

RAPPORT

Routekaart Energietransitie Universiteit Twente

(definitief)

Klant: Universiteit Twente

Referentie: BH1699IBRP2012161049

Status: S0/P01.01

Datum: 18 december 2020

**UNIVERSITY
OF TWENTE.**

Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Routekaart Energietransitie Universiteit Twente

Ondertitel:

Referentie: BH1699IBRP2012161049

Status: P01.01/S0

Datum: 18 december 2020

Projectnaam:

Projectnummer: BH1699

Auteur(s): Henk Hobbelink, Brechje Marechal, Gerben Stam, Riccardo Capperucci, Camiel Alderlieste

Opgesteld door: Riccardo Capperucci, Camiel Alderlieste

Gecontroleerd door: Gerben Stam

Datum: 17 december 2020

Goedgekeurd door: Gerben Stam

Datum: 17 december 2020

Classificatie

Alleen voor intern gebruik

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Beleid en Ambities (Overheid en UT)	1
1.2 Vastgoed Overzicht UT	1
1.3 Onderzoeksvraag	2
2 Uitgangspunten en aanpak	4
2.1 Definities	4
2.2 Uitgangspunten	4
2.3 Aanpak	6
2.3.1 Routekaart Model RHDHV	6
2.3.1.1 Input	7
2.3.1.2 Proces	7
2.3.1.3 Output	8
2.4 Maatregelen	8
2.5 Kentallen	9
2.6 Gebouwgerichte Maatregelen	10
2.7 Gebiedsgerichte Maatregelen	10
3 Vastgoed Portefeuille Universiteit Twente	11
3.1 Overzicht Campus	11
3.2 Vastgoed Selectie	11
3.3 Energiegebruik	12
3.5 Energieopwekking en inkoop	13
3.6 Energiebeheer	13
3.7 Energielabels/Prestatie	13
4 Vastgoed Strategie UT	14
4.1 Strategieën UT	14
4.2 Onderhoud	14
4.3 Koel- en Warmte Behoeft	14
4.4 Duurzame Vastgoedstrategie	15
4.5 Overige Thema's	15
5 Organisatie	16
5.1 Bedrijfstrategie	16
5.2 Vastgoedorganisatie	16
5.3 MVO Organisatie	16

5.4 Inkooporganisatie	16
5.5 Vakmanschap van professionals	17
5.6 Systematische energiezorg geborgd	17
6 Resultaten	18
6.1 Pragmatisch scenario	18
6.1.1 Maatregelpakket en Omschrijving – pragmatisch scenario	18
6.1.2 Energie Behoeftte - pragmatisch scenario	19
6.1.3 Energie Draggers - pragmatisch scenario	19
6.1.4 Primaire Energie - pragmatisch scenario	20
6.1.7 CO ₂ -emissies 2020 – 2050 - pragmatisch scenario	21
6.1.6 CO ₂ -emissies 1990-2050 - pragmatisch scenario	22
6.1.7 Investering - pragmatisch scenario	22
6.2 Ambitieuus scenario	23
6.2.1 Maatregelpakket en Omschrijving – ambitieuus scenario	23
6.2.2 Energie Behoeftte – ambitieuus scenario	24
6.2.3 Energie Draggers – ambitieuus scenario	25
6.2.4 Primaire Energie – ambitieuus scenario	26
6.2.5 CO ₂ -emissies – ambitieuus scenario	27
6.2.6 CO ₂ -emissies 1990-2050 – ambitieuus scenario	28
6.2.7 Investering – ambitieuus scenario	28
6.3 Planning	29
6.4 Financiering	29
6.5 Monitoring	29
7 Conclusie en aanbevelingen	30
7.1 Conclusie	30
Pragmatisch scenario	30
Ambitieuus	30
Algemeen	31
7.2 Aanbevelingen	32
7.3 Risico's en Knelpunten	32

Tabellen

No table of figures entries found.

Figuren

Figuur 1: Vijf stappen methode	2
Figuur 2: Overzicht methode CO ₂ -emissie factoren 1990-2050	5
Figuur 3: CO ₂ emissiefactoren 1990 - 2050	6
Figuur 4: Primaire energiefactoren 2020 – 2050	6
Figuur 5: Proces en onderdelen Routekaart Model	7
Figuur 6: Indirecte investeringskosten factor	9
Figuur 7: Maatregelen (blauw bouwkunde, rood installatie - linkerkolom)	9
Figuur 8: Generieke maatregelen	10
Figuur 9: Gebiedsgerichte maatregelen	10
Figuur 10: Overzicht campus	11
Figuur 11: Vastgoed selectie	12
Figuur 12: Energiegebruik UT	12
Figuur 13: Maatregellijst pragmatisch	18
Figuur 14: Energiebehoefte 2020-2050 pragmatisch	19
Figuur 15: Energiegebruik per drager 2020-2050 pragmatisch	20
Figuur 16: Primaire energie 2020-2050 pragmatisch	21
Figuur 17: CO ₂ -emissies 2020-2050 pragmatisch	21
Figuur 18: CO ₂ -emissies 1990-2050 pragmatisch	22
Figuur 19: Investering kosten pragmatisch	23
Figuur 20: Maatregellijst Ambitieuus	24
Figuur 21: Energiebehoefte 2020-2050 ambitieus	25
Figuur 22: Energiegebruik per drager 2020-2050 ambitieus	26
Figuur 23: Primaire energie 2020-2050 ambitieus	27
Figuur 24: CO ₂ -emissie 2020-2050 ambitieus	27
Figuur 25: CO ₂ -emissie 1990-2050 ambitieus	28
Figuur 26: Investeringskosten 2020-2050 ambitieus	29
Figuur 27: Prognose studentenaantallen (bron: referentieramingen OCW 2018)	33

Bijlagen

No table of contents entries found.

1 Inleiding

Op het gebied van duurzaamheid in de gebouwde omgeving zijn er grote uitdagingen. Om het akkoord van Parijs uit 2015 na te komen, dient in 2050 de gebouwde omgeving grotendeels te worden voorzien van een duurzame energieleverantie. Omdat de duurzame energieleverantie in omvang beperkter is dan het huidige energiegebruik door de gebouwde omgeving, is een rigoureuze reductie van het energiegebruik benodigd. De plannen van de rijksoverheid zijn gevat in de klimaatwet die in december 2018 door de Tweede Kamer is goedgekeurd en in mei 2019 is bekrachtigd door de Eerste Kamer.

1.1 Beleid en Ambities (Overheid en UT)

Overheidsbeleid

Voor nieuwbouw wordt aangestuurd om voor gebouwen vanaf 2021 strengere eisen te laten gelden met betrekking tot energiegebruik. Hiermee wordt beoogd tot bijna energie neutrale gebouwen (BENG) te komen, aansluitend bij de Europese Energy Performance of Buildings Directive. Voor de bestaande gebouwen zal een eindnorm voor energiegebruik worden gedefinieerd die ook in 2021 zal gaan gelden. Daarbij komen de plannen om de komende jaren de gaswinning vanuit Groningen, vanwege de aardbevingsproblematiek, sterk te verminderen.

Concreet moet de gebouwde omgeving in 2030 een reductie van 49% CO₂-uitstoot behalen ten opzichte van referentiejaar 1990. In 2050 dient de CO₂-reductie dan minimaal 95% te bedragen.

Beleid Universiteit Twente

UT heeft een nieuwe strategie 'Shaping 2030' waarin zij verklaart een duurzame organisatie te willen zijn in 2030, en in 2023 al 15% CO₂ reductie te hebben gerealiseerd t.o.v. 2020¹, op het gebied van voedsel, water, afval, mobiliteit en energieverbruik². Het UT beleid voor duurzame bedrijfsvoering³ richt zich op tien thema's, waaronder energie besparing, zowel gebouwgebonden energie als het energieverbruik dat beïnvloed wordt door de gebruiker, en CO₂ reductie door het gebruik van materialen met een lage CO₂ footprint (circulaire producten).

1.2 Vastgoed Overzicht UT

Bij het ontwikkelen van deze routekaart is een selectie van het vastgoed gemaakt. Hierbij zijn de volgende selectiecriteria gehanteerd:

- Gebouwen zijn utiliteitsgebouwen
- Het bruto vloeroppervlak (BVO) bedraagt meer dan 100 m²
- De gebouwen zijn eigendom van de universiteit Twente
- De gebouwen worden gekoeld en/of verwarmd.

Van totaal 56 gebouwen is informatie beschikbaar. Daarvan zijn op basis van bovenstaande criteria 41 gebouwen opgenomen in de routekaart energietransitie. Een overzicht van de gebouwen is opgenomen in Figuur 11.

¹ Vanwege de corona maatregelen zal de CO₂ footprint van 2020 niet representatief zijn voor de reguliere situatie. Dit zal meegenomen moeten worden in de monitoring van de CO₂ reductie.

² <https://www.utwente.nl/shaping2030/>

³ <https://www.utwente.nl/en/sustainability/vision-mission/#more-information>

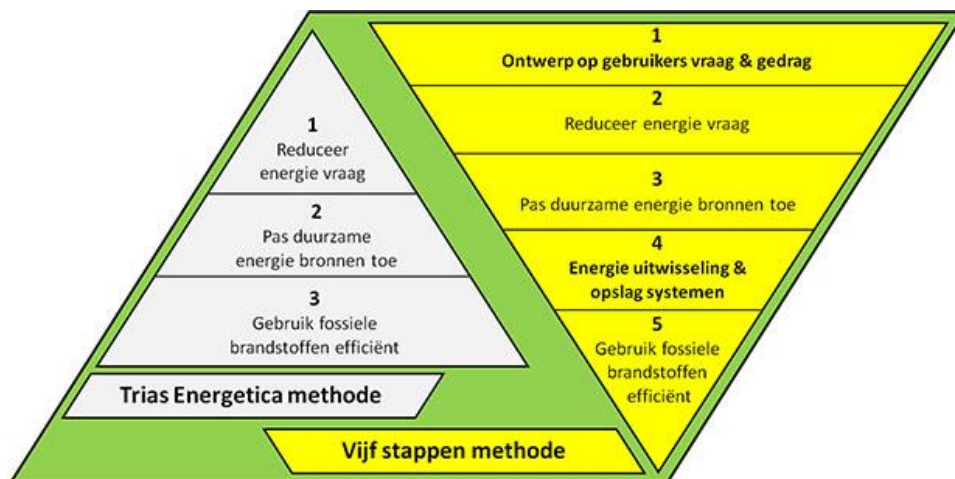
1.3 Onderzoeksvraag

Als eigenaren en beheerders van een omvangrijke vastgoedportefeuille (4,4M m² BVO) spelen de Nederlandse Universiteiten een belangrijke rol in de energietransitie. De ambitie van de Nederlandse Universiteiten is om aan te sluiten bij de CO₂-reductie als beschreven in het klimaatakkoord. Een CO₂-reductie van 49% in 2030 en een CO₂-reductie van 95% in 2050, ten opzichte van referentiejaar 1990.

De Nederlandse universiteiten verenigd in de VSNU hebben aan de klimaattafel “gebouwde omgeving” toegezegd een sectorale routekaart op te stellen, waarin iedere universiteit een routekaart opstelt. De UT wil zich committeren aan de uitvoering van de routekaart, maar zich ook in praktische zin voorbereiden op de hierboven geschetste ontwikkelingen. Hoe kan de UT zorgen dat op het gebied van duurzaamheid (in deze studie toegespitst op alleen energie) de goede maatregelen op het goede moment worden uitgevoerd?

De 5-stappen-methode, een doorvertaling van de trias energetica, wordt als leidraad gebruikt bij het verlagen van de CO₂-emissies van de vastgoedportefeuille. Dit gebeurt door:

- Het energieverbruik te verminderen
- Zelf (lokaal) hernieuwbare energie op te wekken
- Inkoop van zo duurzaam mogelijk stadswarmte, stadskoeling en elektriciteit.



Figuur 1: Vijf stappen methode

Dit rapport heeft tot doel inzicht te geven in de mogelijke energiebesparende maatregelen, de lokale energieopwekkingsmogelijkheden en de bijdrage aan het doel ‘95% CO₂-emissie reductie’. De bijbehorende investeringskosten en operationele kosten (onderhoud en energie) worden ook inzichtelijk gemaakt.

Hiervoor zijn er twee scenario’s uitgewerkt:

- Pragmatisch scenario
- Ambitieuus scenario.

Het pragmatisch scenario sluit zoveel mogelijk aan bij de huidige planvorming voor het vastgoed, welke is gevat in het lange termijn huisvestingsplan (LTHP) en de meerjaren onderhoudsplanning (MJOP). De vervangingen lopen mee met de huidige gangbare technieken. Hierbij wordt er bijvoorbeeld vanuit gegaan

dat TL verlichting standaard door LED verlichting zal worden vervangen en dat verwarmingssystemen niet voor het aflopen van de levensduur vervangen worden door LTV systemen.

Het ambitieuze scenario bevat maatregelen die verder gaan dan nu voorzien in de planvorming. Bij dit scenario wordt getracht het maximaal mogelijke aan energiereductie en eigen opwekking met het bestaande vastgoed te bewerkstelligen, ook als deze maatregelen op dat moment financieel niet rendabel zijn.

De voor beide scenario's toegepaste maatregelen zijn opgenomen in bijlage [A].

2 Uitgangspunten en aanpak

In dit hoofdstuk worden eerst de uitgangspunten besproken zoals overeengekomen met de UT. Vervolgens wordt het routekaartmodel van RHDHV en de bijbehorende maatregelen weergegeven.

2.1 Definities

Er circuleren veel verschillende energiedefinities voor de gebouwde omgeving. Binnen de ambitie van de UT wordt er rekening gehouden met de volgende onderdelen: Gebouwinstallaties, Apparatuur en de Duurzame Energieopwekking. De CO₂ welke vrijkomt bij de Bouw & Sloop en de mogelijkheden om duurzame energie op te wekken op Campus niveau zijn niet meegenomen in deze studie. Dat wil zeggen dat we wel naar PV-cellen kijken die op gebouwen van de UT geplaatst kunnen worden maar niet naar windmolens of zonneparken die op de campus geplaatst kunnen worden.

Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden en gebruikersgebonden energieverbruik. Gebouwgebonden energieverbruik wordt volgens de RVO⁴ omschreven als het energieverbruik voor ruimteverwarming, ruimtekoeling en ventilatie, warmtapwater, elektriciteit voor de hiervoor benodigde installaties en verlichting. Onder het gebruikersgebonden energieverbruik vallen zowel 'huishoudelijke' apparatuur (zoals TV's, computers, kopieerapparaten, printers, etc.) als laboratorium en onderzoekapparatuur.

De afdeling Onderhoud, Beheer & Vastgoed heeft slechts invloed op het gebouw gebonden energiegebruik. Het elektriciteitsgebruik door apparatuur (en overig) wordt bepaald en/of beïnvloed door de gebruiker. Voor het gebruikers gerelateerde gebruik worden geen maatregelen binnen deze routekaart benoemd. Dit wordt belegd in het SEE programma⁵. Omdat het gebruikers gerelateerde aandeel in veel gevallen substantieel is, lijkt het verstandig om met de gebruikers in gesprek te gaan om dit energiegebruik in kaart te brengen en daar waar mogelijk te verminderen. Een belangrijk instrument hierbij kan zijn om per gebruiker tussenmeters aan te brengen en de grootverbruikers van bemetering te voorzien.

2.2 Uitgangspunten

De volgende gegevens, te vinden in de bijlage (bijlagenummer tussen vierkante haken), zijn gebruikt bij het opstellen van dit document:

- [A] Maatregellijst
- [B] Invulformulier UT
- [C] RHDHV CO₂ Emissiefactoren 1990-2050
- [D] Data UT energieverbruik MJA 2005 – 2020

Toepasbaarheid maatregelen

Welke maatregelen toepasbaar zijn in een scenario, is steeds met de UT bepaald aan de hand van de volgende criteria:

- Timing; kan de maatregel worden toegepast ten tijde van een natuurlijk vervangingsmoment?
- Functionaliteit; is de maatregel toepasbaar in relatie tot de functionaliteit van het gebouw?
- Duurzaamheid; levert de maatregel voldoende verduurzaming op?
- Kosten; levert de maatregel een gezonde verhouding op tussen investering en vermeden operationele kosten (met name voor energie).

⁴ <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/wetten-en-regels/algemene-begrippen>

⁵ <https://www.utwente.nl/en/sustainability/see-programme/>

CO₂ emissiefactoren

Voor het berekenen van de totale CO₂-emissies, wordt per energiedrager een CO₂-emissiefactor gebruikt. Deze CO₂-emissiefactoren verschillen per jaar door een verandering in de opwekking. In de sectorale routekaart is afgesproken om voor de CO₂-emissiefactoren tot 2030 gebruik te maken van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV), 2020⁶. Volgens de KEV, 2020 zal de emissiefactor voor elektriciteit in Nederland gedaald zijn naar 0,12 kg CO₂ per kWh. Voor na 2030 kan geen gebruik worden gemaakt van gegevens uit de KEV2020. Op basis van RHDHV CO₂-emissiefactoren 1990-2050 is een inschatting gemaakt van de verdere verduurzaming en daarmee CO₂-uitstootreductie van de elektriciteitsopwekking. Deze inschatting is gemaakt door de ontwikkelingen tussen 1990 en 2030 te extrapoleren voor na 2030.

Uitgangspunten Energie Verbruik: 1990-2050				
	1990-2000	2005-2015	2020-2030	2035-2050
Energie	Aangenomen als MJA 2005	MJA UT (2005-2019)	RHDHV Routekaart Model	RHDHV Routekaart Model
Uitgangspunten CO ₂ Uitstoot per Type Energie Verbruik: 1990-2050				
	1990-2000	2005-2015	2020-2030	2035-2050
Elektra	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	KEV2020	RHDHV CO ₂ Factor Berekening
Gas	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	RHDHV CO ₂ Factor Berekening
Warmtenet Enschede	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	Ennatuurlijk Warmte-Etiket 2019	Ennatuurlijk Warmte-Etiket 2019
Koudenet UT (Koudecirkel)	-	-	RHDHV CO ₂ Factor Berekening	RHDHV CO ₂ Factor Berekening
Hernieuwbare Energie (Zelf Opgewekt)	0,00	0,00	0,00	0,00

Figuur 2: Overzicht methode CO₂-emissie factoren 1990-2050

Volgens het klimaatakkoord moet het doel van 49% CO₂ reductie in 2030 en 95% CO₂ reductie in 2050 gebaseerd zijn op het referentiejaar 1990. Om te bepalen hoeveel CO₂ er uitgestoten werd van 1990 tot 2020 wordt er gebruik gemaakt van de aangeleverde data van de UT over het energieverbruik van 2005 tot 2020 [E] en van de CO₂ factoren berekend door RHDHV voor 1990 – 2020 (zoals hierboven beschreven). Voor het energieverbruik van voor 2005 wordt een aanname gedaan op basis van het verbruik in 2005 aangezien in dit jaar de eerste energiemetingen hebben plaatsgevonden. In Figuur 2 is een overzicht weergegeven van de verschillende methodes om de CO₂-emissiefactoren te bepalen voor de periode van 1990 – 2050 en in Figuur 3 de bijbehorende CO₂-emissiefactoren.

⁶ <https://www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2020>

Universiteit Twente Ambitieuze: CO2 Uitstoot 1990 -2050

Type		Basis CO2 Uitstoot per Type Energie Verbruik												
		jaar	CO2 Uitstoot per kWh per Type per Jaar											
		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Elektra (Gebouw-Gebonden)	[kgCO ₂ /kWh]	0,63	0,60	0,55	0,50	0,47	0,49	0,43	0,23	0,12	0,08	0,08	0,07	0,07
Elektra (Gebruik-Gebonden)	[kgCO ₂ /kWh]	0,63	0,60	0,55	0,50	0,47	0,49	0,43	0,23	0,12	0,08	0,08	0,07	0,07
Hernieuwbare Elektra (Ingekocht - Bron Onbekend)	[kgCO ₂ /kWh]	0,63	0,60	0,55	0,50	0,47	0,49	0,43	0,23	0,12	0,08	0,08	0,07	0,07
Gas	[kgCO ₂ /kWhg]	0,20	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Warmtenet Enschede	[kgCO ₂ /kWhw]	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Koudenet UT (Koudecirkel)	[kgCO ₂ /kWhk]	0,16	0,15	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Hernieuwbare energie (Zelf Opgewekt)	[kgCO ₂ /kWh]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figuur 3: CO2 emissiefactoren 1990 - 2050

Primaire energiefactoren

Om te kunnen analyseren hoe veranderingen in de opwekking de efficiëntie van het systeem beïnvloedt, wordt er in dit model gebruik gemaakt van de primaire energiefactor (PEF). Het primaire energieverbruik toont de ontwikkeling en verandering in het opwekkingsrendement voor elke energiedrager.

Het primaire energiegebruik wordt bepaald door de effectiviteit van de opwekking en het transport van de energiedrager naar de eindgebruiker. Dit bepaalt ook de CO₂-uistoot per eenheid van de energiedrager. Een effectievere opwekking resulteert in een hoger rendement en een lagere hoeveelheid primaire energie (bij een gelijkblijvende energievraag van de energiedrager). Hierdoor neemt ook de CO₂-emissie af. In Figuur 4 zijn bijbehorende waarden gepresenteerd. Deze waarden zijn gebaseerd op de KEV 2020, RVO en op het warmte etiket van Ennatuurlijk Enschede.

Primaire Energiefactor 2020-2050

Type		Primaire Energiefactor per Type Energie Verbruik							
		jaar	Primaire Energiefactor per Type per Jaar						
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
Elektra (Gebouw-Gebonden)	[kWh/kWh]	1,77	1,04	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	
Elektra (Gebruik-Gebonden)	[kWh/kWh]	1,77	1,04	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	
Hernieuwbare Elektra (Ingekocht - Bron Onbekend)	[kWh/kWh]	1,77	1,04	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	
Gas	[kWh/kWh]	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	
Warmtenet Enschede	[kWh/kWh]	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	
Koudenet UT (Koudecirkel)	[kWh/kWh]	0,44	0,26	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	
Hernieuwbare energie (Zelf Opgewekt)	[kWh/kWh]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

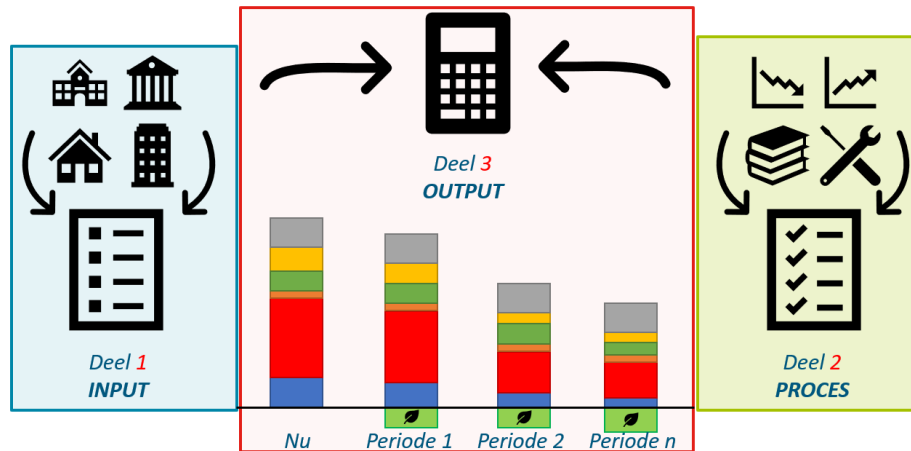
Figuur 4: Primaire energiefactoren 2020 – 2050

2.3 Aanpak

2.3.1 Routekaart Model RHDHV

Voor deze studie is er gebruik gemaakt van een Excel-rekenmodel. In dit rekenmodel zijn diverse energiebesparende maatregelen met de bijbehorende energiebesparingen en investeringskosten ingevoerd. Per gebouw wordt gekeken welke maatregelen van toepassing kunnen zijn en wat de invloed van deze maatregel op de totale energiebesparing is en welke investeringskosten hierbij horen.

Het rekenmodel (zie Figuur 5) bestaat uit drie hoofdonderdelen: één; input- en referentiegebouwmodel (blauw); twee, proces en toepassing van maatregelen (groen); drie, output en visualisatie (rood). Deze drie onderdelen zijn de drie opeenvolgende stappen van het berekeningsproces van het model.



Figuur 5: Proces en onderdelen Routekaart Model

Voor elk gebouw wordt een tabblad aangemaakt en voor elk onderdeel van de vastgoedportefeuille worden de drie delen onafhankelijk van de andere uitgevoerd.

In Bijlage [E] wordt een model en berekening voor Cubicus-gebouw gebruikt als verwijzing naar het hoogtepunt van elk van de drie onderdelen van het Routekaartmodel in het Excel-rekenblad.

2.3.1.1 Input

Het invoer gedeelte is samengesteld uit twee afzonderlijke functies; het invoeren van gebouw informatie en het opstellen van het referentiegebouwmodel.

De informatie-invoer is aangeleverd door de afdeling Onderhoud, Beheer & Vastgoed van de UT die voor elk gebouw twee formulieren [A][B] hebben ingevuld. Het eerste formulier [A], het invulformulier, bevat de kenmerken van het gebouw zoals het bouwjaar, de gebouw functie, de bedrijfsuren en de geometrie. De geveleppervlaktes, dakoppervlaktes en glasdelen zijn ingeschat op basis van diverse vormfactoren zoals het aantal bouwlagen, de gevelfactor, de dakfactor en gevelopeningen. In het tweede formulier [B] is bepaald welke maatregelen in welke periode van 5 jaar worden toegepast (zie verder onder “proces”).

Het referentiegebouwmodel is het uitgangspunt van het hele rekenproces. Het opgegeven energieverbruik van het gebouw wordt uitgesplitst om de effecten van de maatregelen op de verschillende gebruiksbehoeften (verlichting, verwarming, etc.) te kunnen bepalen. Op basis van het totale energiegebruik is per energiedrager (gas, elektra en externe warmtelevering) ook een uitsplitsing gemaakt. Voor vaststelling van beide uitsplitsingen (verbruik en energiedrager) worden archetypes toegepast. De gebouwen zijn onderverdeeld in verschillende archetypes o.b.v. de gebouwfunctie en bouw- of renovatiejaar. Deze archetypes zijn gedefinieerd o.b.v. eerder onderzoek van RoyalHaskoningDHV en zorgen ervoor dat de juiste hoeveelheid energie wordt gealloceerd per gebouw. Zo is het aandeel elektriciteit, gebruikt voor apparatuur en ventilatie bij gebouwen met een laboratorium-functie, aanzienlijk hoger dan bij kantoor- of onderwijsgebouwen.

2.3.1.2 Proces

Na deze uitsplitsingen worden de gekozen maatregelen van het tweede formulier [B], per tijdvak toegepast. In het model wordt enigszins rekening gehouden met samengestelde maatregelen om zo te voorkomen dat energiebesparingsmaatregelen te positief worden meegenomen. Als voorbeeld wordt de besparing als gevolg van een warmtepompinstallatie pas bepaald nadat de besparingen als gevolg van de betere schilisolatie zijn bepaald.

Er wordt gewerkt met een model dat gebaseerd is op vooraf vastgestelde archetypes en dat energiebesparing en kosten toekent aan maatregelen voor de gebouwen. In een aantal gevallen kan het archetype te veel afwijken van beschouwde gebouwen. Om te zorgen dat het effect en de kostenimpact van maatregelen passen bij deze gebouwen, is er een zogenaamde 'tweak' factor geïntroduceerd. Hiermee kan een besparing op maat gemaakt worden voor het betreffende gebouw. Deze factor kan zowel naar boven als naar beneden worden toegepast en is gebaseerd op de informatie uit het invulformulier of uit het overleg tussen de UT en RHDHV. Hiermee wordt het model 'gefinetuned' naar de eigenschappen van de gebouwen.

Voor deze studie is er gerekend met vormfactoren en kentallen, dit resulteert per definitie in een bepaalde onnauwkeurigheid. Daarom kunnen de resultaten als richtinggevend gezien worden. Wel zijn de uitkomsten getoetst aan projectervaringen elders. Hierbij is onder andere gebruik gemaakt van een grote online-database met vastgoedinventarisaties in het kader van de vastgoedverduurzamingsmethodiek Fastlane⁷.

2.3.1.3 Output

Het product van het "proces" zijn de output van de berekeningen die worden verzameld en gevisualiseerd om de resultaten per periode samen te vatten. De resultaten worden zowel in de vorm van tabellen als grafieken voor de volgende thema's gepresenteerd:

- **Energie Behoeftte:** De energiebehoefte die het gebouw nodig heeft om het te kunnen gebruiken en verdeeld over elke categorie van energievraag (verwarming; koeling; warm tapwater; ventilatie; verlichting; en apparatuur).
- **Maatregel Toepassing:** Tabel waarin elke toegepaste maatregel, toepassingsperiode, potentiële energiebesparing en kosten worden vermeld.
- **Energie Dragers:** Grafische weergave van elk type energiedrager dat het gebouw nodig heeft en gebruikt om te voorzien in de benodigde energiebehoefte. In principe is een vertaling van de energiebehoefte op elk van zijn energiedrager.
- **Primaire Energie:** Het primaire energieverbruik toont de ontwikkeling en verandering in het opwekkingsrendement voor elke energiedrager.
- **Investering:** Investerings (CAPEX) en operationele kosten (OPEX) van maatregelenpakket en energierekeningen worden gerapporteerd om een overzicht te geven van de belangrijkste kasstromen die door het model zijn geanalyseerd.
- **CO₂-emissies:** De CO₂-uitstoot als gevolg van zowel gebouwgebonden als niet gebouwgebonden energiebehoefte (per type energiedrager) is het eindproduct.

2.4 Maatregelen

In het hierboven beschreven model kan gekozen worden uit 30 verduurzamingsmaatregelen. Deze lijst met maatregelen is onder andere samengesteld op basis van de verduurzamingsmethodiek Fastlane die Royal HaskoningDHV gebruikt voor het doorlichten van grote vastgoedportefeuilles. De maatregelenlijst die in het model voor de UT is gebruikt, is tot stand gekomen na doorberekeningen van verschillende vastgoedportefeuilles met de Fastlane methodiek, hetgeen geleid heeft tot een lijst met de meest toegepaste en effectieve maatregelen. Deze weerspiegelen de huidige stand van de techniek en doorontwikkeling en/of technieken die in de toekomst mogelijk voorhanden zijn, zijn niet opgenomen in de lijst.

⁷ <https://www.royalhaskoningdhv.com/fastlane>

Onvoorzien	10,00%
Algemene kosten	8,00%
Winst / Risico	4,00%
Adviseur installaties	3,00%
Architect	5,00%
Leges inzake vergunning	3,00%
BTW	21,00%

Figuur 6: Indirecte investeringskosten factor

De investeringskosten (bouwkosten kentallen) van de maatregelen worden met 54% verhoogd om van directe bouwkosten tot stichtingskosten te komen (zie Figuur 6). Deze investeringskosten zijn vooral toepasselijk bij grotere projecten en bij kleinere projecten kan er hiervan worden afgeweken. In Figuur 7 zijn de maatregelen weergegeven en verschillende verbruikstypes waarop zij invloed hebben. In bijlage [A] worden alle maatregelen kort toegelicht en worden ook de energiereductie- en kostenkengetallen gepresenteerd.

Code	Naam	WO	Koeling	Verwarming	Warm tapwater	Ventilatie	Verlichting	Apparatuur	Overig
M1	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	BDO	0	x	0	0	0	0	0
M2	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	BDO	0	x	0	0	0	0	0
M3	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	BGO	0	x	0	0	0	0	0
M4	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	BGO	0	x	0	0	0	0	0
M5	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	BBO	0	x	0	0	0	0	0
M6	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	BBO	0	x	0	0	0	0	0
M7	Enkelglas: toepassen achterzetramen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M8	Enkelglas: vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M9	Dubbel glas: vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M10	Dubbel glas: vervangen voor HR+++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M11	HR glas vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M12	HR glas vervangen voor triple HR+++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M13	Verlichting (C-TLD/5 naar LED 7 W/m2)	VVO	0	x	0	0	x	0	0
M14	Aanwezigheidsdetectie	VVO	0	x	0	0	x	0	0
M15	Doorstroom boilers vervangen door zonne-boilers	BVO	0	0	x	0	0	0	0
M16	Bevochtiging verwijderen	BVO	0	x	0	0	0	0	0
M17	WTW: van half twincoil naar volledig twincoil (70%)	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M18	WTW: van twincoil naar HR twincoil	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M19	WTW: HR twincoil	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M20	WTW: van warmtewiel naar HR warmtewiel	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M21	WTW: HR warmtewiel	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M22	Lucht WP (warmte)	VVO	0	x	0	0	0	0	0
M23	Buitenzonwering	GOO	x	0	0	0	0	0	0
M24	WKO + WP (obv ZLTV)	BVO	x	x	0	0	0	0	0
M25	Toerengeregelde ventilatoren	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M26	HTV naar LTV	BVO	0	0	0	0	0	0	x
M27	Smart building technieken	VVO	x	x	0	x	x	x	0
M28	Van mechanische koeling naar koudecirkel	BVO	x	0	0	0	0	0	0
M29	Van stadswarmte naar lucht/water WP op de koudecirkel	BVO	x	x	0	0	0	0	0
M30	Van gasketel naar stadsverwarming	BVO	0	x	0	0	0	0	0

Figuur 7: Maatregelen (blauw bouwkunde, rood installatie - linkerkolom)

2.5 Kentallen

De kentallen van de verschillende maatregelen kunnen gevonden worden in bijlage [F]. De kentallen zijn standaardwaarden die afhankelijk zijn van gebouwfunctie, bouwjaar en zelfs van de

gebouweigenschappen. In de bijlage worden zowel energiebesparende kentallen als kosten kentallen gepresenteerd.

2.6 Gebouwgerichte Maatregelen

Gebouwgerichte maatregelen zijn maatregelen die invloed op het gebouw te hebben. De maatregelen worden per gebouw toegepast en zijn voor elk gebouw uniek. Dit wordt bereikt door een selectieproces op basis van bouwfunctie, levensduur en verdere aanpassingen op maat waar nodig. In Figuur 8 zijn deze maatregelen te zien.

Code	Naam	WO	Koeling	Verwarming	Warm tapwater	Ventilatie	Verlichting	Apparatuur	Overig
M1	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	BDO	0	x	0	0	0	0	0
M2	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	BDO	0	x	0	0	0	0	0
M3	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	BGO	0	x	0	0	0	0	0
M4	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	BGO	0	x	0	0	0	0	0
M5	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	BBO	0	x	0	0	0	0	0
M6	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	BBO	0	x	0	0	0	0	0
M7	Enkelglas: toepassen achterzetramen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M8	Enkelglas: vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M9	Dubbel glas: vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M10	Dubbel glas: vervangen voor HR+++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M11	HR glas vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M12	HR glas vervangen voor triple HR+++ glas, incl. bestaand verwijderen	GOO	0	x	0	0	0	0	0
M13	Verlichting (C-TLD/5 naar LED 7 W/m2)	VVO	0	x	0	0	x	0	0
M14	Aanwezigheidsdetectie	VVO	0	x	0	0	x	0	0
M15	Doorstroom boilers vervangen door zonne-boilers	BVO	0	0	x	0	0	0	0
M16	Bevochtiging verwijderen	BVO	0	x	0	0	0	0	0
M17	WTW: van half twincoil naar volledig twincoil (70%)	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M18	WTW: van twincoil naar HR twincoil	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M19	WTW: HR twincoil	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M20	WTW: van warmtewiel naar HR warmtewiel	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M21	WTW: HR warmtewiel	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M22	Lucht WP (warmte)	VVO	0	x	0	0	0	0	0
M23	Buitenzonwering	GOO	x	0	0	0	0	0	0
M24	WKO + WP (obv ZLTV)	BVO	x	x	0	0	0	0	0
M25	Toerengeregelde ventilatoren	VVO	x	x	0	x	0	0	0
M26	HTV naar LTV	BVO	0	0	0	0	0	0	x
M27	Smart building technieken	VVO	x	x	0	x	x	x	0

Figuur 8: Generieke maatregelen

2.7 Gebiedsgerichte Maatregelen

Voor de UT zijn een aantal specifieke UT-maatregelen opgenomen die niet alleen toepasbaar zijn op een enkel gebouw maar op een heel gebied (zie Figuur 9). Een goed voorbeeld hiervan is de unieke koudenet "Koudecirkel" (maatregel 28, Figuur 9). Een systeem waarbij zo efficiënt mogelijk koude wordt geproduceerd, opgeslagen en gedistribueerd.

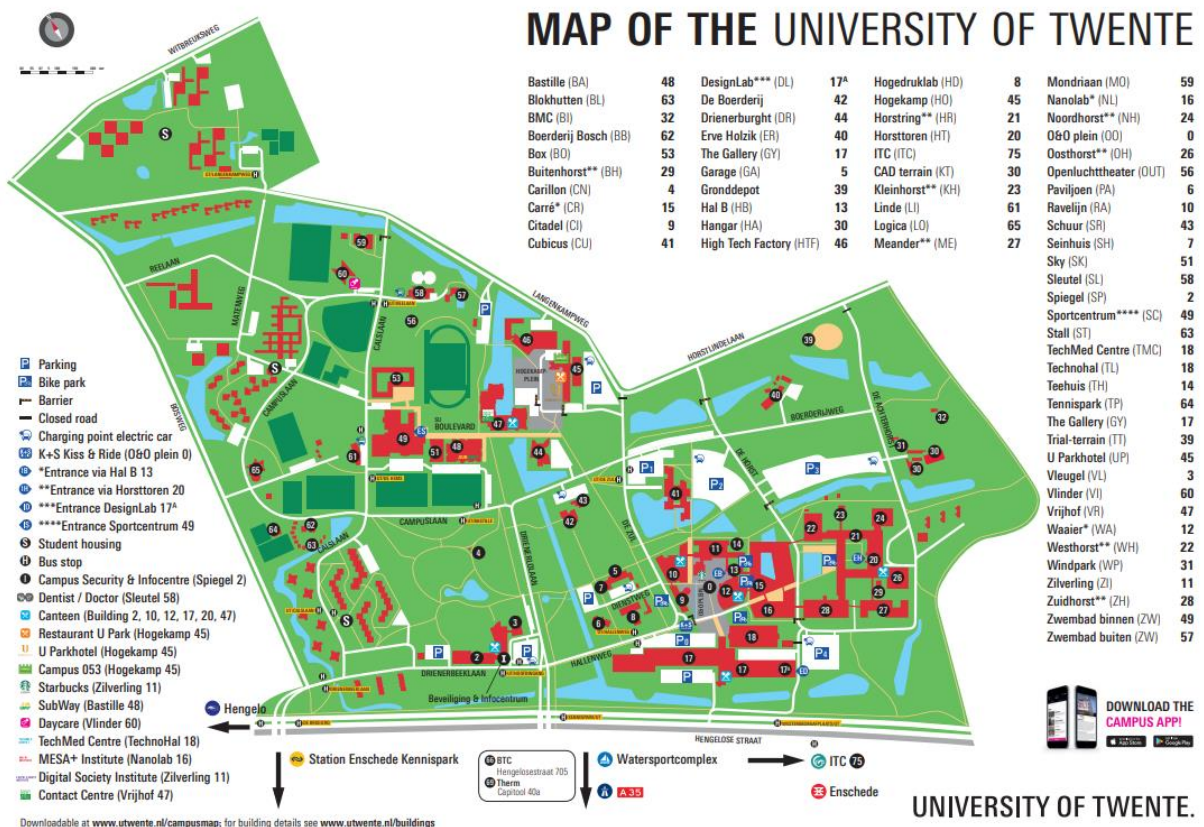
Code	Naam	WO	Koeling	Verwarming	Warm tapwater	Ventilatie	Verlichting	Apparatuur	Overig
M28	Van mechanische koeling naar koudecirkel	BVO	x	0	0	0	0	0	0
M29	Van stads warmte naar lucht/water WP op de koudecirkel	BVO	x	x	0	0	0	0	0
M30	Van gasketel naar stadsverwarming	BVO	0	x	0	0	0	0	0

Figuur 9: Gebiedsgerichte maatregelen

3 Vastgoed Portefeuille Universiteit Twente

De huidige vastgoedportefeuille van de UT heeft een gecumuleerd bruto vloeroppervlak (BVO) van ruim 429.928 [m²] en is verspreid over 56 gebouwen. De gebouwen hebben uiteenlopende bouwjaren en zijn over hun levensduur vaak ook meerdere keren gerenoveerd. In Figuur 10 **Error! Reference source not found.** is een overzicht van het campusterrein weergegeven.

3.1 Overzicht Campus



Figuur 10: Overzicht campus

3.2 Vastgoed Selectie

Voor dit onderzoek is in eerste instantie de volledige vastgoedportefeuille geanalyseerd om te bepalen of er gebouwen gebonden energieverbruik is. In Figuur 11 **Error! Reference source not found.** zijn de gebouwen te zien die aan de voorwaarde, zoals benoemd in 1.2 Vastgoed Overzicht UT, voldoen en dus zijn meegenomen in dit project. Van deze gebouwen is het koude, warmte-, gas- en elektragebruik geanalyseerd in het verduurzamingsonderzoek.

Gebouwen		
Nr.	Naam	m2 BVO
1	Cubicus	7.527
2	Spiegel	11.120
3	Vrijhof	13.477
4	Paviljoen	608
5	Zilverling	14.231
6	Ravelijn	11.802
7	Horstcomplex	20.694
8	Meander	9.074
9	Carre	32.986
10	Zuidhorst	9.073
11	Waaier	6.409
12	Seinhuis	357
13	Sportcentrum	8.434
14	Teehuis	332
15	Citadel	3.984
16	Drienderburght	2.643
17	Logica	772
18	Hogedruklab	1.385
19	Garage	479
20	Facultyclub	1.628
21	Bastille	6.965
22	Boerderij Bosch	342

Gebouwen		
Nr.	Naam	m2 BVO
23	Nanolab	6.748
24	Technohal	12.500
25	Afvalstoffen depot	98
26	BMC	142
27	Erve Holzik	634
28	U Park Hotel	20.502
29	ITC Hotel	12.046
30	ITC Gebouw	18.388
31	Schuur Groenbouw	521
32	Hangar	973
33	Windpark	112
34	Tennispaviljoen	175
35	Pakkerij	1.710
36	Watersportcomplex	1.549
37	Linde	1.471
38	Schuur keuken	130
39	Sleutel	979
40	Boortoren	109
41	Blokhutten	558
Totaal		243.667

Figuur 11: Vastgoed selectie

3.3 Energiegebruik

De gebouwen gebruiken koude, warmte, gas en elektriciteit van verschillende oorsprong:

- Elektriciteit direct vanuit het landelijke elektriciteitsnet
- Warmte uit het stadsverwarmingsnet van Nuon Vattenfall
- Koude uit het koudenet "koudecirkel" van de universiteit
- Aardgas vanuit het landelijke aardgasnet.

Van de meeste gebouwen zijn de actuele energieverbruiksgegevens voorhanden. Vanuit de MeerJaren Afspraken 3 (MJA3) voert de universiteit reeds lang een actief energiemanagement uit⁸. Een aantal gebouwen delen de energiebijmetering, waar aannames gedaan moeten worden over de afzonderlijke gebouwen. In Figuur 12 is het totale energiegebruik te zien van de campus.

Energiedragers		
Elektra (Gebouw-Gebonden)	[kWh/jaar]	13.230.825
Elektra (Gebruik-Gebonden)	[kWh/jaar]	9.096.075
Hernieuwbare Elektra (Ingekocht - Bron Onbekend)	[kWh/jaar]	0
Gas	[kWhg/jaar]	9.625.428
Warmtenet Enschede	[kWhw/jaar]	20.716.449
Koudenet UT (Koudecirkel)	[kWhk/jaar]	8.196.418
Hernieuwbare energie (Zelf Opgewekt)	[kWh/jaar]	-105.350

Figuur 12: Energiegebruik UT

⁸ <https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/initiatieven/energie/#meerjarenafpraak-energie-efficientie-2005-2020>

3.5 Energieopwekking en inkoop

De UT heeft geen eigen energieopwekking naast de 742 zonnepanelen die verdeeld zijn over de daken van de Technohal⁹ (624) en de Oost-Horst¹⁰ (120). Alle door deze zonnepanelen opgewekte energie wordt geleverd aan het eigen UT net en wordt door de UT zelf gebruikt. De UT heeft een aantal gebouwen waarvan de daken niet stevig genoeg zijn voor zonnepanelen. Wel wordt bij iedere renovatie onderzocht en overwogen om de daken te verstevigen voor het kunnen plaatsen van zonnepanelen. Daarnaast zijn er enkele monumentale panden (Pakkerij en Boerderij).

Voor meer informatie raadpleeg de website:

<https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/initiatieven/energie/>

De energie inkoop van gas en elektra wordt om de 3 á 4 jaar Europees aanbesteed. De aanbesteding van gas en elektra geschiedt op basis van de laagste prijs, daarbij worden in de overeenkomst clausules opgenomen om gedurende de looptijd van het contract de afname te kunnen verminderen en indien gewenst te kunnen verduurzamen. De warmte wordt geleverd door Ennatuurlijk en wordt door afvalverwerker Twence duurzaam opgewekt. De meetgegevens worden door de energieleveranciers ieder kwartier gemeten. De UT heeft zelf een eigen real time meting¹¹. Het aandeel energiekosten i.v.m. de totale huisvestingskosten is **20%**.

Voor meer informatie over het inkoopproces, raadpleeg de website:

<https://www.utwente.nl/nl/cfm/inkoop/>

3.6 Energiebeheer

De UT heeft het energiebeheer geïntegreerd in het Sustainability, Energy & Environment (SEE) programma¹², een universiteit breed programma voor het beheer van de prestaties op het gebied van duurzaamheid, energie en milieu. Hiermee wil de UT een blijvende vermindering van het verbruik van energie, grondstoffen en CO₂-uitstoot bewerkstelligen door zowel organisatorische als technische maatregelen te nemen. Hierbij worden de Significant Energy Users en factoren die het verbruik beïnvloeden (aantallen studenten, isolatie gebouwen, gedrag etc.) in meegenomen. Inzicht in het energieverbruik wordt gefaciliteerd door het platform op <https://energydata.utwente.nl/>. Emissies gekoppeld aan het energieverbruik worden gepubliceerd in de jaarlijkse CO₂ footprint¹³.

Voor meer informatie raadpleeg website;

<https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/open-data/>

3.7 Energielabels/Prestatie

De kantoren gebouwen van de UT hebben een energielabel.

Voor de label verdeling en energieadvies inclusief alle gebouw kenmerken, raadpleeg de website;

<https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/eep/>

⁹ <https://www.utwente.nl/en/sustainability/initiatives/energy/#energy-saving-measures>

¹⁰ <https://www.utwente.nl/nieuws/2013/4/172754/innovatieve-zonnepanelen-op-de-oosthorst>

¹¹ <https://energydata.utwente.nl/>

¹² <https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/see-programma/>

¹³ <https://www.utwente.nl/en/sustainability/carbon-footprint/>

4 Vastgoed Strategie UT

4.1 Strategieën UT

De universiteit heeft een Langetermijn Strategisch Huisvestingsplan voor de jaren 2020-2030 vastgesteld (LTSH 2030)¹⁴. In dat plan is beschreven welke uitbreiding van het vastgoed nodig is voor het accommoderen van groei en/of krimp, welke functionele aanpassingen aan bestaande gebouwen nodig zijn en welke renovaties aan bestaand vastgoed nodig zijn. Ook is het verplaatsen van een faculteit uit de stad naar de campus opgenomen.

De renovaties van bestaande gebouwen zijn bedoeld om de gebouwen geschikt te houden voor het huidige gebruik en om te kunnen voldoen aan de duurzaamheidseisen. De meest ingrijpende duurzaamheidsmaatregelen worden uitgevoerd tijdens de renovaties van de gebouwen. Dat is over het algemeen economisch gunstiger en levert slechts één keer overlast op voor de gebruikers. Het LTSH bevat een financieel meerjaren kader zodat de huisvestingskosten zo goed mogelijk in beeld zijn. Met dat LTSH als basis wordt elk jaar een “Annual Plan Housing & Real Estate” gemaakt. De strategie is vooral gebaseerd op eigendom van de gebouwen en dat voornamelijk op de campus. Bij uitbreiding zal daarom nieuwbouw worden gerealiseerd op het deel van de campus waar uitbreiding voor onderwijs en onderzoek is voorzien: de Es. Wanneer flexibiliteit van belang is wordt gehuurd op het tegenover de universiteit gelegen deel van Kennispark. Voorbeelden zijn de tentamenlocatie Term, het gebouw voor het faciliteren van de studententeams van de UT, The Future Factory en het gebouw voor het Fraunhofer Project Center.

4.2 Onderhoud

Voor het vastgoedonderhoud is een MeerJaren OnderhoudsPlan beschikbaar. Dat MJOP is gebaseerd op conditie gestuurd onderhoud volgens NEN 2767. De gebouwen en installaties worden elke 4 jaar geïnspecteerd. Uit het MJOP volgt een jaarplan waarmee de gebouwen en installaties binnen de vooraf gedefinieerde condities worden gehouden. Omdat alle onderhoudsacties die de komende jaren moeten plaatsvinden in beeld zijn kan het onderhoud worden afgestemd op de renovaties en aanpassingen die voortkomen uit het LTSH. Als installaties worden vervangen wordt altijd getracht een duurzamer systeem te vinden. Zo worden alle verlichtingsarmaturen vervangen door led-armaturen met een automatische regeling.

4.3 Koel- en Warmte Behoeft

Naarmate de installaties zuiniger worden door vervanging in het kader van onderhoud of wanneer gebouwen beter geïsoleerd worden in het kader van renovatie neemt het gebruik van warmte af. Door het geringere verlies van warmte en de gelijkblijvende interne warmtelast neemt veelal de behoefte aan koeling toe in de zomerperiode. De universiteit heeft veel geïnvesteerd in een eigen koudenet. Dat net heeft een zeer hoog rendement doordat het een buffer bevat, een hoog rendementskoelmachine en “free to air” koeling. De universiteit tracht zo veel mogelijk gebouwen op dit net aan te sluiten. Alle grote gebouwen van de universiteit zijn aangesloten op het warmtenet van Ennatuurlijk en krijgen warmte van een biomassacentrale die B-hout verbrandt. In 2020 zijn het ITC-hotel en de Drienerburght aangesloten op het warmtenet. Een aantal kleinere gebouwen zoals Citadel wordt nog met gasketels verwarmd. De universiteit gaat ook die kleinere gebouwen aansluiten op het warmtenet. Het is de bedoeling geen gebruik meer te maken van gas voor ruimteverwarming. Gas blijft in gebruik voor bevochtiging van de

¹⁴ <https://www.utwente.nl/nl/ltsh/>

laboratoria met stoom. Er is gezocht naar andere technische oplossingen maar die bleken tot nu toe niet uitvoerbaar.

4.4 Duurzame Vastgoedstrategie

De gebouwen van de universiteit dateren grotendeels uit de eind jaren 60. Deze gebouwen worden niet gesloopt maar tot nu toe gerenoveerd en verbeterd, op één gebouw na omdat het functioneel niet voldoende kon worden aangepast. Ook voor de huisvesting van het ITC op de campus wordt het voormalige gebouw voor Chemische Technologie gestript tot op de draagconstructie en vervolgens zodanig opgebouwd dat qua energieverbruik ruimschoots voldoet aan het bouwbesluit. Er is een integraal duurzaamheidsbeleid voor de bedrijfsvoering van de UT. Vastgoed is een van de thema's, waarbij de doelen gefocust zijn op energie-efficiëntie, isolatie, een duurzaam MJOP, verminderde CO₂ impact van materialen en circulaire materialen¹⁵.

Er zijn op de campus al vele duurzaamheidsinitiatieven zoals het gebruik van cementvrije betonklinkers voor pleinen en parkeerplaatsen, waterbergingen, verhoging van de biodiversiteit, gescheiden afvalbeheer en duurzame vervoersinitiatieven. Het energie- en duurzaamheidsbeheer volgt ISO 50001. In de periode tot 2030 worden 7 bestaande gebouwen gerenoveerd en verduurzaamd. De in dit plan genoemde duurzaamheidsmaatregelen worden daarbij toegepast op de gebouwen. Het gaat om de volgende gebouwen: Paviljoen (2021), Citadel (2021), Boerderij (monument, 2021), collegezalenvleugel van de Spiegel (2022/2023), Cubicus (2022/2023), Garage (2023), Zilverling (2024/2025), Horstring en -toren (2026/2027), Vrijhof (2028/2029).

4.5 Overige Thema's

Naast oog voor CO₂-reductie via energiebesparing, kent de UT ook andere vastgoed gerelateerde thema's. Deze thema's krijgen in beleid en beheer elders aandacht, maar worden niet relevant geacht om uitgebreid te behandelen in het kader van deze energietransitie-routekaart. Deze thema's zijn:

- Circulair bouwen;
- Natuurinclusief bouwen;
- Klimaat adaptief bouwen;
- Gezondheid;
- Asbest;
- Brandveiligheid;
- Legionella;
- Toegankelijkheid.

¹⁵

https://www.utwente.nl/uc/f8f15d34501022969910068a36c035c12ee2e42aae87500/Sustainability%20Policy%20UT_%20operationaI%20management_digitaaltoegankelijk.pdf

5 Organisatie

5.1 Bedrijfsstrategie

UT heeft een nieuwe strategie 'Shaping 2030' waarin zij verklaart een duurzame organisatie te willen zijn in 2030, en in 2023 al 15% CO2 reductie te hebben gerealiseerd t.o.v. 2020, op het gebied van voedsel, water, afval, mobiliteit en energieverbruik. Het UT beleid voor duurzame bedrijfsvoering richt zich op tien thema's, waaronder energie besparing, zowel gebouwgebonden energie als het energieverbruik dat beïnvloed wordt door de gebruiker, en CO2 reductie door het gebruik van materialen met een lage CO2 footprint (circulaire producten).

Voor meer informatie raadpleeg de website:

<https://www.utwente.nl/shaping2030/>

5.2 Vastgoedorganisatie

De vastgoedorganisatie bestaat uit een afdeling Onderhoud & Vastgoed van de dienst Campus en Facility Management. In die afdeling zijn projectmanagers en onderhoudsmanagers verenigd. Dat heeft als voordeel dat bij renovatie en nieuwbouw de onderhoudsmanagers al in de conceptfase kunnen meedenken. Hierdoor is het eenvoudiger de "Total Cost of Ownership" van een nieuw of gerenoveerd gebouw te optimaliseren. Goed onderhoudbare en duurzaam functionerende installaties brengen de kosten van beheer en onderhoud omlaag. Deze zijn aanzienlijk meer dan de stichtingskosten. Binnen de afdeling is een portefeuillemanager vastgoed werkzaam. Deze verzamelt de wensen van de gebruikers op gebied van vastgoed en bereidt de vastgoedplannen zoals het LTSH en het vastgoed jaarplan voor¹⁶. De wensen op het gebied van vastgoed worden beoordeeld door een universitair programmteam dat de wensen en aanvragen beoordeeld en toetst aan de vastgestelde vastgoedplannen. In dat programmteam zitten vertegenwoordigers van de diensten Finance, Strategy & Policy en Campus & Facility Management. De beleidsstukken die dit programmteam maakt gaan naar de stuurgroep LTSH. In deze stuurgroep nemen de diensthoofden van FIN, S&P en CFM voorgezeten door de vicevoorzitter van het College van Bestuur vastgoedbeslissingen of bepalen dat beslissingen worden voorgelegd aan het College van Bestuur.

5.3 MVO Organisatie

De UT wil op een goede manier invulling geven aan haar maatschappelijke rol door bewust om te gaan met energie, milieu en duurzaamheid. Om hier invulling aan te geven is zij gestart met het Sustainability, Energy & Environment (SEE) programma (voor toelichting, zie 3.6 Energiebeheer).

Hiervoor zijn een stuurgroep, ondersteuningsgroep en werkgroep ingericht. De ondersteuningsgroep zal het SEE-programma ontwikkelen en begeleiden door beleidsstukken voor te bereiden, prestaties te monitoren en evalueren, het besluitvormingsproces te begeleiden en te zorgen voor een goede communicatie naar alle belanghebbenden. De ondersteuningsgroep rapporteert aan de stuurgroep, waar de besluitvorming plaatsvindt. Na vaststelling door de stuurgroep werkt de werkgroep het programma verder uit op faculteits- en dienstniveau.

Voor meer informatie raadpleeg website;

<https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/>

5.4 Inkooporganisatie

De afdeling Inkoop is onderdeel van de dienst Campus & Facility Management.

¹⁶ <https://www.utwente.nl/nl/ltsh/>

Op het gebied van Inkoop en Contractbeheer kent de universiteit een aantal regels waar we al dan niet vanuit wet- en regelgeving aan dienen te voldoen. Op de website van de afdeling inkoop vind je informatie over inkoopprocedures, wet- en regelgeving, inkoopbeleid, voorwaarden en meer¹⁷.

5.5 Vakmanschap van professionals

De Onderhoud, Beheer & Vastgoed afdeling heeft 3 werktuigbouwkundigen, 2 elektrotechnici, 2 meet- & regelspecialisten, 1 infra specialist, 1 bouwkundige en 3 projectmanagers in dienst, allen HBO-gechoold. De vastgoed portefeuillemanager is universitair geschoold. De afdeling voert alleen regie, maar heeft voldoende kennis om het werk van contractanten goed te kunnen beoordelen. Ook is veel kennis van de mogelijkheden voor verduurzaming aanwezig.

5.6 Systematische energiezorg geborgd

Naast het, in 3.6 Energiebeheer besproken, SEE is er ook een directiebeoordeling energiezorg (volgens ISO50001 indeling) die jaarlijks wordt geüpdatet en toegevoegd aan het e-mjv als onderdeel van de MJA (tot 2020). Dit is een van de belangrijkste documenten binnen een kwaliteitssysteem. Hiermee wordt periodiek de werking van het kwaliteitssysteem beoordeeld. De directie moet daarom jaarlijks het energiezorgsysteem van de organisatie beoordelen, om ervoor te zorgen dat het systeem blijvend geschikt, adequaat en doeltreffend is. Van deze directiebeoordelingen moet een registratie worden bijgehouden.

Voor meer informatie raadpleeg de website:

<https://www.utwente.nl/nl/duurzaamheid/see-programma/>

¹⁷ <https://www.utwente.nl/nl/cfm/inkoop/>

6 Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de scenario's weergegeven. Voor elk scenario wordt het maatregelpakket, de energiebehoefte, de energiedragers, de primaire energie, de CO₂ uitstoot en de investeringskosten van het geselecteerde vastgoed van de UT grafisch gepresenteerd. De volledige resultaten (tabellen, grafieken) voor elk gebouw en voor het totale scenario zijn opgenomen in bijlage [G].

6.1 Pragmatisch scenario

6.1.1 Maatregelpakket en Omschrijving – pragmatisch scenario

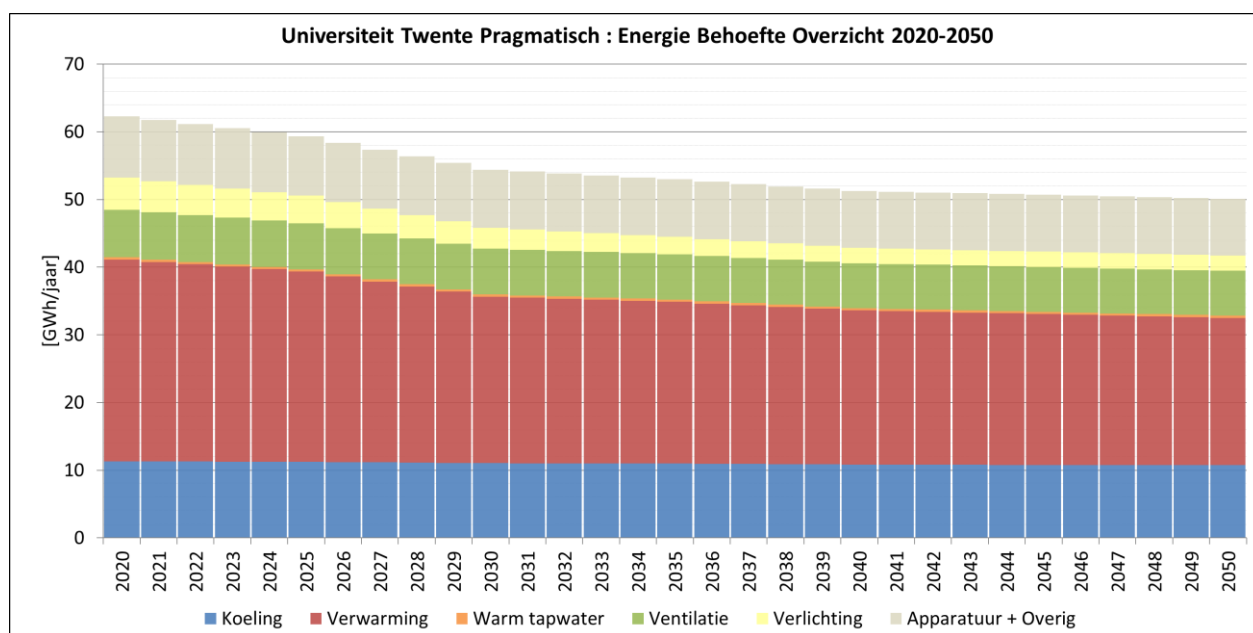
Zoals eerder vermeld in 2.2 Uitgangspunten sluit het pragmatische scenario aan bij de huidige planvorming van het vastgoed. De daartoe bijbehorende maatregelen zijn toegepast in het model en weergegeven in Figuur 13. Men kan zien hoeveel keer een maatregel is toegepast, wat de energiereductie van de maatregel was en wat de kosten van de maatregel zijn. Er is een mooie balans te zien tussen de bouwkundige maatregelen die wat meer standaard zijn (gebouwschilisolatie naar R_c=3,5 en HR++ glas) en maatregelen die wat verder gaan (gebouwschilisolatie naar R_c=6 en triple HR+++ glas). Wat betreft de installatietechnische maatregelen worden er al veel maatregelen toegepast. Vooral maatregelen m.b.t. verlichting en smart building technieken worden vaak gebruikt. Zo wordt er met het toepassen van LED verlichting in 27 gebouwen 1199 MWh energie bespaard.

Universiteit Twente Pragmatisch : Maatregelpakket 2020-2050							
Type	Code Maatregel	Toegepast?	Totaal	Periode	Potentiele En. Reductie	Kosten	
BOUWKUNDIG	M1	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	Ja	6	2025 - 2030	-106.979 kWh	1.338.784 €
	M2	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	Ja	33	2025 - 2030	-947.658 kWh	13.312.080 €
	M3	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	Ja	17	2025 - 2030	-911.428 kWh	5.392.698 €
	M4	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	Ja	15	2020 - 2025	-1.011.848 kWh	7.520.381 €
	M5	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	Ja	12	2025 - 2030	-2.428.304 kWh	1.840.404 €
	M6	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	Ja	3	2045 - 2050	-57.374 kWh	562.783 €
	M7	Enkelglas: toepassen achterzetramen	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M8	Enkelglas: vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	Ja	8	2025 - 2030	-685.824 kWh	10.752.829 €
	M9	Dubbel glas: vervangen voor HR++ glas, incl bestaand verwijderen	Ja	7	2020 - 2025	-639.660 kWh	3.703.768 €
	M10	Dubbel glas: vervangen voor HR+++ glas, incl bestaand verwijderen	Ja	4	2020 - 2025	-424.491 kWh	5.902.001 €
	M11	HR glas vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	Ja	5	2020 - 2025	-60.316 kWh	879.961 €
	M12	HR glas vervangen voor triple HR+++ glas, incl. bestaand verwijderen	Ja	7	2020 - 2025	-787.602 kWh	28.337.645 €
INSTALLATIE	M13	Verlichting (C-TLD/5 naar LED 7 W/m ²)	Ja	27	2025 - 2030	-1.199.010 kWh	5.947.025 €
	M14	Aanwezigheidsdetectie	Ja	22	2025 - 2030	-453.670 kWh	1.191.171 €
	M15	Doorstroom boilers vervangen door zonne-boilers	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M16	Bevochtiging verwijderen	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M17	WTW: van half twincoil naar volledig twincoil (70%)	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M18	WTW: van twincoil naar HR twincoil	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M19	WTW: HR twincoil	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M20	WTW: van warmtewiel naar HR warmtewiel	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M21	WTW: HR warmtewiel	Ja	12	2020 - 2025	-654.339 kWh	590.842 €
	M22	Lucht WP (warmte)	Ja	12	2030 - 2035	0 kWh	2.608.390 €
	M23	Buitenzonwering	Ja	14	2025 - 2030	-474.383 kWh	1.317.009 €
	M24	WKO + WP (obv ZLTV)	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M25	Toerengeregelde ventilatoren	Ja	8	2025 - 2030	-34.444 kWh	1.436.822 €
	M26	HTV naar LTV	Ja	7	2020 - 2025	0 kWh	4.246.050 €
	M27	Smart building technieken	Ja	38	2020 - 2025	-2.199.081 kWh	32.520.345 €
	M28	Van mechanische koeling naar koudecirkel	Ja	5	2020 - 2025	0 kWh	0 €
	M29	Van stadswarmte naar lucht/water WP op de koudecirkel	Nee	0	-	0 kWh	0 €
	M30	Van gasketel naar stadsverwarming	Ja	8	2025 - 2030	0 kWh	0 €
Totaal Maatregelpakket			270		-13.076.409 kWh	129.400.989 €	
PV	PVD	PV cellen Dak	Ja	29	2025 - 2030	2.074.320 kWh	4.464.570 €
	PVG	PV cellen Gevel	Ja	4	2020 - 2025	117.563 kWh	343.200 €
Totaal Duurzame Opwekking			33		2.191.884 kWh	4.807.770 €	

Figuur 13: Maatregellijst pragmatisch

6.1.2 Energie Behoefte - pragmatisch scenario

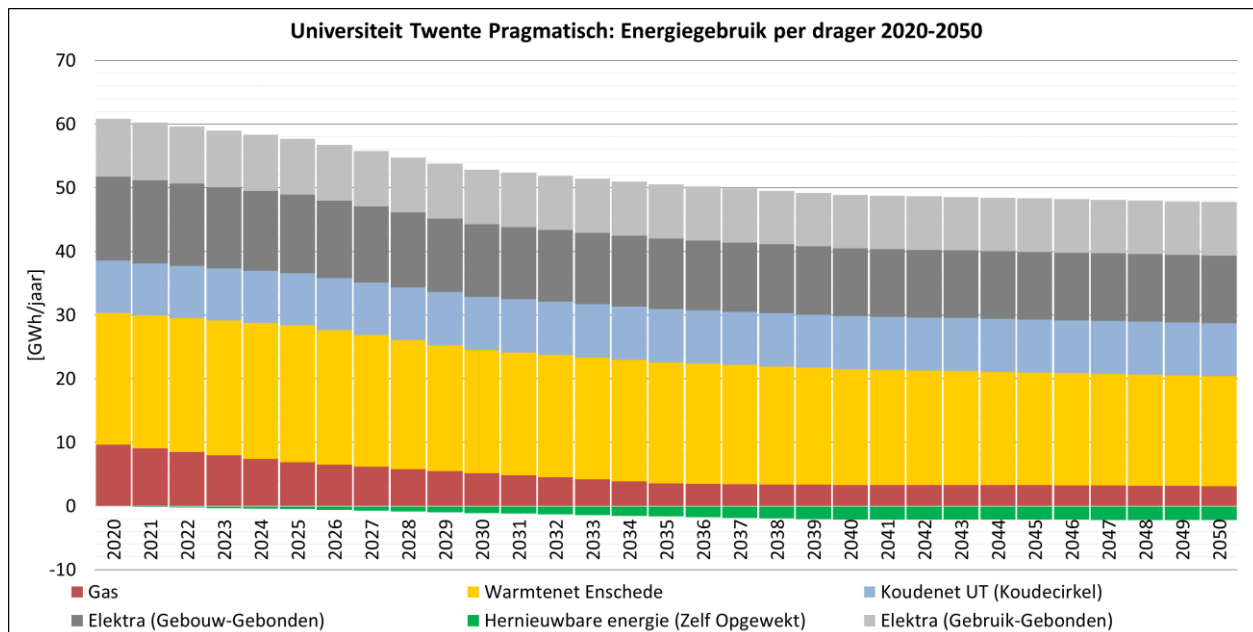
In Figuur 14 is de onderverdeling van de energiebehoefte gepresenteerd voor het pragmatische scenario. De grijze arcering laat het energiegebruik zien dat wordt beïnvloed door de gebruikers ('Apparatuur + Overig'), de overige arceringen hebben betrekking op gebouw gebonden energiegebruik. De procentuele besparing op de energiebehoefte bedraagt **20%** (van 62 GWh naar 48 GWh). Deze reductie wordt voornamelijk behaald door het toepassen van extra isolerende maatregelen, energiezuinige LED verlichting, warmteterugwinning op ventilatie en smart building technieken.



Figuur 14: Energiebehoefte 2020-2050 pragmatisch

6.1.3 Energie Draggers - pragmatisch scenario

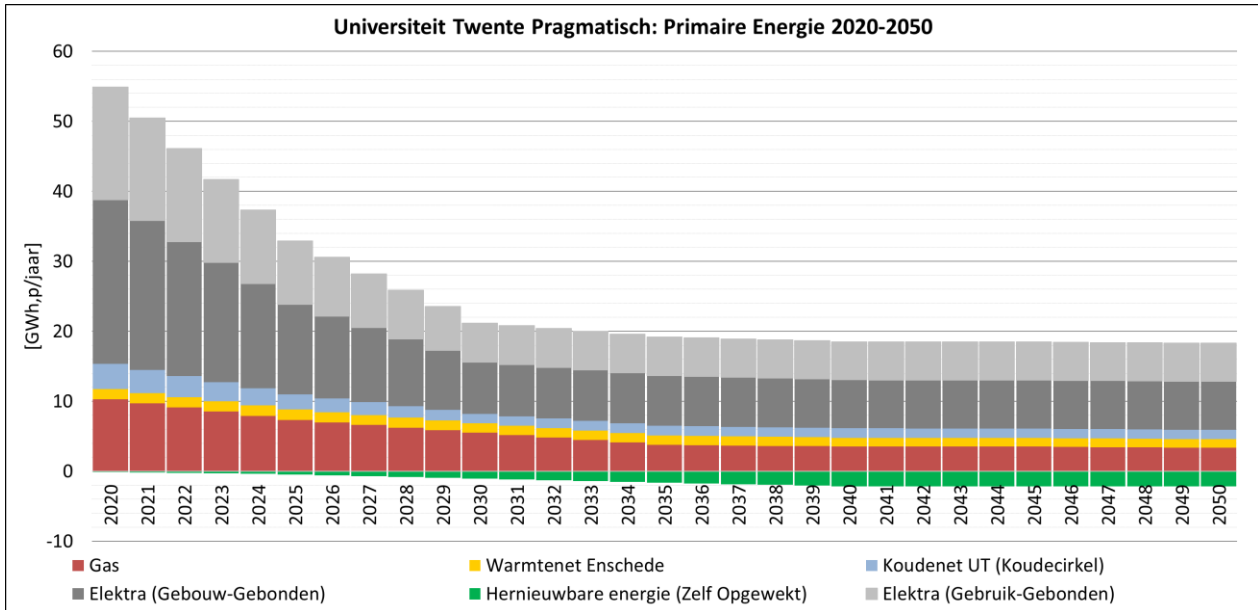
Naast dat er wordt bespaard op de energiebehoefte, wordt er ook overgegaan op een andere energiedrager (o.a. van gas naar warmte) en is het van belang ook deze resultaten in kaart te brengen. In Figuur 15 zijn de resultaten weergegeven en ook hier zien we een afname in het totale energiegebruik (door de besparing op energiebehoefte). De grijze arcering geeft de elektriciteit aan (onderverdeeld in gebouw-gebonden en gebruik-gebonden), de rode arcering geeft gas aan en de gele en blauwe arcering geven externe warmte- en koude levering aan. Dit figuur geeft vooral inzicht in hoe warmte geproduceerd wordt (gas, elektra of externe levering). Wat opvalt in deze figuur is dat bij het pragmatische scenario het energiegebruik van gas significant afneemt met **67%**. Dit komt omdat er veel maatregelen worden toegepast die de gebouwen van het gas halen en aansluiten op het warmtenet of op een eigen lucht water warmtepomp. Doordat er in sommige gebouwen laboratoria zijn waarvan de luchtvochtigheid met stoom op peil gehouden wordt, is het erg uitdagend om alle gebouwen van het gas af te halen. De koude geleverd door het koudenet en de warmte geleverd door het warmtenet laten minimale verschillen zien. Dit komt doordat aan de ene kant er een afname is in behoefte en er aan de andere kant meer gebouwen worden aangesloten op deze warmte- en koude netten. Wat betreft het toepassen van PV-panelen zien we in dit scenario al een flinke toename. Momenteel is er een minimaal aantal panelen in gebruik en dit biedt veel potentie voor de UT. In dit scenario wordt er in 2050 **5%** van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt.



Figuur 15: Energiegebruik per drager 2020-2050 pragmatisch

6.1.4 Primaire Energie - pragmatisch scenario

In de vorige paragraaf wordt inzicht gegeven in de wisseling van energie opwekkers tussen 2020 en 2050. Wat echter ontbreekt, is wat deze wisseling energetisch betekent. Daarvoor gebruiken we de primaire energie, de energie die nodig is aan de bron om aan de uiteindelijke energievraag te kunnen voldoen. In Figuur 16 is deze primaire energie weergegeven voor de periode van 2020 – 2050. Er is wederom een afname te zien in het totale energieverbruik. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de afname in energiebehoefte en anderzijds door de overstap op andere energie opwekkers. Zo is te zien dat het warmtenet op een efficiëntere manier warmte opwekt dan gasketels dat doen. Dat betekent dat als de universiteit zijn gebouwen gasloos maakt en dan aansluit op het warmtenet, de hoeveelheid primaire energie afneemt. Daarbij is ook elektriciteit een efficiëntere opwekker voor warmte dan gas, dit is echter niet direct te zien in Figuur 16. Dit geldt ook voor koude waar het koudenet een efficiëntere manier is om koude op te wekken dan met elektriciteit alleen. De afname van primaire energie bedraagt voor dit scenario **71%**.

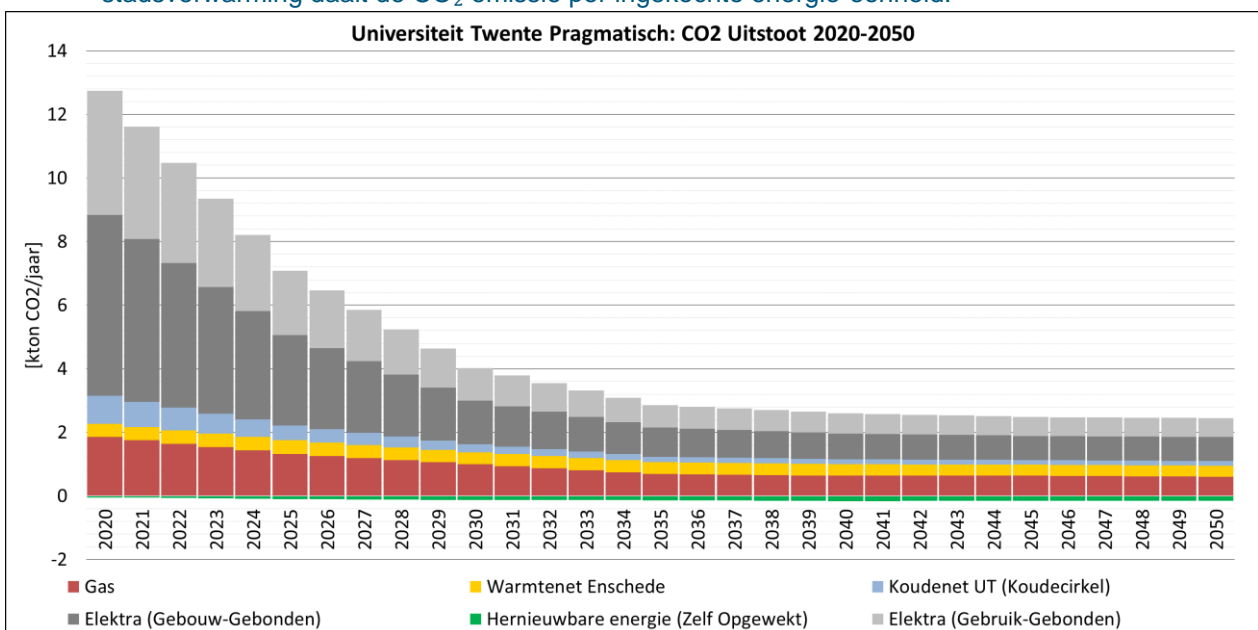


Figuur 16: Primaire energie 2020-2050 pragmatisch

6.1.7 CO₂-emissies 2020 – 2050 - pragmatisch scenario

In onderstaande grafiek is de totale CO₂ uitstoot van het gebouwenportfolio van de UT weergegeven bij het volgen van het pragmatisch scenario. De - in paragraaf 3.3 Energiegebruik benoemde - emissiefactoren zijn gebruikt om van elke energiedrager de CO₂ uitstoot te bepalen. Zoals te zien is in Figuur 17 daalt de CO₂-emissie al aanzienlijk in het pragmatische scenario. Dit heeft 3 oorzaken:

- 1) Door de energiebesparende maatregelen daalt de energiebehoefte van de gebouwen.
- 2) Door de overgang van opwekkers wordt de energie efficiënter opgewekt en brengt dit dus minder CO₂ uitstoot met zich mee.
- 3) Door de verduurzaming van de nationale elektriciteitsopwekking en de verduurzaming van de stadsverwarming daalt de CO₂ emissie per ingekochte energie-eenheid.

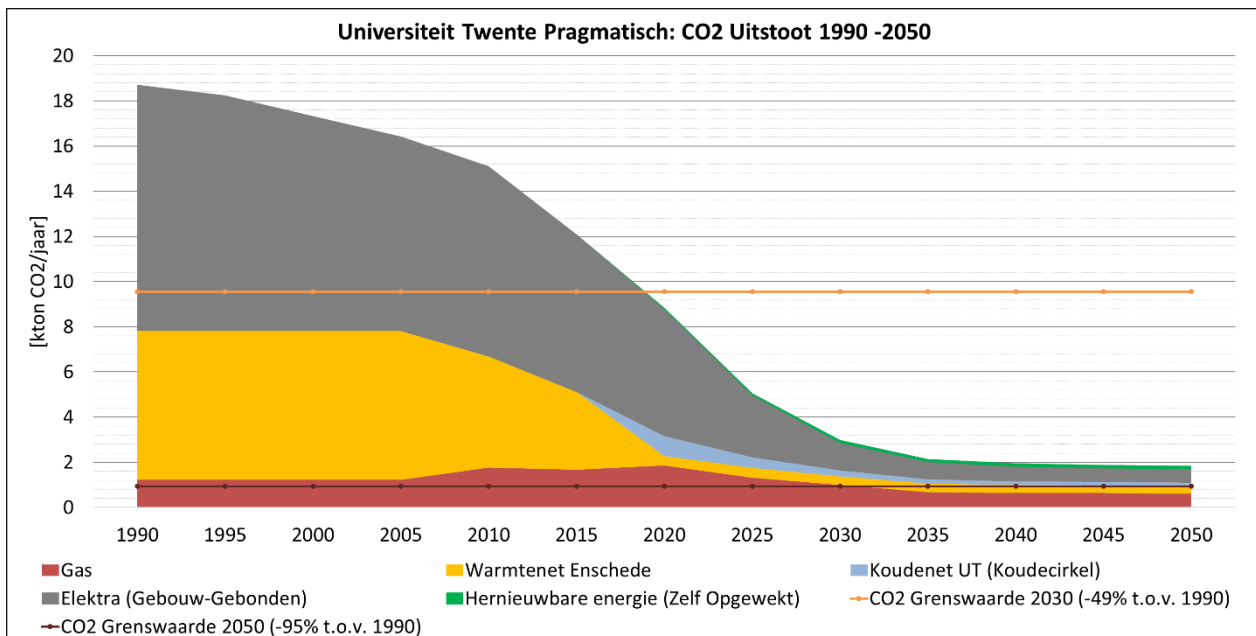


Figuur 17: CO₂-emissies 2020-2050 pragmatisch

De totale CO₂-reductie ten opzichte van 2020 bedraagt in 2030 **67%** en in 2050 **81%**.

6.1.6 CO₂-emissies 1990-2050 - pragmatisch scenario

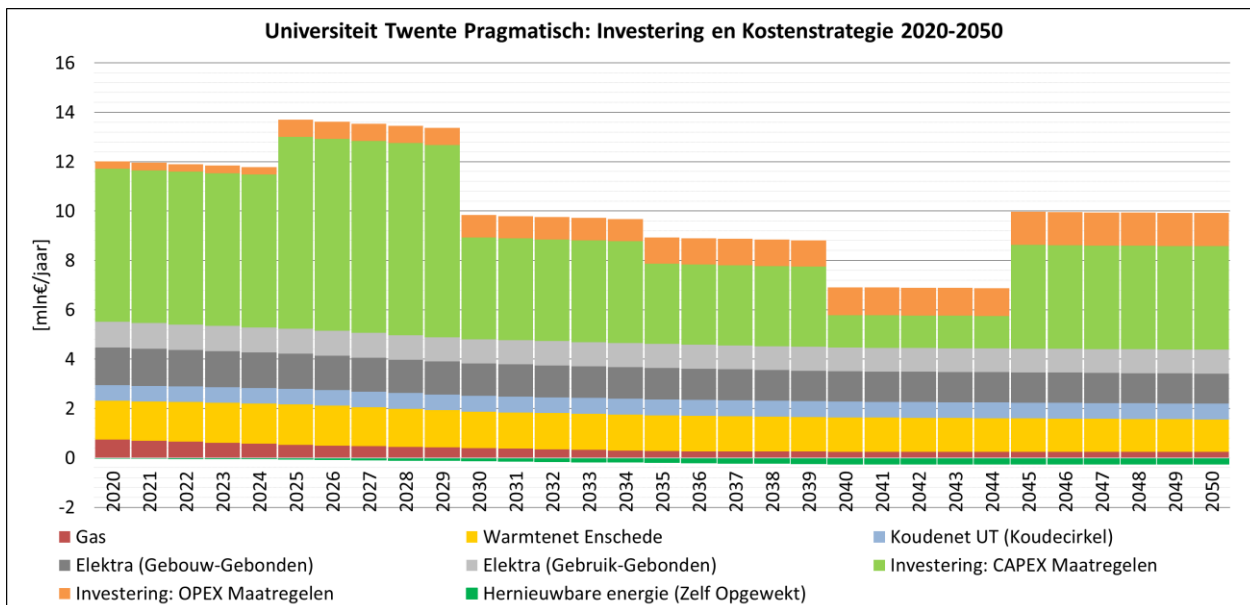
Om het energiegebruik van de UT te kunnen toetsen op het klimaatakkoord (waarvoor het referentiejaar 1990 is) moet er gekeken worden naar de CO₂-emissies tussen 1990 – 2050 (zie Figuur 18). Vanaf 2005 doet de UT mee aan de meerjarenafspraken (MJA1 t/m MJA3) en de besparingen gerealiseerd in deze periode zijn ook meegenomen in de berekeningen. Daarnaast is de besparing van voor 2005 berekend met behulp van de ontwikkeling van de CO₂-emissiefactoren van de Nederlandse elektriciteitsmix (zoals benoemd in 2.2 Uitgangspunten). In de figuur zijn ook de doelstellingen uit het klimaatakkoord grafisch weergegeven met een horizontale lijn (oranje voor 2030, zwart voor 2050). In totaal bedraagt de CO₂-emissie reductie dan **85%** in 2030 en maar liefst **91%** in 2050. Daaruit kan worden opgemaakt dat de doelstelling van 2030 ruimschoots wordt gehaald en de doelstelling van 2050 nog niet.



Figuur 18: CO₂-emissies 1990-2050 pragmatisch

6.1.7 Investering - pragmatisch scenario

In Figuur 19 zijn de jaarlijkse kosten van energie, onderhoud & beheer en de investeringskosten (per 5 jaar) van het pragmatische scenario weergegeven. De groene arcering laat de investeringskosten zien, de oranje arcering geeft de operationele kosten in de vorm van onderhoudskosten weer. Voor de operationele kosten wordt een percentage van 5% over de investeringskosten gehanteerd. Omdat niet bekend is wanneer in een periode de maatregelen worden getroffen, wordt de investering aan het begin van de periode gedaan en verdeeld over de periode. De totale kosten voor de betreffende gebouwen bedragen ca. **€ 134M** incl. montage, projectkosten en btw.



Figuur 19: Investering kosten pragmatisch

6.2 Ambitieuus scenario

6.2.1 Maatregelpakket en Omschrijving – ambitieus scenario

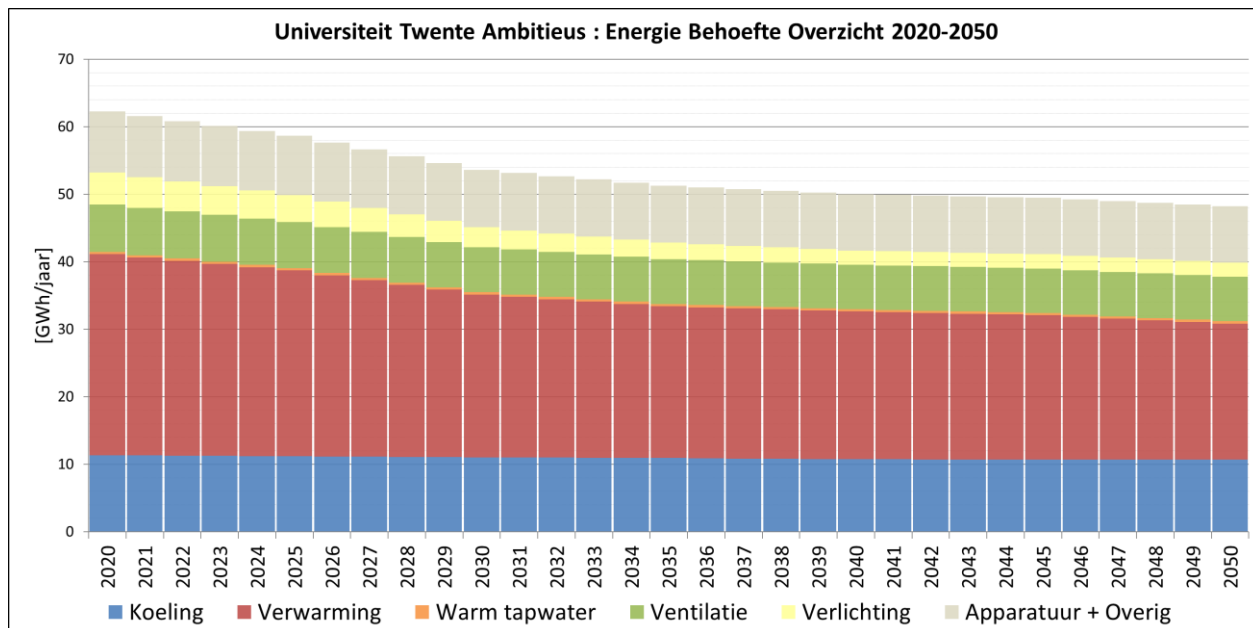
Zoals eerder vermeld in 2.2 Uitgangspunten gaan de maatregelen in het ambitieuze scenario een stap verder dan momenteel voorzien in de LTSH planvorming om zoveel mogelijk energiegebruik te reduceren en zelf op te wekken. De daartoe bijbehorende maatregelen zijn toegepast in het model en weergegeven in Figuur 20. Hier ligt het zwaartepunt al meer richting de vooruitstrevende bouwkundige maatregelen (gebouwschil naar $R_c=6$ en triple HR+++ glas) en wordt er meer zonwering en toerengeregelde ventilatie toegepast. Ook worden er meer gebouwen aangesloten op het koudenet “koudecirkel” om de energiedrager voor koude te verduurzamen. De ambitieuze maatregelenlijst bevat 81 additionele maatregelen (384 in totaal) in vergelijking met het pragmatische scenario, het verschil tussen de scenario's is gemarkeerd voor elke maatregel de tabel hieronder.

Universiteit Twente Ambitieuus : Maatregelpakket 2020-2050								
Type	Code	Maatregel	Toegepast?	ΔMR		Periode	Potentiele En. Reductie	Kosten
				Prag. Amb.	Totaal			
BOUWKUNDIG	M1	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	Ja	-2	4	2025 - 2030	-37.083 kWh	817.556 €
	M2	Dak isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	Ja	2	35	2025 - 2030	-1.184.608 kWh	14.147.246 €
	M3	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	Ja	-9	8	2025 - 2030	-76.642 kWh	925.460 €
	M4	Gevel isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	Ja	14	29	2025 - 2030	-2.065.035 kWh	15.313.702 €
	M5	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 3,5	Ja	-8	4	2025 - 2030	-35.083 kWh	178.069 €
	M6	Vloer isoleren: naisoleren naar Rc 6,0	Ja	26	29	2035 - 2040	-2.130.831 kWh	4.578.108 €
	M7	Enkelglas: toepassen achterzetramen	Ja	2	2	2025 - 2030	-18.104 kWh	93.416 €
	M8	Enkelglas: vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	Ja	-2	6	2025 - 2030	-551.854 kWh	9.837.653 €
	M9	Dubbel glas: vervangen voor HR++ glas, incl bestaand verwijderen	Ja	0	7	2020 - 2025	-584.055 kWh	3.453.259 €
	M10	Dubbel glas: vervangen voor HR+++ glas, incl bestaand verwijderen	Ja	5	9	2025 - 2030	-689.802 kWh	10.905.700 €
	M11	HR glas vervangen voor HR++ glas, incl. bestaand verwijderen	Ja	-2	3	2020 - 2025	-49.875 kWh	811.103 €
	M12	HR glas vervangen voor triple HR+++ glas, incl. bestaand verwijderen	Ja	7	14	2045 - 2050	-1.237.149 kWh	38.960.623 €
INSTALLATIE	M13	Verlichting (C-TLD/5 naar LED 7 W/m2)	Ja	4	31	2025 - 2030	-1.656.945 kWh	6.412.708 €
	M14	Aanwezigheidsdetectie	Ja	3	25	2025 - 2030	-483.729 kWh	1.280.057 €
	M15	Doorstroom boilers vervangen door zonne-boilers	Ja	1	1	2025 - 2030	-243 kWh	270 €
	M16	Bevochtiging verwijderen	Nee	0	0	-	0 kWh	0 €
	M17	WTW: van half twincoil naar volledig twincoil (70%)	Nee	0	0	-	0 kWh	0 €
	M18	WTW: van twincoil naar HR twincoil	Nee	0	0	-	0 kWh	0 €
	M19	WTW: HR twincoil	Ja	1	1	2030 - 2035	-763.379 kWh	204.174 €
	M20	WTW: van warmtewiel naar HR warmtewiel	Ja	1	1	2020 - 2025	-1.363 kWh	6.409 €
	M21	WTW: HR warmtewiel	Ja	2	14	2020 - 2025	-3.244.103 kWh	1.248.418 €
	M22	Lucht WP (warmte)	Ja	0	12	2030 - 2035	0 kWh	2.608.390 €
	M23	Buitenzonwering	Ja	4	18	2025 - 2030	-475.733 kWh	1.599.666 €
	M24	WKO + WP (obv ZLTV)	Nee	0	0	-	0 kWh	0 €
	M25	Toerengeregelde ventilatoren	Ja	5	13	2025 - 2030	-185.991 kWh	3.742.445 €
	M26	HTV naar LTV	Ja	2	9	2030 - 2035	0 kWh	4.789.978 €
	M27	Smart building technieken	Ja	1	39	2020 - 2025	-2.313.598 kWh	33.873.774 €
	M28	Van mechanische koeling naar koudecirkel	Ja	7	12	2025 - 2030	0 kWh	0 €
	M29	Van stadswarmte naar lucht/water WP op de koudecirkel	Ja	1	1	2030 - 2035	0 kWh	972.309 €
	M30	Van gasketel naar stadsverwarming	Ja	3	11	2025 - 2030	0 kWh	0 €
Totaal Maatregelpakket				68	338		-17.785.207 kWh	156.760.493 €
PV	PVD	PV cellen Dak	Ja	6	35	2025 - 2030	2.376.513 kWh	5.157.570 €
	PVG	PV cellen Gevel	Ja	7	11	2025 - 2030	247.884 kWh	732.600 €
Totaal Duurzame Opwekking				13	46		2.624.397 kWh	5.890.170 €

Figuur 20: Maatregellijst Ambitieuus

6.2.2 Energie Behoeftte – ambitieuus scenario

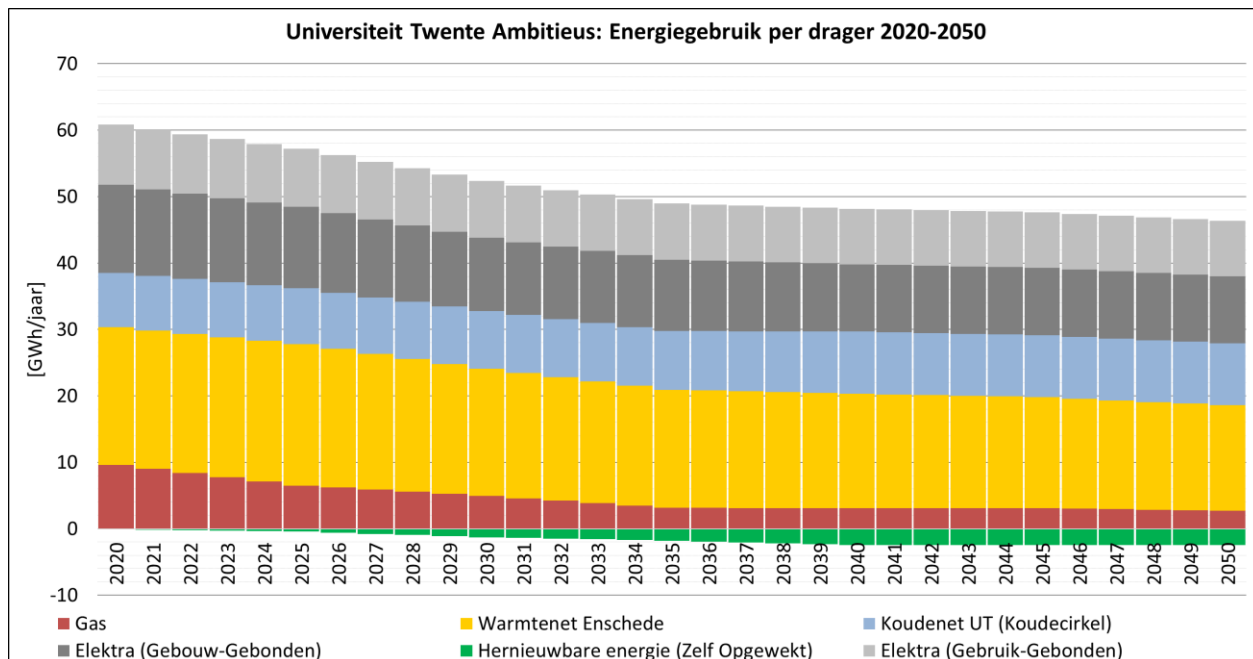
In Figuur 21 is de onderverdeling van de energiebehoefte gepresenteerd. De grijze arcering laat wederom het energiegebruik dat beïnvloed wordt door de gebruiker zien ('Apparatuur + Overig'), de overige arceringen hebben betrekking op gebouw gebonden energiegebruik. De procentuele besparing op de energiebehoefte bedraagt **23%** (van 62 GWh naar 46 GWh). De 3% extra afname in behoefte in dit scenario komt omdat er wordt ingezet om maximaal energie te reduceren door een stapje extra te zetten op het gebied van isolatie, ventilatie en zonwering.



Figuur 21: Energiebehoefte 2020-2050 ambitieus

6.2.3 Energie Dragers – ambitieus scenario

Figuur 22 geeft de hoeveelheid energie per drager weer en ook in het ambitieuze scenario zien we een afname van het totale energiegebruik (door de besparing op energiebehoefte). De grijze arcering geeft de elektriciteit aan (onderverdeeld in gebouw-gebonden en gebruik-gebonden), de rode arcering geeft gas aan en de gele en blauwe arcering geven externe warmte- en koude levering aan. In dit scenario neemt het gebruik van gas als energiedrager af met maar liefst **72%** en het gebouw gebonden elektriciteit gebruik met **23%**. Ook in dit scenario blijft het lastig om volledig van het gas af te gaan door de behoefte aan stoom in gebouwen met laboratoria. Wat betreft het toepassen van PV-panelen zien we in dit scenario al een flinke toename. Momenteel is er een minimaal aantal panelen in gebruik en dit biedt veel potentie voor de UT.

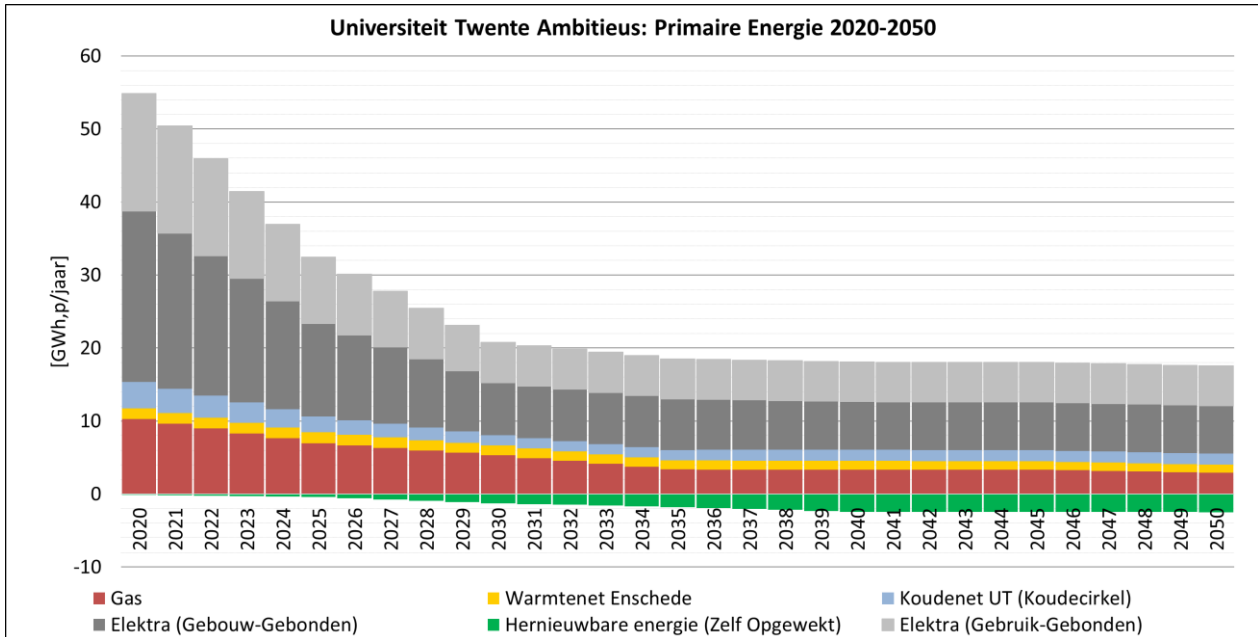


Figuur 22: Energiegebruik per drager 2020-2050 ambitieus

In dit ambitieuze scenario wordt er in 2050 **6%** van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt.

6.2.4 Primaire Energie – ambitieus scenario

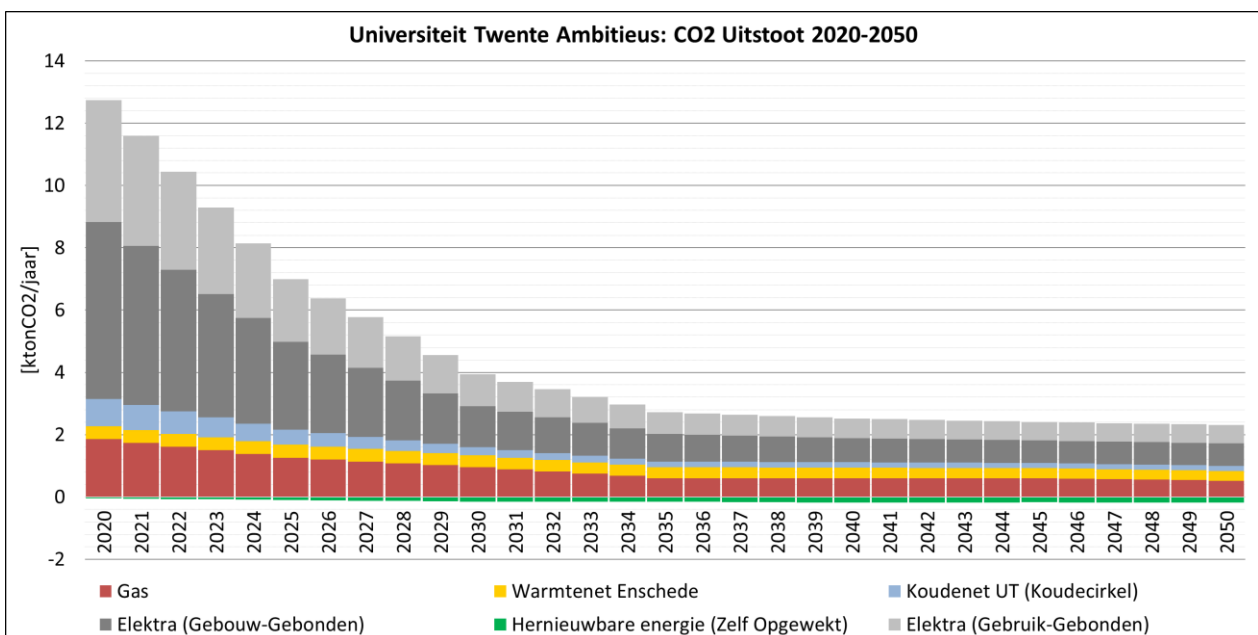
In Figuur 23 is de primaire energie weergegeven voor de periode van 2020 – 2050. Er is wederom een afname te zien in het totale energieverbruik. Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de afname in energiebehoefte en anderzijds door de overstap op andere energie opwekkers. Zo zien we dat het warmtenet op een efficiëntere manier warmte opwekt dan gasketels dat doen. Dat betekent dat als we van het gas af gaan en meer gebouwen aansluiten op het warmtenet, de hoeveelheid primaire energie afneemt. Daarbij is ook elektriciteit een efficiëntere opwekker voor warmte dan gas, dit is echter niet direct te zien. Dit geldt ook voor koude waar het koudenet een efficiëntere manier is om koude op te wekken dan met elektriciteit alleen. De afname van primaire energie bedraagt voor dit scenario **73%**.



Figuur 23: Primaire energie 2020-2050 ambitieus

6.2.5 CO₂-emissies – ambitieus scenario

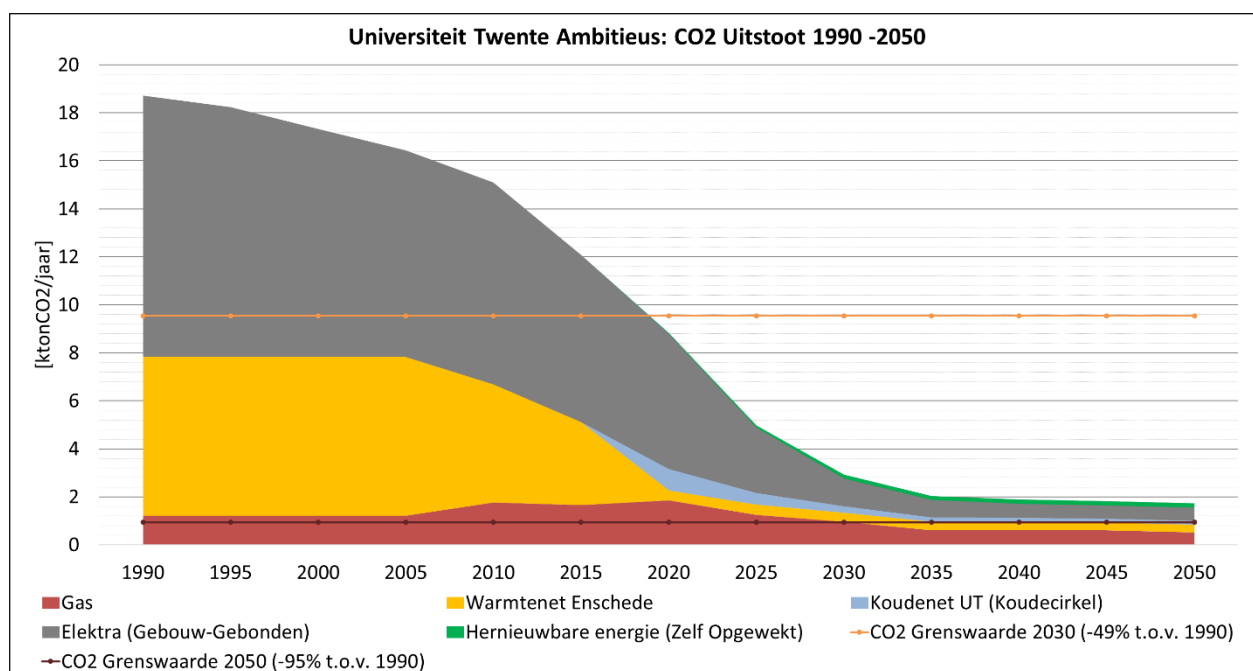
In onderstaande grafiek is de totale CO₂ uitstoot van het gebouwenportfolio van de UT weergegeven wanneer het ambitieuze scenario wordt gevolgd. De in paragraaf 3.3 Energiegebruik benoemde - emissiefactoren zijn gebruikt om van elke energiedrager de CO₂ uitstoot te bepalen. Uit Figuur 24 valt op te maken dat er een flinke daling in CO₂-emissies wordt gerealiseerd in het ambitieuze scenario. De oorzaken hiervoor zijn hetzelfde als voor het pragmatische scenario. De totale CO₂-reductie in 2030 ten opzichte van 2020 bedraagt **69%** en in 2050 ten opzichte van 2020 **82%**.



Figuur 24: CO₂-emissie 2020-2050 ambitieus

6.2.6 CO₂-emissies 1990-2050 – ambitieus scenario

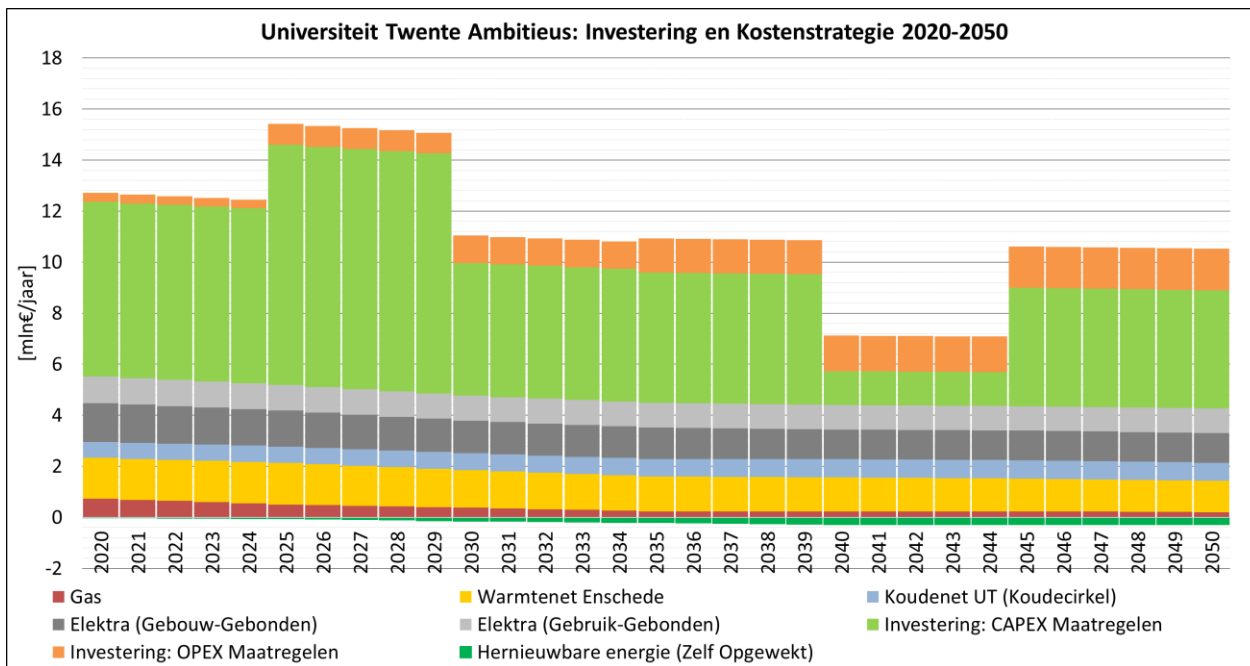
Om het energiegebruik van de UT te kunnen toetsen op het klimaatakkoord (referentiejaar 1990) wordt er gekeken naar de CO₂-emissies tussen 1990 – 2050 (zie Figuur 25). In de grafiek zijn ook de doelstellingen uit het klimaatakkoord grafisch weergegeven met een horizontale lijn (oranje voor 2030, zwart voor 2050). In 2030 zal de CO₂-emissie reductie **85%** bedragen en in 2050 maar liefst **92%**. Daaruit kan worden opgemaakt dat de doelstelling van 2030 ruimschoots wordt gehaald maar de doelstelling van 2050 nog steeds niet.



Figuur 25: CO₂-emissie 1990-2050 ambitieus

6.2.7 Investering – ambitieus scenario

In Figuur 26 zijn de jaarlijkse kosten van energie, onderhoud & beheer en de investeringskosten (per 5 jaar) van het pragmatische scenario weergegeven. De groene arcering laat de investeringskosten zien, de oranje arcering geeft de operationele kosten in de vorm van onderhoudskosten weer. Voor de operationele kosten wordt een percentage van 5% over de investeringskosten gehanteerd. Omdat niet bekend is wanneer in een periode de maatregelen worden getroffen, wordt de investering aan het begin van de periode gedaan en verdeeld over die periode. De totale kosten voor de betreffende gebouwen bedragen ca. **€ 163M** incl. montage, projectkosten en btw. Deze kosten liggen **€ 29M** hoger dan in het pragmatische scenario. Dit komt door de toepassing van meer en vooruitstrevendere maatregelen om de energiereductie te maximaliseren en de opwekking zo duurzaam mogelijk te maken.



Figuur 26: Investeringskosten 2020-2050 ambitieus

6.3 Planning

Voor de investeringen in vastgoed maakt de universiteit zoals genoemd elke 5 jaar een Lange Termijn Strategisch Huisvestingsplan ziend op de komende 10 jaar. In dat plan zijn alle gewenste aanpassingen aan de vastgoedportefeuille beschreven.

Het LTSH bevat een lijst met bestaand vastgoed dat veelal met verduurzaming als hoofdreden geheel of gedeeltelijk wordt gerenoveerd en de jaren waarin dat wordt gerealiseerd. Met deze lijst is rekening gehouden bij de planning van de duurzaamheidsmaatregelen in deze routekaart.

6.4 Financiering

Het LTSH bevat de geraamde financiële consequenties van de geplande aanpassingen in de vastgoedportefeuille. De vastgoeduitgaven van de universiteit moeten binnen wettelijke en door de universiteit gewenste kaders blijven. Deze en andere financiële parameters worden bewaakt in dat plan.

6.5 Monitoring

Het energieverbruik van alle gebouwen van de universiteit wordt continu gemeten en vastgelegd. Jaarlijks wordt een energieoverzicht gemaakt en uitgezet tegen de voorbije jaren. Ook wordt sinds 2014 jaarlijks een CO₂-footprint berekend. De effecten van duurzaamheidsmaatregelen zijn dus per jaar zichtbaar.

7 Conclusie en aanbevelingen

7.1 Conclusie

Pragmatisch scenario

Bij het pragmatische scenario is de visie van de UT om het toekomstige LTSH (Lange Termijn Strategisch Huisvestingsplan) samen te voegen met het onderhoudsplan MJOP (Meer-Jaar Onderhoudsplan).

In dit pakket worden **303**-maatregelen toegepast op de **41** gebouwen die in de studie zijn opgenomen. Hiermee wordt de energievraag verminderd met **20%**. Deze **20%** houdt alleen rekening met de vermindering van de energievraag. Hierin is dus niet de overstap naar andere energie opwekkers verdisconteerd.

Bovendien zorgen de maatregelen voor een verschuiving in het type energieverbruik waarbij meer gebouwen aangesloten worden op het warmtenet en het koudenet of elektrische opwekkingssystemen. Samen met de vraagvermindering zorgt deze verschuiving voor een drastische vermindering van de vraag naar gas (**-67%**) en gebouw gebonden elektriciteit (**-21%**), zonder dat de vraag naar de centrale warmte en koude toeneemt (door de gereduceerde energiebehoefte). In dezelfde periode (2020-2050) stijgt het aandeel lokaal opgewekte duurzame energie tot **5%** van de totale vraag.

De behoefte aan primaire energie zal met dit pakket met maar liefst **71%** afnemen in 2050 ten opzichte van 2020. Deze aanzienlijke reductie komt voort uit drie hoofdcomponenten:

- I. Vermindering van de energievraag in de gebouwen;
- II. Verhoogde efficiëntie van warmte en koudeopwekking (warmtepomp, koudenet, warmtenet, etc.), lokaal op de UT-campus, en;
- III. Verhoogde efficiëntie voor de opwekking en het transport van elektriciteit.

Op basis van de doorgevoerde maatregelen in het model is een CO₂-uitstootberekening gemaakt voor de periode 2020-2050. De resultaten zijn alleen op basis van het gebouwgebonden energiegebruik en zijn ook sterk afhankelijk van de drie eerder benoemde hoofdcomponenten. Naast deze CO₂-uitstootberekening is er ook een berekening gemaakt met als referentiejaar 1990. In de periode 1990-2020 is de CO₂-uitstootreductie bepaald met behulp van historische energieverbruiksgegevens van de UT.

1. Ten opzichte van 2020 zijn de CO₂-emissies verminderd met respectievelijk **67%** in 2030 en met **81%** in 2050.
2. Ten opzichte van 1990 zijn de CO₂-emissies verminderd met respectievelijk **85%** in 2030 en **91%** in 2050.

De CO₂-eis voor 2030 (-49%) wordt ruimschoots gehaald, terwijl de CO₂-eis voor 2050 (-95%) niet wordt gehaald.

De totale investering voor de "Pragmatische" gebouwmaatregelen bedraagt ca. **€ 134M**. De investering is samengesteld uit CAPEX (investering incl. Montage, projectkosten en BTW) en OPEX (onderhoud) voor elke maatregel die in het pakket zit. NB Er is geen prijsindexatie toegepast.

Ambitieux

In het ambitieuze scenario worden er, naast de maatregelen uit het pragmatische scenario, maatregelen toegepast die verder gaan dan de huidige planvorming om de energiereductie en de eigen opwekking te maximaliseren.

In dit pakket worden **384**-maatregelen (81 additionele maatregelen t.o.v. “Pragmatisch”). Dit leidt tot een besparing van **23%** op de energiebehoefte, 72% op het gasverbruik en er wordt 6% van het totale energieverbruik duurzaam opgewekt. Door de overstap op andere energie opwekkers (verduurzaming), bedraagt de reductie in primaire energie **73%**. Deze reductie wordt, net zoals in het pragmatische scenario, wederom veroorzaakt door de drie eerder benoemde hoofdcomponenten.

De CO₂-resultaten over de 2 periodes zijn:

- 1- Ten opzichte van 2020 zijn de CO₂-emissies verminderd met respectievelijk **69%** in 2030 en met **82%** in 2050.
- 2- Ten opzichte van 1990 zijn de CO₂-emissies verminderd met respectievelijk **85%** in 2030 en **92%** in 2050.

De CO₂-eis voor 2030 (-49%) wordt daarmee ruimschoots gehaald, terwijl de CO₂-eis voor 2050 (-95%) nog steeds niet wordt gehaald.

De totale investering voor de “Ambitieuze” gebouwmaatregelen bedraagt ca. **€ 163M**. De investering is samengesteld uit CAPEX (investering incl. Montage, projectkosten en BTW) en OPEX (onderhoud) voor elke maatregel die in het pakket zit. NB Er is geen prijsindexatie toegepast.

Algemeen

Voor zowel het pragmatische als het ambitieuze scenario wordt de doelstelling van 2030 om 49% CO₂ te reduceren ruimschoots gehaald. De uitdaging ligt vooral in de doelstelling van 2050 om 95% CO₂ te reduceren, want in beide scenario's wordt deze niet gehaald. In het pragmatische scenario wordt er een CO₂-reductie van **91%** gerealiseerd en in het ambitieuze scenario **92%**.

In eerste instantie lijkt het verschil tussen de twee scenario's minimaal omdat het gaat om een verschil van 1 %-punt. Dit %-punt komt in dit geval wel overeen met een besparing van 11% in het ambitieuze scenario t.o.v. het pragmatische scenario. Daarnaast worden de maatregelen in het ambitieuze scenario op gebouwen toegepast die door het pragmatische scenario al goed presteren. Hoe dichter je bij het doel komt, hoe meer inspanning nodig is de laatste stappen te realiseren. De extra kosten voor de maatregelen in het ambitieuze scenario zijn **€ 29M** ten opzichte van de investering voor het pragmatische scenario.

De CO₂-reducties komen voort uit drie hoofdcomponenten:

- I. De vermindering van de vraag (energiebehoefte) in de gebouwen;
- II. De verhoogde efficiëntie voor warmte- en koude opwekking (warmtepomp, koudenet, warmtenet etc.), lokaal op de UT-campus, en;
- III. De verhoogde efficiëntie voor de opwekking en het transport van energiedragers (elektra, warmtenet etc.).

Deze drie elementen zijn alle noodzakelijke en gelijkwaardige componenten voor het succesvol verlagen van de CO₂-uitstoot van gebouwen en gerelateerde functies en activiteiten.

De UT heeft in de genomen maatregelen echter voldoende ambitie verwerkt. Het heikele punt ten opzichte van de meeste andere universiteiten is de onmogelijkheid om de opwekking van koude en warmte te verduurzamen via warmte- en koudeopslag in de bodem (WKO). De grondsamenstelling is eenvoudigweg niet geschikt. Hierdoor laat men noodgedwongen punten liggen.

Om de doelstelling van **95%** CO₂-reductie voor 2050 te behalen verwachten we samenwerking van drie verschillende partijen/organisaties die sterk verbonden zijn met de bovengenoemde hoofdcomponenten:

- UT, als organisatie die moet voldoen aan gestelde doelen en bouwregelgeving;
- RVO, als wetshandhaver en ondersteuner bij vastgoedbeleidsvorming en uitvoering;

- Energieleveranciers van de UT (elektra, warmte, etc.).

Voor het behalen van de laatste percentage CO₂-reductie zien we dat er enkele aanvullende potentiële oplossingen moeten worden onderzocht. Daarnaast zijn er enkele risico's m.b.t. haalbaarheid (financieel en technisch), toekomstige ontwikkelingen en de afhankelijkheid van andere partijen waarmee de UT rekening moet houden.

7.2 Aanbevelingen

De verschillen in CO₂-reductie tussen de twee scenario's zijn gering, terwijl de meer investering van het ambitieus scenario fors is. Ook bij het ambitieus scenario wordt de doelstelling 2050 niet gehaald.

Omdat het bereiken van het doel 95% CO₂-reductie ook sterk afhankelijk is van de verduurzaming van de externe energieleverantie, bevelen wij aan te wachten hoe deze zich de komende jaren ontwikkelt (tot aan 2030). Mogelijk zijn de aannames, berekend in het model, te conservatief gekozen.

Om de komende jaren zinvol te besteden, wordt aanbevolen om wel verder onderzoek te doen naar de mogelijkheden van het vergroten van de eigen, duurzame energieopwekking. Het aandeel duurzame energie ligt afhankelijk van de scenario's op 5% of 6%. Dit zou uitgebreid kunnen worden als in 2030 blijkt dat de externe energieleveranciers te weinig CO₂ reduceren om de doelstelling 2050 te halen. De investering in eigen grootschalige opwekking is gunstiger dan het nog verder verduurzamen van het vastgoed. Te denken valt aan:

- Geothermie
- Zonneparken
- Windmolens.

In de huidige scenario's blijven er nog een aantal gebouwen aangesloten op gas als energiedrager voor warmte. Uit de resultaten is te zien dat deze drager een grote bijdrage levert aan de CO₂-emissies van de campus. Alhoewel deze gebouwen afhankelijk zijn van gas door gebruik te maken van stoombevochtiging, wordt er toch aangeraden om naar alternatieve oplossingen te zoeken. Het gasloos maken van de gebouwen van de UT zal namelijk flink bijdragen in de doelstelling om in 2050 95% CO₂ te reduceren.

Er is in dit onderzoek nog niet naar de mogelijkheid tot sloop en nieuwbouw gekeken. Voor nieuwbouw is door de overheid inmiddels nieuwe regelgeving gemaakt (van kracht vanaf januari 2021). Veranderingen in het gebouwportfolio kunnen wel degelijk positief bijdragen om tot een 95% CO₂-reductie te komen en deze mogelijkheid dient verder onderzocht te worden.

7.3 Risico's en Knelpunten

Voor het uitvoeren van de maatregelen in deze routekaart zien wij de volgende risico's en knelpunten.

Afstemming met andere programma's

Afstemming met geformuleerde ambities, verduurzamingsprogramma's, en de huisvestingsstrategie (SEE programma, Shaping 2030 e.d.) geldt als een belangrijk uitgangspunt bij het implementeren van verduurzamingsmaatregelen. Zo wordt voorkomen dat budgetten niet effectief worden aangewend en maatregelen onvoldoende op elkaar aansluiten. Idealiter worden de maatregelen in het kader van de energietransitie genomen op natuurlijke momenten in het gebouwleven. Afstemming met het LTSH en MJOP per gebouw is dus voorwaarde.

Te treffen maatregelen

Alvorens over te gaan tot implementatie van maatregelen, afstemmen met andere trajecten en programma's. In het bijzonder het LTSH en MJOP.

Koers houden

In een omgeving waarbij onderwijs en onderzoek altijd dominant zullen zijn ten aanzien van investeringen, is het toch belangrijk voldoende aandacht te geven en belang toe te kennen aan het verduurzamen van het vastgoed. Door het belang hiervan te verankeren in de lange termijnplannen en beleid kan koers worden gehouden bij de energietransitie.

Te treffen maatregelen

Verankeren van doelstellingen ten aanzien van de energietransitie in de lange termijnplannen en het beleid van de UT.

Financiering

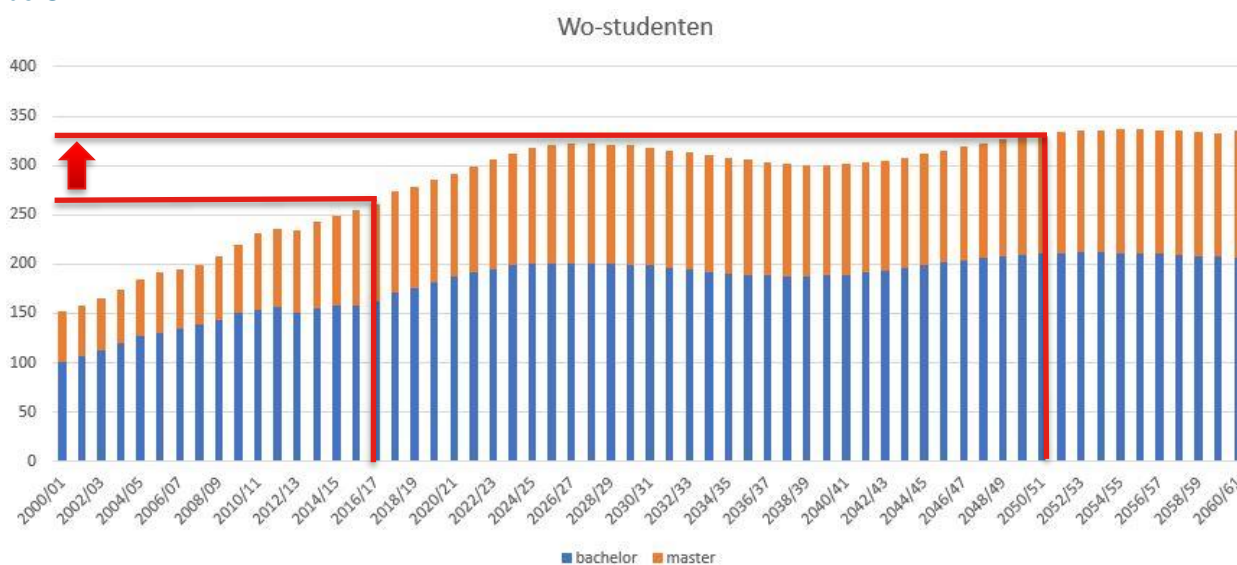
Uit de bedragen genoemd in de conclusies blijkt dat de energietransitie voor de UT aanzienlijke kosten met zich meebrengt. De kosten voor een pragmatisch pakket aan maatregelen zijn voorzien in de huisvestingsstrategie. Voor een zwaarder maatregelenpakket zijn vooralsnog geen extra gelden gebudgetteerd.

Te treffen maatregelen

Verkennen van aanvullende financieringsmogelijkheden in relatie tot de energietransitie.

Groei studentenaantallen

Het huidige verduurzamingsbeleid van de Nederlandse universiteiten werpt duidelijk zijn vruchten af. Toch is het belangrijk om op te merken, dat dit gebeurt in een tijd dat de universiteiten allen een flinke groei van studentenaantallen kennen. Dit gaat uiteraard ook gepaard met groei van aantal medewerkers. Deze groei van studentenaantallen is opgevangen in een vrijwel gelijkblijvende hoeveelheid vastgoed. Als gevolg hiervan zijn de openingstijden van veel universiteitsgebouwen verruimd. De verruiming van openingstijden heeft een negatief effect op het energiegebruik. Volgens de laatste prognose van OCW (2018) zullen de studentenaantallen tot 2050 nog significant toenemen (zie Figuur 27). Dit geldt ook voor de UT.



Figuur 27: Prognose studentenaantallen (bron: referentieramingen OCW 2018)

Te treffen maatregelen

Efficiënt gebruik van de gebouwen bevorderen door betere monitoring van bezettingsgraden middels 'smart technology' en vervolgens nauwkeuriger planning van gebouwgebruik. Mogelijk ook deelgebruik van gebouwen in gebruiksluwe perioden.

Ontwikkeling onderzoek gerelateerd verbruik

Uit de berekeningen blijkt een belangrijk aandeel van het energiegebruik op conto van het onderzoek- en onderwijs gerelateerd gedeelte te komen. Met name het onderzoek met geavanceerde apparatuur kan erg veel energie vragen. De vastgoedbeheerders van de UT hebben hier vrijwel geen controle over. Onderzoek is ook een van de belangrijke pijlers onder het bestaan van de UT. Op basis van verwachte technologische ontwikkeling, is een 2% efficiency verbetering per jaar verondersteld. Of dit werkelijk plaatsvindt zal onderdeel van nadere monitoring dienen te zijn.

Te treffen maatregelen

Tweejaarlijkse monitoring werkelijke ontwikkeling gebruik gerelateerde energieconsumptie.

Ontwikkeling verduurzaming energieleveringen

Er worden momenteel nog geen uitspraken gedaan over de CO₂-emissiefactoren van het Nederlandse elektriciteitsnet na 2030. In dit onderzoek heeft RHDHV de ontwikkelingen tussen 1990 en 2030 geëxtrapoleerd voor de periode van 2030 tot 2050. Gebleken is echter wel dat de resultaten van dit onderzoek sterk afhankelijk zijn van de ontwikkelingen in het Nederlandse elektriciteitsnet en daarom brengt deze methode onzekerheden met zich mee. Deze onzekerheid over de CO₂-uitstootreductie van energieleveranciers, betekent dat de CO₂-reductie van de UT nog hoger, maar ook lager kan uitvallen.

Te treffen maatregelen

Het lijkt verstandig de ontwikkeling van de CO₂-uitstootreductie van energieleveranciers de komende tijd aan te zien alvorens meer of minder maatregelen in de routekaart op te nemen. Wel kan in de komende jaren worden nagedacht over maatregelen waarbij grootschalige eigen duurzame energieopwekking wordt gerealiseerd wanneer de verduurzaming van de energieleveranciers niet voldoende resultaat oplevert.