



MEJS
INGENIEURS & UITVOERING

20-2-2025

ONDERZOEKSRAPPORT

Onderzoek hergebruik
dakkoepels –
TU Delft

Advies inzake het circulair herinzetten van
dakkoepels voor TU Delft.

Opdrachtgever	TU Delft
Contactpersonen	E. Plukkaard
Opdrachtnemer	Meijs Ingenieurs De Vierde Hoeve 62 2676 CN Maasdijk
Materiaalinventarisatie	Ing R. Vrijmoed
Onderzoek	Ir. F. Snip
Data analyse	M. Cano Ramos
Datum	20 februari 2025
Projectnummer	ING250103
Opgesteld door	D. van Veelen



Inhoud

De opdracht.....	4
Context.....	4
Concreet	4
Aanpak	4
Bevindingen onderzoek	5
Basisgegevens	5
Materialisatie.....	6
Scenario's	6
Fabrikanten	6
Recyclen	7
Analyse op de R-ladder	7
Conclusie	8
Learnings	8



De opdracht

Context

TU Delft heeft een breed pakket aan duurzaamheidsambities waarbij circulariteit een wezenlijk onderdeel is. Voor vastgoed betekent dit dat vooraf in kaart gebracht kan worden wat voor materialen er in een gebouw zitten op het moment dat sloop, onderhoud of renovatie er aan zitten te komen. Kortom: in situaties dat materialen uit een gebouw verdwijnen. Om er voor te zorgen dat dergelijke materialen niet verworden tot afval, zijn er mogelijkheden om materialen weer circulair in te zetten.

Concreet

1. Er is een materiaalinventarisatie gemaakt van de dakkoepels met rapport ING240305, welke op 24-04-2024 in verzonden. Het rapport handelt over gebouw 32 / 32a.
2. Bij aanvang was er een perspectief dat de koepels 15 jaar oud zijn.
3. Er waren geen tekeningen, productbladen en op enigerlei wijze, technische specificaties.
4. Op basis van de verkregen informatie geven de bevindingen van de project engineer in het rapport aan:
 - a. Technische kwaliteit: licht beschadigd
 - b. Esthetische kwaliteit: matig
5. De toelichting in het rapport luidt als volgt: “De enige interessante optie is Re-use en daar moet vol op ingezet worden omdat de kansrijkheid hier ook hoog is”.
6. We praten over een hoeveelheid aan koepels die het de zaak wel waard maken tot nader onderzoek.
7. De vraag is aan Meijs Ingenieurs om uit te zoeken welke concrete mogelijkheden er zijn voor circulaire inzet.
8. Voor rechtstreeks hergebruik op locatie zou langjarig gebruik wel de inzet moeten zijn.
9. Meijs Ingenieurs brengt advies uit op basis van onderstaande aanpak, welke we verwoorden in een rapport.

Aanpak

Meijs Ingenieurs gaat navraag doen bij de originele leverancier (nu niet bekend wie dat is) wat de mogelijkheden tot her-inzet zijn. Voorts in het zaak dat deze leverancier een kwaliteitsborging afgeeft welke langjarig gebruik mogelijk maakt.

Als voorgaande niet lukt gaat Meijs Ingenieurs navraag doen bij een derde leverancier wat de mogelijkheden tot her-inzet zijn. Voorts in het zaak dat deze derde leverancier een kwaliteitsborging afgeeft welke langjarig gebruik mogelijk maakt.

Als voorgaande twee opties allebei niet lukken kan gekeken worden wat andere opties zijn, waarbij alle mogelijkheden nu nog open liggen

Op voorhand kan Meijs Ingenieurs niet aangeven of her-inzet echt uitgevoerd kan worden. Dit alles in het licht bezien van de bevindingen van de project engineer die dat heeft verwoord in zijn rapport van de materiaal inventarisatie.



Bevindingen onderzoek

Basisgegevens

De gegevens uit de materiaal inventarisatie hebben we als basis gebruikt. Nog even de weergave van uit het originele rapport:

Materiaalspecificatie Gebouw 32 en 32a



Daklichtkoepels en daklichtkappen

Afmeting in mm:	1750 x 1750 x 300	Bevestiging:	geschroefd
Kwaliteit esthetisch:	Licht beschadigd	Specificatie	opmerkingen: 386 stuks dubbelwandig.
Kwaliteit technisch:	Matig	veldwerk:	

Codering

Opnamenummer:	1	STABU	30.43 Kozijnen, ramen en deuren, Daklichtkoepels en daklichtkappen
NL-SFB	37.20- dakopeningen gevuld, algemeen (verzamelniveau)	RAW	

Locatie en hoeveelheden

Adres	Locatie	stuk(s)	m1	m2	m3	kg	ton
Landbergstraat 15	Gebouw IO, Gebouw 32 en 32a, Dak	386,00					
	Totaal hoeveelheid	386,00					

Volume

	stuk(s)	m1	m2	m3	kg	ton
Productvolume per eenheid in m3	0,92					
Productvolume totaal in m3	354,64					

Samenstelling en gewicht

Grondstoffen	VOL %	Totaal m3	S.g. m3>ton	Totaal ton	Per stuk ton	Per m1 ton	Per m2 ton	Per m3 ton
Plastic PVC	5	17,73	1,20	21,28	0,06			
		Totaal gewicht		21,28	0,06			

R-model

R-model

R3 - Re-use

Specificatie

Toelichting

De enige interessante optie is Repuse en daar moet vol op ingezet worden omdat de kansrijkheid hier ook hoog is.



Vanuit dit onderzoek leek de optie Re-use een kansrijke situatie maar wij hebben alle opties van de R-ladder wel doorlopen omdat wij in ons standaardproces streven naar een inzet zo hoog mogelijk op de R-ladder. Wij kenden op het moment van onderzoek de originele fabrikant niet maar konden wel de kwaliteit van de koepels constateren met een visuele inspectie. Van een visuele inspectie moet gezegd worden dat



deze niet sluitende informatie kan geven maar als richtlijn goed te hanteren is. Het geeft derhalve richting, maar geen zekerheden. Bij aanvang was het gegeven perspectief dat de koepels ongeveer 15 jaar oud zijn.

Van de koepels was geen documentatie meer voorhanden. Ook vanuit het archief konden geen detailtekeningen meer aangeleverd worden. Daarmee is lastig te bepalen wat de losmaakbaarheidsindex is aangezien de bevestigingswijze niet op tekening staat. Vanuit ervaring komen we uiteraard ver en zal een index van 94% de reële situatie zijn. Demontage zal daarom goed realiseerbaar zijn.

Materialisatie

Vanuit de materialisatie is geconstateerd dat het product voor het overgrote deel uit een kunststof bestaat (wij rapporteerden PVC maar dat blijkt anders, zie verslag hieronder) maar sterk gedegenereerd is door invloed van UV en andere weersinvloeden. Onderzoek met fabrikanten kan meer info opleveren. Verder zitten er enkele metalen delen voor bevestigingsmateriaal en wat synthetisch rubber voor dichting.

In grove lijnen kennen daklichtkoepels een drietal varianten qua materialisatie. Een koepel kan uit verschillende materialen bestaan, elk met hun eigen eigenschappen en voordelen. De meest voorkomende materialen zijn:

1. **Polycarbonaat:** Dit is een zeer sterk materiaal, ongeveer 200 tot 250 keer sterker dan glas. Polycarbonaat lichtkoepels zijn vrijwel onbreekbaar en bieden daardoor een hoge mate van inbraakveiligheid. In deze situatie is geen Polycarbonaat gebruikt.
2. **Acrylaat (Plexiglas):** Acrylaat is sterker dan glas, maar minder sterk dan polycarbonaat. Het is ongeveer 10-15 keer sterker dan glas en is een goedkopere optie. Zeker gezien de leeftijd van de koepel maar ook de verkleuring van het materiaal, kunnen we hier uitgaan van Acrylaat als materiaal voor de koepels in dit project.
3. **Glas:** Hoewel glas het minst sterke materiaal is, is het wel mooier qua uitstraling. Glazen lichtkoepels zijn meestal thermisch isolerend en kunnen vlak of licht gebogen zijn. Ze zijn echter duurder dan polycarbonaat en acrylaat. In deze situatie is niet gekozen voor glas.

Scenario's

Bij daklichtkoepels die 30 jaar oud zijn, zijn er een paar realistische scenario's om rekening mee te houden:

1. **Veroudering en slijtage:** Na 30 jaar kunnen de materialen van de koepel, zoals polycarbonaat, acrylaat of glas, tekenen van veroudering vertonen. Dit kan leiden tot verkleuring, barsten of verminderde transparantie.
2. **Isolatiewaarde:** De isolatiewaarde van oudere koepels kan afnemen, wat kan resulteren in hogere energiekosten en minder comfort in huis.
3. **Lekkages:** De afdichtingen en rubbers rondom de koepel kunnen na verloop van tijd verslechteren, wat kan leiden tot lekkages en waterinfiltratie.
4. **Veiligheid:** Oudere koepels kunnen minder veilig zijn, vooral als ze gemaakt zijn van materialen die minder bestand zijn tegen inbraak of impact.
5. **Onderhoud en vervanging:** Het kan nodig zijn om de koepel te onderhouden of zelfs te vervangen om de functionaliteit en veiligheid te waarborgen.

Fabrikanten

Wij hebben contact gehad met Velux en Intura over de mogelijkheden voor het hergebruiken van de daklichtkoepels. Beide bedrijven zien hier eigenlijk geen markt in en willen er ook verder niks mee doen. Dat is niet uit onwil maar de inschatting van de fabrikanten is dat we praten over koepels van 25-30 jaar oud. Dat is niet in overeenstemming met de 15 jaar waarvan eerder was uitgegaan. De eerder geconstateerde degeneratie zal er naar inschatting van deze partijen toe leiden dat ze bij demontage al uit elkaar gaan vallen. Dat maakt dat ook onderdelen niet meer geschikt zouden zijn voor revisie bij andere koepels.



Daarnaast nemen ze zelf ook geen oude koepels terug en hebben ze de materialen niet nodig voor nieuwe producten. Er is derhalve geen terugname programma wat bijzonder is aangezien de producten een garantie hebben van 10 jaar. In het geval van deze leveranciers is de oplossing dan om nieuw spullen te leveren en niet met een circulair oplossing aan te komen. Volgens hen is recyclen echt de enige optie op dit punt.

Wij hebben ook geprobeerd in contact te komen met Skylux, maar daar kon echt niemand ons helpen met deze vraag. We verwachten echter dat hun mening niet veel zal verschillen van die van Velux of Intura.

Recyclen

Gezien de bevindingen van Velux en Intura was het pad van R3 (re-use) en R4 (repair) geen haalbare kaart maar was tevens onze inschatting dat ook de stappen refurbish, remanufacture en repurpose (R5, 6 en 7) een doodlopende weg zouden opleveren.

Blijft over de stap recycling en dan is nog maar de vraag of dit hoogwaardig of laagwaardig zou zijn. Wij hebben hiervoor navraag gedaan bij GP Groot (een afvalverwerker) en daar kregen wij de volgende reactie:

Het recyclen van dakkoepels kan op verschillende manieren, afhankelijk van het materiaal waaruit ze zijn gemaakt. Hier zijn enkele opties:

1. **Polycarbonaat en Acrylaat:** Deze kunststoffen kunnen vaak worden gerecycled door ze te vermalen en opnieuw te gebruiken in de productie van nieuwe kunststofproducten. Sommige gespecialiseerde bedrijven bieden diensten aan om oude dakkoepels in te zamelen en te verwerken, maar dat lijkt voor de staat waarin deze koepels verkeren niet een realistische optie.
2. **Glas:** Glazen dakkoepels kunnen worden gerecycled door het glas te smelten en opnieuw te gebruiken in de glasindustrie. Dit proces vereist echter dat het glas schoon en vrij van verontreinigingen is. Goed om dat hier te vermelden omdat het wellicht behulpzaam is bij een keuze voor nieuwe koepels. In de verwerking van de oude koepels zit echter geen glas.
3. **Metaalonderdelen:** Als de dakkoepel metalen onderdelen bevat, zoals frames of bevestigingsmaterialen, kunnen deze worden gescheiden en gerecycled als schrootmetaal. Voor een paar koepels is daarvan geen businesscase te maken, maar met deze hoeveelheden is het wel degelijk een optie.
4. **PVC:** Voor PVC-dakkoepels is er een speciaal recyclingsysteem opgezet, zoals Roofcollect, waarbij oude PVC-dakbanen apart worden ingezameld en verwerkt. Maar voor dit voorbeeld lijkt het dat de koepels zelf niet van PVC zijn (al is dat in ons eigen rapport wel zo aangegeven). Navraag bij de fabrikanten leert:

PVC wordt meestal niet gebruikt voor de koepel zelf, maar wel voor de opstanden (de randen waarop de koepel rust) van dakkoepels. De koepels zelf zijn doorgaans gemaakt van materialen zoals polycarbonaat, acrylaat of glas en in dit geval dus acrylaat.

PVC-opstanden zijn populair omdat ze duurzaam, lichtgewicht en gemakkelijk te installeren zijn. Ze bieden ook goede isolatie-eigenschappen en zijn bestand tegen weersinvloeden.

Het is belangrijk om contact op te nemen met lokale recyclingbedrijven of afvalverwerkingsdiensten om te zien welke opties beschikbaar zijn in jouw regio. Zij kunnen je helpen bij het verantwoord afvoeren en recyclen van oude dakkoepels. Veel transport is voor een casus als deze geen optie. Voor sec deze situatie is het wel goed te weten dat GP Groot landelijke dekking heeft en dus ook afvoer in de regio Delft.

Analyse op de R-ladder

R.3	Reuse	Ivm degeneratie geen mogelijkheid en geen garantie nog terugname programma fabrikant.
R.4	Repair	Ivm degeneratie geen mogelijkheid en geen garantie nog terugname programma fabrikant.
R.5	Refurbish	Ivm degeneratie zal niemand iets kunnen maken van dit product.
R.6	Remanufacture	Ivm degeneratie zal niemand iets kunnen maken van dit product.
R.7	Repurpose	Ivm degeneratie zal niemand iets kunnen maken van dit product.
R.8	Recycling - hoogwaardig	Hier zijn mogelijkheden voor en de materialen kunnen bij de afvalverwerker gescheiden worden.
R.9	Recycling - laagwaardig	Nvt
R.10	Recover	Nvt



Conclusie

De conclusie is vrij makkelijk te trekken. Verwerking van de producten tot product of hergebruik van onderdelen, zijn geen optie. Wat overblijft is hoogwaardige recycling en daarvoor zijn dus realistische opties.

Ons advies derhalve bij deze aantallen is om hoogwaardige recycling te realiseren.

Learnings

De materiaalinventarisatie wordt normaliter toegepast voor de voorbereiding van de circulair sloopplan. Het geeft inzichten in die materialen (status, hoeveelheden, losmaakbaarheid, CO2 en nog veel meer) die een sloop-aannemer mee moet nemen in zijn plan van aanpak voor het op handen zijnde sloop-project.

Hier praten wij echter over een enkel item, met een groot aantal stuks, dat kansrijk leek te zijn voor hergebruik. Daarvan moest inzicht gekregen worden in de uitvoeringsmogelijkheden. Dat vraagt om een diepgravender analyse dan de materiaalinventarisatie uitwijst.

Voor een volgende casus zullen we de materiaalinventarisatie en het technische onderzoek ineen moeten vlechten. De uitkomsten zullen dan op voorhand geverifieerd zijn met fabrikanten en andere stakeholders. Alleen een materiaalinventarisatie wijst dat namelijk niet uit.



Over ons

Wij zijn Meijs Ingenieurs en uitvoering. Wij hebben alles in huis om uw bouwproject succesvol te realiseren. We hebben de kennis om u te adviseren, of om uw project te begeleiden. En we hebben de kunde om het succesvol uit te voeren.

Sleutelklaar & Meijs

Uw project verzorgen wij altijd met net dat beetje extra. Of het nu gaat om nieuwbouw, verbouw, sloop, renovatie of bouwkundige brandbeveiliging. Als u dat wilt leveren wij het helemaal turn-key op. Vanaf de architect, de constructeur, de aanvraag voor de benodigde vergunningen, de sloop en de uitvoering. Bij ons kunt u alle kanten op, in de ontwerpfase zowel als in de uitvoeringsfase. Het volledige traject, of een deel ervan. Wij verzorgen het graag.

De extra's & Meijs

Bij elk bouwproject komt veel kijken. Denk maar eens aan de vergunningen die nodig zijn, de constructieve berekeningen, kennis van wetgeving of de bouwkundige begeleiding om er maar een paar te noemen. Dat maakt het soms wat ingewikkeld. Daarom leveren wij ons werk met net wat extra's. Zo werken wij doordacht en pragmatisch vanuit uw belang. Wij zijn direct en eenvoudig bereikbaar en communiceren in heel begrijpelijke taal. Tot slot zijn wij in onze sector koploper als het gaat om innovaties, met veel oog voor duurzaamheid.



Meijs Ingenieurs & Uitvoering
De Vierde Hoeve 62-64
2676 CN Maasdijk

Zwaagdijk 424d
1685 PE Zwaagdijk-West

info@meijsingenieurs.nl
www.meijsingenieurs.nl

Meijs Ingenieurs & Uitvoering is houder
van de volgende kwaliteit certificaten

VCA
ISO9001
ISO14001
CO2 trede 3

