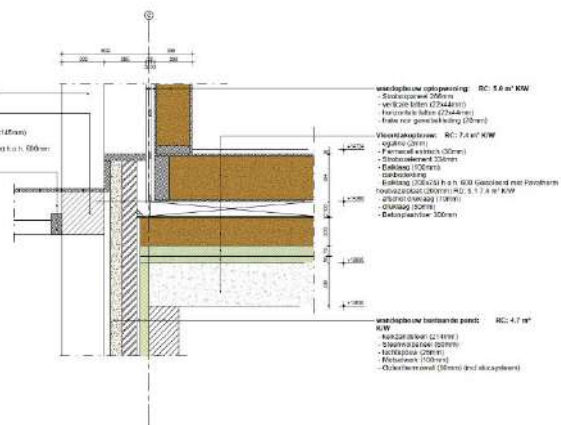
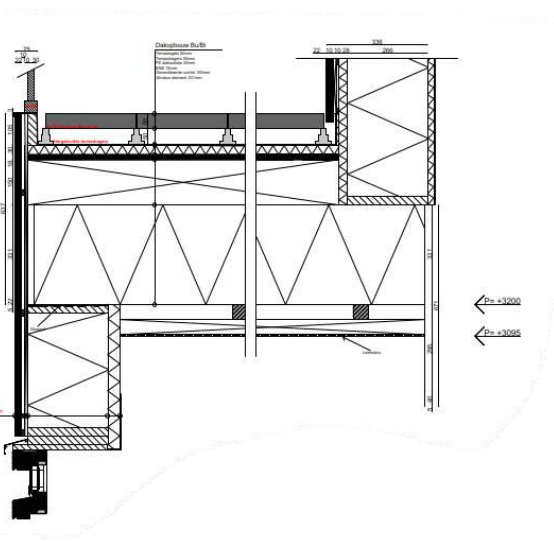
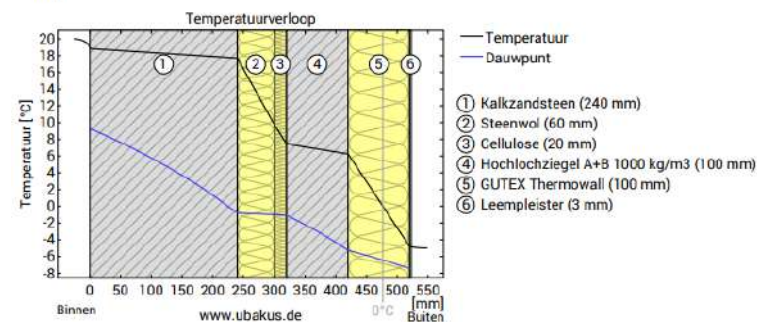
Faseverschuiving: niet relevant

Warmtecapaciteit binnen: 465 kJ/m²K

slecht



Temp



4.1 Bengberekening

Resultaten per gebouw																	
Overzicht resultaten hie gebouw																	
variant	energiebehoefte (kWh/m²)	fossiel (kWh/m²)	hernieuwbaar (kWh/m²)	label	comfort	standaard	elektriciteit gebruik op meter (kWh)			aandgas gebr.	energiegebruik (kWh)		CO ₂ -emissie				
	resultaat	resultaat	resultaat				gebouweig.	net gebouweig.	opgevoerde elek.	total	m³/aanj.	verm.	tapw.	toel	verm.	(kg)	
basissberekening	892,18	697,89	49,6		35,68	410,95	1606	159.827	0	67.992	91.835	23.805,4	88.958	52.757	233.762	17.295	73.783

UNIEC
Projecten Instellingen Resultaten Support

resultaat	
Belcoffe [dMh/jr]	882,18
Ecosse [kWh/m²]	107,89
Hernieuwbaar (%)	40,6

Bereken

Demo project

Smart circular Technova Ede

Algemene gegevens

Bouwkundige bibliotheek

Indeling gebouw(en)

appartementen

- Rakenzone klein appartement
 - DG vierer
 - Voorgevel (N)
 - Verdiepingsvloeren
 - Zijgevel oost (O)
 - Zijgevel west (W)
 - achtergevel (Z)
- rekenzone groot appartement
 - groot appartement vloer
 - groot appartement gevel zuid (Z)
 - groot appartement gevel oost (O)
 - groot appartement gevel west (W)
- tinyhouse
 - Tinyhouse vloer
 - Tinyhouse gevel Z (Z)
 - Tinyhouse gevel O (O)

Algemene gegevens

omschrijving
Smart circular Technova Ede

plaats
Ede

type gebouw
aparthotelmenggebouw

staat bouw
bestaande bouw - gerenoveerd

bouwjaar
1983

renovatiejaar
2025

eigenaar
Buur

opname
detailopname

datum beschikking
19-05-2025

UNIEC³
Projecten Instellingen Resultaten Support
Dijsen van den Berg

resultaat

Belasting [kN/m²] 802.18

Foosnel [m/s²] 627.89

Horizontaalwaarde [m] 49.6

Rekenen

Bouwkundige bibliotheek

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

Definieer dichte constructies (vloeren, gevels, daken, panelen)				ongebruikt verwijderen	#dichte constructie toevoegen
#dichte constructie	vlak	methode	omschrijving	R_s [m ² /K]	
BO vloer	vloer	besloechema	300 mm isolatedikte	6,82	
verdiepingvloer	vloer	besloechema	300 mm isolatedikte	6,82	
Spoorwmuur	gevel	besloechema	geen isolatie; met spoor	0,35	
Gevelpaneel	gevel	besloechema	120 mm isolatedikte	3,03	
Plat dak	dak	besloechema	300 mm isolatedikte	6,89	
Gevel nieuw	gevel	besloechema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70	
Gevel bestaand aanpassen	gevel	besloechema	isolatie onbekend; bouwjaarklasse vanaf 2021	4,70	

Definieer transparante constructies (ramen, deuren, panelen in kozijn)				zoek en vervang  ongebruikt verwijderen  transparante constructie toevoegen 			
	transparante constructie	type	methodiek	$U_{g, t} / U_{g, r}$ [W/m²K]	$g_{gl, n}$	Λ [m²]	
	Deur	deur	vrije invoer	1,5	0,60	9,41 	  
	Raam met deur	deur	vrije invoer	1,5	0,60	9,41 	  
	Raam klein	raam	vrije invoer	1,1	0,60	7,67 	  
	Raam met deur achtegevel	raam	vrije invoer	1,5	0,60	2,50 	  
	Raam kopgevel	raam	vrije invoer	1,1	0,60	3,00 	  
	deur kopgevel	deur	vrije invoer	1,5	0,60	3,00 	  
	tinyhouse	raam	vrije invoer	1,1	0,60	19,00 	  



Indeling gebouw(en)

energieprestatie berekenen:
per gebouw

aantal woonfuncties in berekening:
114

Definieer zones					zone toevoegen
type zone	omschrijving	bouwwijze vloeren	bouwwijze wanden	ρ_{bouwing}	
rekenzone	Rekenzone klein appartement	staal-beton of niet-massief beton (zwaar)	dragend metselwerk (zwaar)	4	
rekenzone	rekenzone groot appartement	staal-beton of niet-massief beton (zwaar)	dragend metselwerk (zwaar)	4	
rekenzone	tinyhouse	hsb, stb of hout (licht)	hsb, stb of staalskeletbouw (licht)	1	

Projecten Instellingen Resultaten Support

Dyaro van den Berg

Resultaat

Bekoorde [kWh/m²]: 832,18

Fossiel [kWh/m²]: 657,89

Hernieuwbaar [%]: 49,6

Resultaten

Demo project

Smart Circulair Technova Edit

Algemene gegevens

Bouwkundige bibliotheek

Indeling gebouw(en)

appartementen

- Rekenzone klein appartement
- BG vloer
- Voorgevel (N)
- Verdiepingsvloeren
- Zijgevel oost (O)
- Zijgevel west (W)
- achtergevel (Z)
- rekenzone groot appartement
- groot appartement vloer
- groot appartement gevel zuid (Z)
- groot appartement gevel oost (O)
- groot appartement gevel west (W)
- tinyhouse
- Tinyhouse vloer
- Tinyhouse gevel Z (Z)
- Tinyhouse gevel O (O)

Definieer woning

omschrijving type gebouw rekenzone A_{g} [m²]

appartementen appartementengebouw

- Rekenzone klein appa 49,55
- rekenzone groot appa 77,50
- tinyhouse 42,00

Definieer gemeenschappelijke ruimten

gemeenschappelijke ruimte wordt gebruikt t.v.v. A_{g} [m²] inover verliesoppervlakken

gegeven

- Rekenzone klein appartement
- rekenzone groot appartement
- tinyhouse

254,00

bij gemeenschappelijke ruimte

trapgehuile

- Rekenzone klein appartement
- rekenzone groot appartement
- tinyhouse

26,40

bij gemeenschappelijke ruimte

technisch/schuurruimte/washok

- Rekenzone klein appartement
- rekenzone groot appartement
- tinyhouse

83,90

bij gemeenschappelijke ruimte

copyright © 2025 Bouwmet B.V. versie 3.3.3.3

Projecten Instellingen Resultaten Support

Dyaro van den Berg

Resultaat

Bekoorde [kWh/m²]: 832,18

Fossiel [kWh/m²]: 657,89

Hernieuwbaar [%]: 49,6

Resultaten

Demo project

Smart Circulair Technova Edit

Algemene gegevens

Bouwkundige bibliotheek

Indeling gebouw(en)

appartementen

- Rekenzone klein appartement
- BG vloer
- Voorgevel (N)
- Verdiepingsvloeren
- Zijgevel oost (O)
- Zijgevel west (W)
- achtergevel (Z)
- rekenzone groot appartement
- groot appartement vloer
- groot appartement gevel zuid (Z)
- groot appartement gevel oost (O)
- groot appartement gevel west (W)
- tinyhouse
- Tinyhouse vloer
- Tinyhouse gevel Z (Z)
- Tinyhouse gevel O (O)

appartementen - Rekenzone klein appartement

Definieer schakelconstructies

constructie vlak begrenzing opmerking L [m] B [m] A [m²] helling [°]

BG vloer vloer op/beven m.v. boven trapruimte - - 2150,00 n.v.t.

Voorgevel gevel buitenlucht, N - - 1750,26 90

Verdiepingsvloeren vloer op/beven m.v. boven grond/pauze ... - - 8768,00 n.v.t.

Zijgevel oost gevel buitenlucht, O - - 1176,00 90

Zijgevel west gevel buitenlucht, W - - 1176,00 90

achtergevel gevel buitenlucht, Z - - 1752,00 90

opmerkingen

copyright © 2025 Bouwmet B.V. versie 3.3.3.3

copyright © 2025 Pearson Education, Inc. or its affiliate(s). All rights reserved.

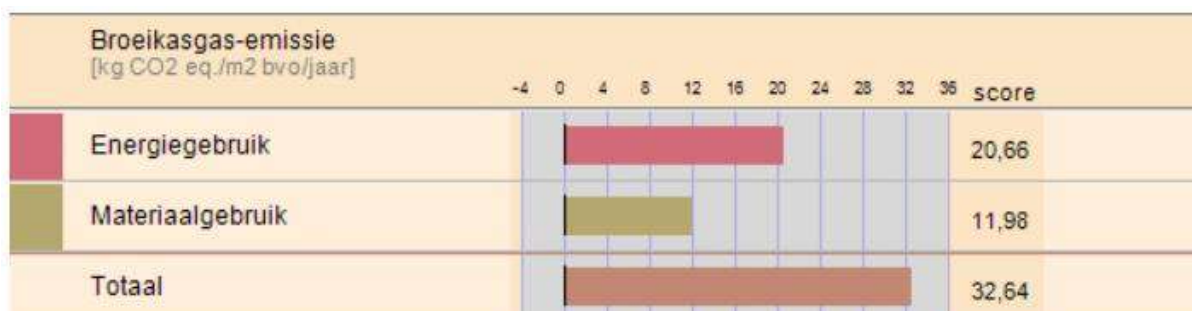
copyright © 2025 Broadband BV. versie: 3.3.5.3



4.2 MPG berekening

De MPG berekening is gemaakt in het programma van GPR bouw. Dit is gemaakt door Dyaro van den Berg. Er zijn screenshots gemaakt van de resultaten van het programma.

GPR Gebouw 4.4





5. Geluid berekening

Bas Olijve heeft de berekening en het verslag gemaakt van het geluid die impact maakt op het gebouw dit was een van de eisen die woonsteden stelden wegens geluid overlast van de weg op het gebouw.

6.1 Bestaande situatie

Het pand dat getransformeerd moet worden is momenteel ingericht als kantoorgebouw. De gevel bestaat vrijwel volledig uit glas, wat in de kantoorfunctie geen onoverkomelijk probleem vormt. Echter, bij de transformatie naar woningen verandert de gebruiksfunctie aanzienlijk. Waar kantoorgebruikers doorgaans overdag aanwezig zijn en gewend zijn aan een zekere mate van omgevingsgeluid, is bij woningen sprake van een continue verblijfsfunctie, inclusief rustmomenten en nachtrust. De locatie aan de Galvanistraat levert akoestisch gezien uitdagingen op. Deze straat is een drukke verkeersweg met een continue stroom aan auto's, vrachtwagens en mogelijk ook trams of bussen. Geluidmetingen of geluidkaarten tonen aan dat de geluidsbelasting op de gevel fors is. Omdat de bestaande gevel voornamelijk uit glas bestaat, is de geluidsisolatie in de huidige staat onvoldoende voor een woonfunctie. Het is daarom essentieel dat de gevel wordt aangepast om aan de gestelde eisen voor geluidswering te kunnen voldoen.

6.2 Eisen

Bij de transformatie van een gebouw moet worden voldaan aan het Bouwbesluit. In het Bouwbesluit 2012 (met de laatste wijzigingen tot 2023) staan diverse eisen die betrekking hebben op geluid. Eén van de belangrijkste eisen in het kader van deze transformatie is de geluidsbelasting op de gevel van woningen door wegverkeer. Volgens het Bouwbesluit mag de geluidsbelasting binnen de woning, gemeten in een verblijfsruimte, niet hoger zijn dan 33 dB. Deze eis geldt voor nieuw te realiseren woningen, ook als deze ontstaan uit een transformatie. De norm van 33 dB is bedoeld om ervoor te zorgen dat bewoners een stille en comfortabele leefomgeving ervaren. Wanneer het geluid buiten hoger is dan deze norm (wat vaak het geval is bij locaties langs drukke wegen), moeten er maatregelen worden genomen aan de gevel om het geluid voldoende te reduceren. Dit gebeurt via zogeheten gevelwering of akoestische maatregelen, die ervoor zorgen dat het geluid dat binnenkomt tot onder de norm blijft.

6.3 geluidreductie

Om te kunnen voldoen aan de geluidsnormen zijn verschillende opties onderzocht. Hieronder worden de belangrijkste besproken, met een korte toelichting op het effect en de technische haalbaarheid.

Voorzetwand aan de binnenzijde Een van de eerste oplossingen die onderzocht is, betreft het aanbrengen van een voorzetwand aan de binnenzijde van de bestaande glazen gevel.

Voorzetwanden kunnen effectief zijn bij massieve gevels, maar bij glas zijn de effecten beperkt. Uit de uitgevoerde berekening blijkt dat deze maatregel slechts een geluidsreductie van 0,09 dB oplevert. Dit is verwaarloosbaar en draagt nauwelijks bij aan het behalen van de eisen. Daarom is geconcludeerd dat deze maatregel niet doelmatig is en in verhouding tot de kosten en uitvoering weinig oplevert. Toepassen van een geluidswerend raster Een veel effectievere maatregel is het aanbrengen van een raster of scherm aan de buitenzijde van het gebouw. Dit raster heeft drie functies:

- Visueel effect: Het zorgt voor een nieuw, aantrekkelijk gevelbeeld dat past bij de woonfunctie.
- Sociale functie: Het kan dienen als ontmoetingsplek of balkon voor bewoners.



- Akoestische functie: Het raster fungeert als geluidsbarrière en reduceert het invallend geluid met ongeveer 6 dB. Deze maatregel draagt aantoonbaar bij aan het reduceren van verkeersgeluid voordat het het glas bereikt, wat zeer gunstig is bij grote glaspertijen.

Vervangen van het glas en kozijnen De belangrijkste maatregel op het gebied van geluidsisolatie is de keuze van het juiste glas en kozijnsysteem. In dit project is gekozen voor HR++ glas. Dit is dubbel glas met een speciale coating en gasvulling (meestal argon) die zowel thermisch als akoestisch isolerend werkt. HR++ glas heeft een geluidsisolatiewaarde van circa 33 dB. Daarnaast worden ook de deuren aangepast. Er is gekozen voor deuren die een geluidsreductie van 38 dB realiseren. Dit is vooral belangrijk voor toegangspunten of situaties waarin het pand in contact staat met buitenruimten of verkeersstromen.

Combinatie van maatregelen De kracht van het gekozen ontwerp ligt in de combinatie van bovenstaande maatregelen. Hoewel elke maatregel afzonderlijk mogelijk onvoldoende is, zorgen ze gezamenlijk voor een aanzienlijke reductie van het geluid. Het raster vermindert het inkomende geluid op de gevel, het glas voorkomt verdere overdracht naar binnen en de deuren sluiten de gevel akoestisch af. Rapportage Bouwkundeteam SMARTCirculair Pagina 9 van 11 In de bijlage van dit rapport is een uitgebreide berekening toegevoegd waarin wordt aangetoond dat de totale geluidsbelasting in de verblijfsruimten onder de 33 dB blijft.

6.4 Conclusie geluid

De transformatie van het kantoorpand naar woningen aan de Galvanistraat stelt hoge eisen aan de geluidswering. Vanwege de nabijheid van een drukke verkeersweg en de bestaande glazen gevel was de uitdaging groot. Door gericht te zoeken naar effectieve oplossingen is een ontwerp ontstaan dat voldoet aan de eisen van het Bouwbesluit. Hoewel sommige maatregelen, zoals de voorzetwand, nauwelijks effect hadden, hebben andere opties juist aanzienlijke voordelen geboden. Met name het geluidswerende raster en het gebruik van HR++ glas en hoogwaardige deuren hebben ervoor gezorgd dat het binnenkomende geluid onder de norm van 33 dB blijft. Deze aanpak toont aan dat het mogelijk is om binnenstedelijk, nabij drukke infrastructuur, kwalitatieve woningen te realiseren, mits met zorgvuldige technische keuzes en aandacht voor akoestisch comfort.

6.5 Bronvermelding geluid

Rob Metkemeijer (geluidbedrijf Peuts)

Bouwbesluit 2012

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Rekenprogramma voor geluidsisolatie gevels

Bijlage bij het projectrapport

Geluidsisolatie van ramen en deuren

TNO publicaties

Handleiding akoestiek bij transformatieprojecten

Stichting Geluidshinder

Smart Circulair projectdocumentatie



5.6 Berekeningen geluid

Begrippen		
Li	Geluid binnen	dB
Lbu	Geluid op gevel	dB
dBs	Geluid bron	dB
R	Geluidsweerstand materiaal	dB
log	log x 10	
S	Oppervlakte materiaal	m ²
A	Berekenen	
V	Totaal oppervlak wand *3m standaard	m ³
T	Standaard 0,5	sec
r1	Afstand bron minimaal 1m	m1
r2	Afstand bron	m1

Formules	
dB door de wand	$Li = Lbu - (R + \log(S/A))$
dB optellen	$dB = 10 \cdot \log(10^{(Li/10)} + 10^{(Li2/10)})$
A berekenen	$A = 1/6 \cdot (V/T)$
dB afname afstand	$-(10 \cdot \log(r1/r2))$
	$dBs - ans = Lbu$

Geluid door raster			
Startwaarden		Raster 1/4	Raster 3/4
Lbu	76,59	Lbu	76,59
r1	10	R	0
r2	14,8	log	6
dBs	80	S	1
		A	3
		A	4
		Li	42
		Totaal	70,58 dB

Geluid door gevel appartement A 0.1 - A 1.1 - A 2.1 - A 3.1				
Startwaarden		Glas	Deur	Glas naast deur
A	19,33	Lbu	69,01	69,01
V	57,99	R	33	38
T	0,5	log	7	9
Lbu	69,01	S	3,72	2,72
r1	10	A	19,33	19,33
r2	31,4	Li	29	27
dBs	80	Totaal		31,90 dB

Geluid door gevel appartement A 0.2 - A 1.2 - A 2.2 - A 3.2				
Startwaarden		Glas	Deur	Glas naast deur
A	19,33	Lbu	69,83	69,83
V	57,99	R	33	38
T	0,5	log	7	9
Lbu	69,83	S	3,72	2,72
r1	10	A	19,33	19,33
r2	26	Li	30	28
dBs	80	Totaal		32,72 dB

Geluid door gevel appartement B 0.1 - B 1.1 - B 2.1 - B 3.1				
Startwaarden		Glas	Deur	Glas naast deur
A	19,04	Lbu	69,01	69,01
V	57,12	R	33	38
T	0,5	log	7	8
Lbu	69,01	S	3,72	2,72
r1	10	A	19,04	19,04
r2	31,4	Li	29	28
dBs	80	Totaal		31,96 dB

Geluid door gevel appartement B 0.2 - B 0.3 - B 1.2 - B 1.3 - B 2.2 - B 2.3 - B 3.2 - B 3.3				
Startwaarden		Glas	Deur	Glas naast deur
A	19,04	Lbu	69,83	69,83
V	57,12	R	33	38
T	0,5	log	7	8
Lbu	69,83	S	3,72	2,72
r1	10	A	19,04	19,04
r2	26	Li	30	28
dBs	80	Totaal		32,78 dB



Geluid door gevel appartement C 0.1 - C 1.1 - C 2.1 - C 3.1

Startwaarden	
A	24,00
V	72
T	0,5
Lbu	69,01
r1	10
r2	31,4
dBs	80

	Glas	Deur	Glas naast deur	Wand opbouw
Lbu	69,01	69,01	69,01	69,01
R	33	38	33	50
log	8	9	9	2
S	3,72	2,72	2,72	14,84
A	24,00	24,00	24,00	24,00
Li	28	22	27	17
Totaal				31,01 dB

Geluid door gevel appartement F 0.1 - F 1.1 - F 2.1 - F 3.1

Startwaarden	
A	19,15
V	57,45
T	0,5
Lbu	69,83
r1	10
r2	28
dBs	80

	Glas	Deur	Glas naast deur	Wand opbouw
Lbu	69,83	69,83	69,83	69,83
R	33	38	33	50
log	7	8	8	3
S	3,72	2,72	2,72	9,99
A	19,15	19,15	19,15	19,15
Li	30	23	28	17
Totaal				32,76 dB

Geluid door gevel appartement J 0.1 - J 0.2 - J 1.1 - J 1.2 - J 2.1 - J 2.2 - J 3.1 - J 3.2

Startwaarden	
A	17,35
V	52,05
T	0,5
Lbu	71,73
r1	10
r2	16,8
dBs	80

	Glas	Wand opbouw
Lbu	71,73	71,73
R	33	50
log	9	1
S	2,37	14,98
A	17,35	17,35
Li	30	21
Totaal		30,60 dB



6. Conclusie

Er komen diverse installaties in de appartementen, met als doel het gebouw zo milieubewust en rendabel mogelijk te laten functioneren. De toevoer van warmte zal voornamelijk via de stadsverwarming worden gerealiseerd, met als doel dat, wanneer de wijk als geheel wordt getransformeerd, deze kan worden aangesloten op een energiecentrale (zoals Veenendaal Oost, Groenpoort). Deze plannen zijn in ontwikkeling bij de gemeente Ede, vandaar de keuze voor de energiecentrale.



7. Bronvermelding

Zonnepanelen Solarfast:

https://www.solarconcept.nl/zonnepanelen?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=AO_DO_Zonnepanelen_NB_Search_Specifiek&utm_content=165414013654&utm_term=zonnepanelen%20aanschaffen&utm_id=CjwKCAjw6NrBBhB6EiwAvnT_rIDR4GR5WMib9ZJafjRrosdvytX1o_ZVJRdZv_cjiXGLFtQu9gu1MxoC9u0QAvD_BwE&gad_source=1&gad_campaignid=21036313365&gbraid=0AAAAADuLoQ37Zy_GO2PM4RJ2iesYO5dFZ&gclid=CjwKCAjw6NrBBhB6EiwAvnT_rIDR4GR5WMib9ZJafjRrosdvytX1o_ZVJRdZv_cjiXGLFtQu9gu1MxoC9u0QAvD_BwE

Warmtepomp milieucentralen:

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

Ventilatie zehnder:

<https://www.zehnder.nl/nl/ventilatie/warmteterugwinning/warmteterugwinning-collectief/comfovar-aero>

Energieopslag zonnenplan:

https://start.zonneplan.nl/thuisbatterij/f5381834-c67a-401c-af1e-8ad193ee52a1?_gclid=CjwKCAjw6NrBBhB6EiwAvnT_rIDR4GR5WMib9ZJafjRrosdvytX1o_ZVJRdZv_cjiXGLFtQu9gu1MxoC9u0QAvD_BwE&gad_source=1&gad_campaignid=20959622802&gbraid=0AAAAADgSUFxtAFcc4M65g5eKmwntRCUoY&gclid=CjwKCAjw6NrBBhB6EiwAvnT_rrC55aKMM6UNX0QGxTdwBhC1UfqiaX4sbj5KoRCBNsfE5Ky7fjb2mxoCRvUQAvD_BwE

Bengberekening Uniec3:

<https://unie3.nl/>

StroBOX. (2024, april 19). *StroBOX infosheet* [PDF].

https://strobox.nl/wp-content/uploads/2024/04/19042024-StroBOX-Infosheet_converted.pdf

Pluimers Isolatie. (z.d.). *Greenfloc cellulose-isolatie: innovatief biobased isolatiemateriaal*.

Geraadpleegd op 14 mei 2025, van

<https://www.pluimers.nl/materiaal/cellulose>

Koeling:

https://www.warmteservice.nl/Huis-&-Gereedschap/Airconditioning/Monoblock-airco/Qlima-WDH-229-PTC-Monoblock-airconditioner-2,9kW-/p/90355015?gclid=CjwKCAjw6NrBBhB6EiwAvnT_rrC55aKMM6UNX0QGxTdwBhC1UfqiaX4sbj5KoRCBNsfE5Ky7fjb2mxoCRvUQAvD_BwE