



ENERGIEHUISHOUDINGS RAPPORT

**SMARTCirculair bouw- en ontwerpchallenge
2025**



Titel: Visie van het ontwerp

© Zobaitha Bouchdak

Disclaimer

Aan deze uitgave kunnen geen rechten worden ontleend. Hoewel de inhoud met zorg is samengesteld, aanvaarden de makers geen aansprakelijkheid voor eventuele onjuistheden of schade voortvloeiend uit het gebruik van de informatie. De meningen in deze publicatie zijn die van de auteurs en vertegenwoordigen niet noodzakelijk het standpunt van de redactie.

Colofon

Kandidaten:

<i>Naam</i>	<i>Leerling nummer</i>	<i>Mailadres</i>
-------------	------------------------	------------------

Projectleider:

Zobaitha Bouchdak	335163	335163@student.mboutrecht.nl
-------------------	--------	------------------------------

Architecten:

Shaun Persaud	338154	338154@student.mboutrecht.nl
---------------	--------	------------------------------

Salah Tarabishi	339172	339172@student.mboutrecht.nl
-----------------	--------	------------------------------

Calculator:

Isaac Chavez	339591	339591@student.mboutrecht.nl
--------------	--------	------------------------------

Werkvoorbereider:

Dina Saber	338659	338659@student.mboutrecht.nl
------------	--------	------------------------------

Commissie:

Ed Burgwal	Projectbegeleider	e.burgwal@mboutrecht.nl
------------	-------------------	-------------------------

Luuc Rutgers	Coen Hagedoorn	lrutgers@coenhagedoorn.nl
--------------	----------------	---------------------------

Tanja Noltén	Programma manager	tanja@smartcirculair.com
--------------	-------------------	--------------------------

Onderzoek Titel: Smart&circulair

Instelling: MBO Utrecht, afdeling bouwkunde, opleiding Middenkaderfunctionaris Bouw

Periode: 3 Februari 2025 – 26 Mei 2025

Locatie: Lange Lauwerstraat 3 t/m 13, 3512 VG te Utrecht

Inhoudsopgave

Colofon	2
Inleiding.....	4
Warmtevoorziening	5
1.1 Elektrische doorstroomverwarmer	5
1.2 Warmtepasta	6
1.3 Infrarood vloerverwarming.....	6
2. Ventilatie	8
2.1 Decentrale warmteterugwinning (WTW)	8
3. Isolatie	9
3.1 Vloer: Hennep en Mycelium.....	9
3.2 Wanden: Kokosvezel en Mycelium	9
3.3 Dak: Kurk.....	9
4. Afvalscheiding en kringloop	10
5. Energieverbruik en efficiëntie	11
5.1 Energieverbruik per installatie.....	11
5.3 Efficiëntie en slimme sturing.....	11
6. Milieu-impact en duurzaamheid.....	13
6.1 CO ₂ -reductie	13
6.2 Levensduur en hergebruik	13
6.3 Gezond binnenklimaat	13
Conclusie	14

Inleiding

In dit huishoudingsrapport wordt toegelicht hoe een duurzame stadswoning optimaal functioneert binnen het kader van een gezinsleven. Het rapport behandelt de toegepaste technieken en materialen op het gebied van energievoorziening, verwarming, ventilatie, isolatie en afvalbeheer. Er wordt ingegaan op energieverbruik, prestaties, comfort en toepasbaarheid in stedelijke context voor een 4-persoons huishouden. Alle keuzes zijn gebaseerd op circulaire en toekomstgerichte principes.

Warmtevoorziening

1.1 Elektrische doorstroomverwarmer

Een elektrische doorstroomverwarmer voorziet de woning direct van warm water, zonder gebruik te maken van een opslagvat. Doordat het water pas op het moment van gebruik wordt verwarmd, treedt er geen stilstandsverlies op. Dit maakt het systeem bijzonder efficiënt en compact, wat het ideaal maakt voor huishoudens met een wisselend gebruikspatroon, zoals gezinnen met een variabele warmtevraag.

Daarnaast is de installatie hygiënischer in gebruik, omdat stilstaand warm water wordt vermeden en daarmee het risico op legionellabesmetting praktisch uitgesloten is. Dankzij het compacte ontwerp neemt de doorstroomverwarmer weinig ruimte in beslag en is onderhoud beperkt.

Het energieverbruik varieert afhankelijk van het gedrag en de grootte van het huishouden. Gemiddeld ligt het dagelijks verbruik tussen de 5 en 12 kWh, wat op jaarbasis neerkomt op een geschat verbruik van 1800 tot 4300 kWh. In combinatie met andere energie-efficiënte maatregelen vormt dit systeem een slimme oplossing voor duurzame warmtevoorziening.



1.2 Warmtepasta

Warmtepasta is een innovatieve technologie die fungeert als een thermische buffer binnen het verwarmingssysteem van de woning. Het materiaal slaat overvloedige warmte tijdelijk op en geeft deze geleidelijk weer af op momenten dat er vraag naar is. Vooral in gezinswoningen, waar de warmtevraag sterk kan schommelen gedurende de dag, zorgt warmtepasta voor een stabiel binnenklimaat en een gelijkmatigere energieafname.

Een belangrijk voordeel is dat het systeem volledig werkt zonder bewegende onderdelen, wat het onderhoudsarm en stil maakt. Bovendien draagt het aanzienlijk bij aan het verlagen van piekbelastingen op het energiesysteem. Door warmte slim te bufferen, wordt de efficiëntie van het totale verwarmingssysteem verhoogd. Hierdoor kan de warmtevraag met tot wel 20% worden gereduceerd, wat direct bijdraagt aan lagere energiekosten en een duurzamer energiegebruik binnen het huishouden.



1.3 Infrarood vloerverwarming

In deze woning is gekozen voor infrarood vloerverwarming als hoofdverwarmingssysteem. In plaats van het opwarmen van lucht, zoals bij traditionele convectiesystemen, maakt infrarood gebruik van stralingswarmte. Deze warmte wordt direct afgegeven aan objecten, oppervlakken en personen in de ruimte, wat zorgt voor een aangenaam en snel opwarmend effect. Zeker in een gezinswoning draagt dit bij aan een comfortabel binnenklimaat, bijvoorbeeld bij het opstaan of tijdens het spelen op de vloer.



Een belangrijk voordeel van infraroodverwarming is dat het geen luchtverplaatsing veroorzaakt. Hierdoor wordt de hoeveelheid stofdeeltjes in de lucht beperkt, wat het systeem geschikt maakt voor mensen met allergieën of luchtwegklachten. Daarnaast is de installatie vrijwel onzichtbaar in de afwerking en snel regelbaar per ruimte.

Het energieverbruik van infrarood vloerverwarming is afhankelijk van de oppervlakte en het gebruik. Gemiddeld ligt het verbruik tussen de 50 en 80 watt per vierkante meter per uur. Voor een woning van circa 80 m² komt dit neer op een jaarlijks verbruik van ongeveer 2500 tot 4000 kWh, afhankelijk van isolatiekwaliteit en gebruikersgedrag. In

combinatie met goede isolatie en slimme sturing is dit systeem een energiezuinige oplossing voor comfortabele en efficiënte verwarming.

2. Ventilatie

2.1 Decentrale warmteterugwinning (WTW)

Voor een gezond en comfortabel binnenklimaat is gekozen voor decentrale warmteterugwinning (WTW) in alle verblijfsruimten van de woning. Deze units zorgen ervoor dat vervuilde binnenlucht wordt afgevoerd en schone buitenlucht wordt aangevoerd, terwijl tot wel 90% van de warmte uit de afgevoerde lucht wordt teruggewonnen. Het resultaat is een constante aanvoer van frisse lucht zonder noemenswaardig warmteverlies.

In tegenstelling tot centrale systemen werkt decentrale WTW zonder omvangrijke kanaalstructuren. Hierdoor is het systeem eenvoudig te installeren en ideaal voor compacte stadswoningen of renovatieprojecten. Elk apparaat werkt autonoom en kan afzonderlijk worden aangestuurd, wat flexibiliteit biedt bij wisselend gebruik van ruimten, bijvoorbeeld wanneer kinderen op wisselende tijden thuis zijn.



De energiebehoefte van een decentrale WTW-unit is relatief laag, gemiddeld tussen de 8 en 15 watt per uur. Voor een woning met vier units betekent dit een jaarlijks energieverbruik van circa 300 tot 500 kWh. Gezien de constante verbetering van de luchtkwaliteit, energiebesparing en het comfort dat het systeem biedt, is decentrale WTW een logische en duurzame keuze binnen een toekomstgerichte gezinswoning.

3. Isolatie

De isolatie van de woning is volledig opgebouwd uit biobased materialen die passen binnen een circulaire bouwaanpak. Elk onderdeel – vloer, wanden en dak – is zorgvuldig gekozen op basis van thermische prestaties, vochtregulatie, geluidsdemping en herbruikbaarheid. Deze materialen dragen niet alleen bij aan energiebesparing, maar ook aan een gezond en natuurlijk binnenklimaat, wat essentieel is voor gezinnen met jonge kinderen.

3.1 Vloer: Hennep en Mycelium

Voor de vloerconstructie is een combinatie toegepast van hennepvezel en mycelium. Hennep is licht, sterk en heeft uitstekende isolerende eigenschappen. In combinatie met mycelium – een biologisch materiaal gevormd uit schimmeldraden – ontstaat een ademende vloeropbouw met een hoge thermische en akoestische isolatiewaarde. Deze laag voorkomt kou vanuit de ondergrond en zorgt voor een aangename vloeroppervlakte, ideaal in gezinswoningen waar op de vloer geleefd wordt. De Rc-waarde ligt gemiddeld tussen de 3,5 en 4,0 m²K/W.

3.2 Wanden: Kokosvezel en Mycelium

De binnen- en buitenwanden zijn opgebouwd uit een combinatie van kokosvezelisolatie en myceliumpanelen. Kokosvezel is een natuurlijk bijproduct van de kokosindustrie en staat bekend om zijn ademend vermogen, geluidsabsorptie en bestendigheid tegen schimmel. Mycelium voegt daar lichtheid en composteerbaarheid aan toe, waardoor de wandopbouw volledig circulair is. Deze wandconstructie bevordert een stabiel binnenklimaat en draagt bij aan vochtregulering zonder dampremmende folies. De isolatiewaarde ligt tussen de 4,0 en 4,5 m²K/W.

3.3 Dak: Kurk

Het dak is geïsoleerd met geperste kurkplaten. Kurk is van nature waterafstotend, brandvertragend en geluidsisolerend. Daarnaast behoudt het zijn vorm en werking gedurende tientallen jaren, zonder aan isolatiewaarde te verliezen. De toepassing van kurk in het dak zorgt voor uitstekende bescherming tegen zowel warmte in de zomer als kou in de winter. Met een gemiddelde Rc-waarde van 6,0 m²K/W voldoet deze dakconstructie ruim aan de huidige eisen voor energieneutraal bouwen. Bovendien is kurk volledig hernieuwbaar en oogstbaar zonder schade aan de boom, wat het tot een van de duurzaamste isolatiematerialen maakt.

4. Afvalscheiding en kringloop

Binnen deze woning is afvalscheiding niet slechts een huishoudelijke taak, maar een integraal onderdeel van het duurzame ontwerp. Er is bewust gekozen voor een praktisch en gezinsvriendelijk systeem dat afvalstromen direct aan de bron scheidt. In de keuken is een modulair systeem geïntegreerd waarmee afval eenvoudig verdeeld kan worden in restafval, GFT, plastic en papier. Door kleurcodering en duidelijke symbolen is het systeem ook goed bruikbaar voor kinderen, waardoor afvalscheiding een vanzelfsprekend onderdeel wordt van het dagelijks leven.

De afvalverwerking is bovendien gekoppeld aan een wijkbreed circulair inzamelconcept. Hierdoor worden organische reststromen lokaal gecomposteerd en hergebruikt als bodemverbeteraar, terwijl herbruikbare materialen zoals plastic en papier direct worden teruggeleid naar het productieproces.

Ook in het interieur is circulair denken doorgevoerd. Meubels en afwerkingen zijn demontabel, modulair opgebouwd en gemaakt van biobased materialen zoals bamboe, henneptextiel en FSC-gecertificeerd hout. Dit betekent dat onderdelen eenvoudig vervangen, hergebruikt of gerecycled kunnen worden. Hierdoor ontstaat een flexibele woonomgeving die kan meebewegen met de behoeften van het gezin, zonder dat dit leidt tot materiaalverspilling.

Kortom: afval is in deze woning geen eindstation, maar een grondstof voor nieuwe kringlopen, een aanpak die past binnen een toekomstgerichte gezinswoning.

5. Energieverbruik en efficiëntie

Een duurzame woning staat of valt met slim energiegebruik. In deze woning is gekozen voor een volledig elektrisch systeem, waarbij alle installaties, van verwarming tot ventilatie en warmwatervoorziening, samenwerken om het energieverbruik zo laag mogelijk te houden, zonder in te leveren op comfort. Dit is essentieel in een gezinswoning waar dagelijks veel energie-intensieve handelingen plaatsvinden, zoals koken, douchen en wassen.

5.1 Energieverbruik per installatie

Het geschatte jaarlijkse energieverbruik voor een gezin van vier personen is als volgt verdeeld:

- Elektrische doorstroomverwarmer: 3500 kWh
- Infrarood vloerverwarming: 3000 kWh
- Decentrale WTW-units: 400 kWh
- Huishoudelijke apparaten (koelkast, wasmachine, verlichting, etc.): 2000 kWh

Het totale geschatte energieverbruik komt hiermee uit op ongeveer 8900 kWh per jaar. Deze waarde is indicatief en afhankelijk van gebruikersgedrag, maar vormt een realistische inschatting bij normaal gezinsgebruik in een goed geïsoleerde woning.

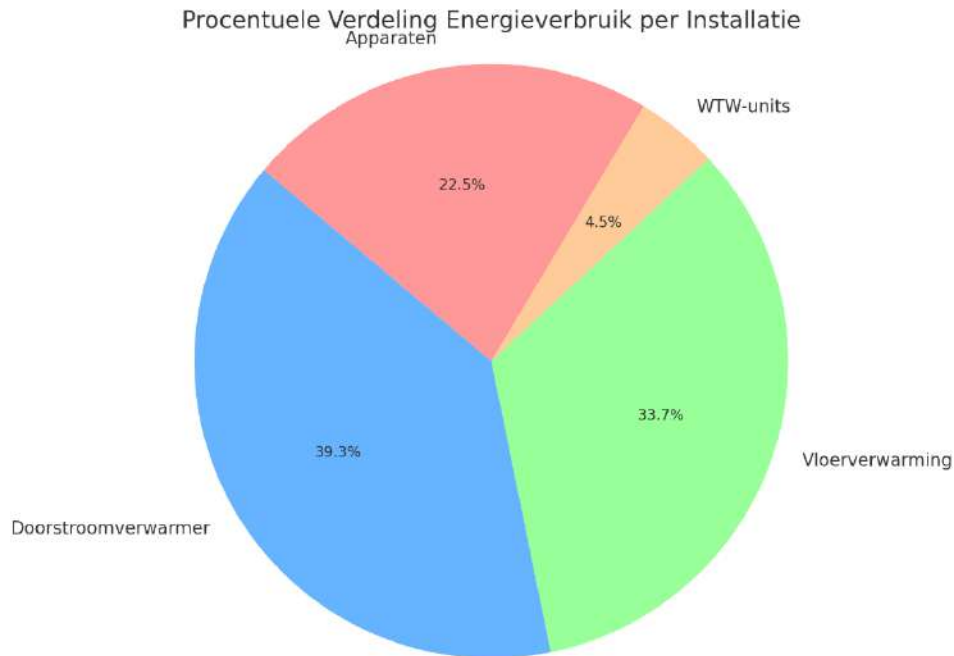
5.2 Opbrengst en balans met zonnepanelen

Om het verbruik te compenseren, is het dak uitgerust met 24 zonnepanelen van elk 400 Wp. Dit systeem levert jaarlijks tussen de 8500 en 9600 kWh, afhankelijk van ligging en zoninstraling. Daarmee is de woning in staat om energieneutraal te functioneren, of zelfs licht positief te zijn in de energiebalans. Eventuele overschotten kunnen worden opgeslagen in een thuisbatterij of teruggeleverd aan het net.

5.3 Efficiëntie en slimme sturing

Om het verbruik verder te optimaliseren, zijn de installaties uitgerust met slimme sturing. Bewegingssensoren en temperatuurregelaars zorgen ervoor dat verwarming en ventilatie alleen actief zijn waar en wanneer dat nodig is. Warmtepasta fungeert daarbij als buffer, waardoor piekbelasting wordt afgevlakt en energie gelijkmatiger wordt verdeeld over de dag. Dit verhoogt de efficiëntie van de verwarming en verlaagt de energievraag op momenten van topverbruik.

De woning is daarnaast volledig gasloos ontworpen, wat niet alleen bijdraagt aan de reductie van CO₂-uitstoot, maar ook zorgt voor lagere onderhoudskosten en een verhoogde veiligheid.



6. Milieu-impact en duurzaamheid

Duurzaam bouwen gaat verder dan energieverbruik. Deze woning is ontworpen met aandacht voor de volledige levenscyclus van materialen, minimale belasting van het milieu en maximale herbruikbaarheid. Dat resulteert niet alleen in een lage CO₂-uitstoot tijdens het gebruik, maar ook in een kleinere ecologische voetafdruk tijdens de bouw én aan het einde van de levensduur.

6.1 CO₂-reductie

Doordat de woning volledig gasloos is, wordt jaarlijks ongeveer 1500 kg CO₂-uitstoot vermeden die normaal gepaard gaat met verwarming en warmwatervoorziening. Ook de keuze voor biobased materialen zoals hennep, kokosvezel, kurk en mycelium draagt significant bij aan de reductie van emissies. Deze materialen hebben tijdens de productie tot wel 60% minder CO₂-uitstoot dan gangbare bouwmaterialen zoals EPS, PIR of minerale wol.

6.2 Levensduur en hergebruik

De toegepaste installaties en bouwmaterialen zijn geselecteerd op een lange levensduur en herbruikbaarheid. Infraroodpanelen gaan meer dan 20 jaar mee zonder onderhoud. Isolatiematerialen zoals kurk en mycelium kunnen na gebruik eenvoudig worden teruggebracht tot compost of opnieuw verwerkt. Ook het interieur is ontworpen als een modulair systeem, waarbij onderdelen makkelijk vervangen of aangepast kunnen worden zonder grootschalige sloop.

6.3 Gezond binnenklimaat

Naast duurzaamheid ligt de focus ook op gezondheid. De natuurlijke materialen reguleren op natuurlijke wijze vocht en temperatuur, wat de kans op schimmelvorming en condensatie minimaliseert. In combinatie met infraroodverwarming en decentrale ventilatie ontstaat een woning met minder fijnstof, stabiele luchtvochtigheid en continue luchtverversing, een belangrijk voordeel voor gezinnen met kinderen of mensen met allergieën.

Conclusie

Deze woning laat zien dat duurzaamheid, comfort en gezinsvriendelijk wonen uitstekend hand in hand kunnen gaan. Door het toepassen van biobased isolatiematerialen, slimme installatietechniek en een volledig elektrisch energiesysteem ontstaat een woning die niet alleen energieneutraal is, maar ook bijdraagt aan een gezonde leefomgeving voor de bewoners.

De combinatie van innovatieve oplossingen zoals warmtepasta, infraroodverwarming en decentrale warmteterugwinning zorgt voor comfort op maat, met een zo laag mogelijke milieubelasting. Tegelijkertijd is er veel aandacht besteed aan circulariteit: van materiaalkeuze tot afvalscheiding en hergebruik in het interieur.

Dankzij de inzet van zonnepanelen wordt de woning volledig zelfvoorzienend in energie, en is de jaarlijkse CO₂-uitstoot aanzienlijk lager dan die van een traditionele woning. De woning is daarmee niet alleen geschikt voor het heden, maar ook voorbereid op de uitdagingen van de toekomst.

Kortom, dit huishoudingsconcept vormt een duurzaam, gezond en realistisch alternatief voor de gezinswoning van morgen, afgestemd op de stad van vandaag.