

NVCE

TNO Publiek

Kostenanalyse circulaire strategieën voor consumenten producten

Achtergrond informatie inbreng
Nederlandse Vereniging Circulaire Economie

Auteur
Jelmer Lennartz

Datum
11/05/2026

TNO Classificatie
TNO Publiek

Rapportnummer
TNO 2026 R16544

TNO innovation
for life



Inhoudsopgave

1. Introductie	3
1.1 Aanpak	3
2. Wasmachine	4
2.1 Kostenanalyse	4
2.2 Concluderende statements	5
2.3 Verdiepende inzichten	5
3. Smartphone	6
2.1 Kostenanalyse	6
2.2 Concluderende statements	7
2.3 Verdiepende inzichten	7
4. Fietsaccu	8
2.1 Kostenanalyse	8
2.2 Voorwaardelijkheden accurevisie	7
2.3 Concluderende statements	7



1. Introductie

De circulaire economie streeft ernaar afval en vervuiling te verminderen door producten en materialen zo lang mogelijk te gebruiken. Dit kan veelal helpen de milieu-impact van consumptie te verminderen, zoals de bijdrage aan klimaatverandering, de uitstoot van vervuilende emissies en het verlies van biodiversiteit.

Door bestaande materialen en producten te hergebruiken, repareren, reviseren en recylen, vermindert de circulaire economie de behoefte aan nieuwe grondstoffen, wat helpt om natuurlijke hulpbronnen te behouden. Dit vermindert ook de afhankelijkheid van de invoer van grondstoffen uit onstabiele of geopolitiek gevoelige regio's en de risico's van prijsontwikkelingen.

Circulaire bedrijfsmodellen kunnen nieuwe inkomstenstromen creëren, kosten verlagen en de veerkracht tegen verstoringen in de toeleveringsketen vergroten, bijvoorbeeld door recycling, reparatie of revisie. Klanten kunnen profiteren van lagere kosten door toegang

tot gereviseerde en gerepareerde producten, die vaak goedkoper zijn dan nieuwe producten. Bovendien kunnen klanten profiteren van langere productlevenscycli door verbeterde productkwaliteit en producten die ontworpen zijn voor reparatie.

In deze memo bespreken we de kostenbesparing die het toepassen van circulaire strategieën kan opleveren voor consumenten. Veranderingen in materiaalgebruik en milieuprestatie zijn niet meegenomen in dit onderzoek. Deze memo dient als naslagwerk voor de gepresenteerde kostenanalyse resultaten door de Nationale Vereniging Circulaire Economie (NVCE). Deze analyse is uitgevoerd om de relevantie van circulaire strategieën te benadrukken door te kijken naar mogelijke kostenbesparingen voor consumenten.

1.1 Aanpak

Het doel van de analyse is het in kaart brengen van de kosten van eigendom (aanschaf en onderhoud) van consumentenproducten vanuit het

perspectief van consumenten. Daarbij wordt een vergelijking gemaakt tussen producten waarbij een circulaire strategie wordt toegepast en producten waarbij dit niet gebeurt. Voor de volgende producten is de kostenanalyse uitgevoerd:

- Wasmachine (reparatie)
- Smartphone (reparatie)
- Fietsaccu (refurbish)

De selectie van producten is gebaseerd op informatiebeschikbaarheid en het aansprekende karakter voor het grote publiek.

Rekeneenheid

Voor een eerlijke analyse is een uniforme rekeneenheid essentieel. De kosten zijn voor de verschillende producten en scenario's berekend in euro per jaar. Zo wordt het effect van de levensduur op de gemiddelde kosten voor de consument meegenomen.

Reikwijdte

De kostenanalyse richt zich op de kosten van eigendom, oftewel het product en de middelen om het product te bezitten. Gebruikskosten zijn buiten beschouwing

gelaten, aangezien geen significante verschillen worden verwacht.

Prijsontwikkelingen in de tijd zijn niet meegenomen in de kostenanalyse. Factoren zoals inflatie, marktfluctuaties, technologische vooruitgang en andere economische omstandigheden kunnen de marktprijzen beïnvloeden. In deze analyse is uitgegaan van een statisch economisch scenario. De gebruikte kostendata zijn afkomstig uit bestaande literatuur en zijn gecorrigeerd voor inflatie tot en met maart 2025.

Perspectief

De kostenanalyse is uitgevoerd vanuit het perspectief van de consument. De winst of het verlies voor het toepassen van circulaire strategieën kan sterk verschillen per stakeholder. Bijvoorbeeld, consumenten profiteren van reparatie, maar als de reparatie door een derde partij wordt uitgevoerd, heeft de producent hier niet direct baat bij. De keuze voor het perspectief heeft dus een grote invloed op de resultaten van een kostenanalyse.

2. Wasmachine

2.1 Kostenanalyse

Als eerste zijn de kosten geanalyseerd voor het eigendom van een wasmachine in twee situaties: wanneer deze defecten heeft en wordt afgedankt, en wanneer deze defecten worden gerepareerd. Hierbij is gebruik gemaakt van kerngetallen die zijn verzameld door het Joint Research Centre¹. De volgende kerngetallen vormen het uitgangspunt:

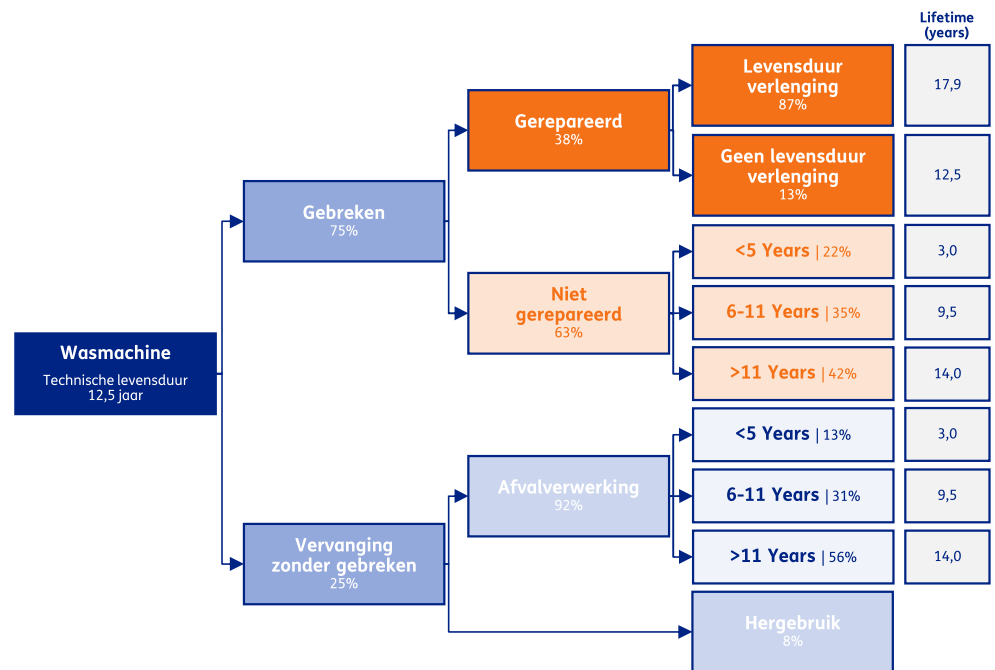
- Gemiddelde productprijs: €638²
- Gemiddelde kosten voor het uitvoeren van onderhoud aan een wasmachine: €229³

Een belangrijke aanname voor de analyse is dat het energie-, water- en wasmiddelverbruik de komende jaren voor nieuwe wasmachines niet significant zullen veranderen⁴.

De gemiddelde levensduur van producten die gebreken ondervinden is bepaald op basis van het levensduurschema in figuur 2.1 (licht oranje) en staat gelijk aan 9,3 jaar. De levensduur van producten met gebreken die gerepareerd worden, bedraagt gemiddeld 17,2 jaar. Daar staat tegenover dat er gemiddeld €229 aan

onderhoudskosten besteed moet worden voor de reparatie. De gemiddelde verwachte levensduurverlenging zorgt voor een reductie van 27% in de totale kosten (aanschaf en onderhoud) per jaar voor de consument. Oftewel, wanneer er geen reparatie wordt uitgevoerd, zijn er gemiddeld 1,85 wasmachines nodig ten opzichte van wanneer het product wel wordt gerepareerd.

Voor de resultaten is het belangrijk om te benadrukken dat het moment waarop en het type reparatie invloed hebben op de daadwerkelijke kostenreductie van het onderhoud. De kosten voor onderhoud kunnen per defect verschillen. Daarnaast is het toepassen van dezelfde reparatie op een later moment in de levenscyclus relatief minder kosteneffectief. Ook kunnen niet alle defecten (kosteneffectief) gerepareerd worden, waardoor reparatie vaak niet wordt toegepast.



Figuur 2.1 Levensduurschema wasmachine¹ (referentiejaar 2016)

¹<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/533fa096-d971-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>

²Consumentenprijscorrectie, 2022 t.o.v. maart 2025, product categorie 053120, volgens <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table>

³Consumentenprijscorrectie, 2022 t.o.v. maart 2025, product categorie 053300, volgens <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table>

⁴https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list/household-washing-machines_en

2.2 Concluderende statements

Op basis van de analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Reparatie van defecten zorgt voor een gemiddelde besparing van 27% ten opzichte van het niet repareren van defecten.
- Reparatie van defecten zorgt voor een gemiddelde levensduurverlenging van 7,9 jaar ten opzichte van het niet repareren van defecten.
- Reparatie van defecten scheelt gemiddeld 0,85 wasmachine ten opzichte van het niet repareren van defecten.
- Wanneer je geen reparatie toepast voor defecten, heb je gemiddeld 1,85 wasmachines nodig ten opzichte van het wel repareren van defecten.
- Reparatie van defecten zorgt voor een gemiddelde besparing van €18,31 per jaar ten opzichte van het niet repareren van defecten.

2.3 Verdiepende inzichten

De resultaten van de kostenanalyse voor de wasmachine zijn gebaseerd op een directe vergelijking tussen het wel en niet toepassen van reparatie. Niet alle defecten aan wasmachines kunnen worden gerepareerd, maar wat gebeurt er wanneer we meer wasmachines kunnen repareren? Daarom is additioneel in kaart gebracht wat het effect is op de kosten wanneer meer defecten (kosteneffectief) gerepareerd kunnen worden.

Om dit inzichtelijk te maken, is de gemiddelde levensduur van wasmachines bepaald volgens het levensduurschema, zoals weergegeven in figuur 2.1. Dit schema geeft een gemiddelde levensduur van 12,3 jaar aan voor alle wasmachines. 28% van de wasmachines wordt gerepareerd (38% gerepareerd van de wasmachines met defecten (75%)), wat zorgt voor gemiddeld €64,3 aan onderhoudskosten, wat komt bovenop de aanschafkosten van €638. Dit zorgt voor €57,1 aan gemiddelde kosten per jaar voor de consument voor de aanschaf en het onderhoud van de wasmachine.

Volgens het Joint Research Centre¹ is het mogelijk om het aandeel van gerepareerde producten te vergroten van 28% naar 50% door herontwerp voor reparatie. Dit zou resulteren in een stijging van de gemiddelde onderhoudskosten naar €107 omdat meer wasmachines gerepareerd worden. De gemiddelde levensduur stijgt met meer dan een jaar en bedraagt in dit scenario 13,6 jaar. De totale kosten per jaar komen dan uit op €54,6 voor de wasmachine.

Al met al leidt een verbeterde repareerbaarheid gemiddeld tot een kostenreductie van 4%. Dit percentage is relatief bescheiden, omdat niet alle wasmachines gerepareerd hoeven te worden en niet elk defect daadwerkelijk gerepareerd kan of zal worden. Het verbeteren van de repareerbaarheid is echter wel een belangrijke factor die bijdraagt aan een langere levensduur van wasmachines en lagere kosten. De analyse toont bovendien aan dat er ook andere manieren zijn om de gemiddelde kosten te verlagen, zoals het voorkomen

van vroegtijdige afdanking van apparaten en het vergroten van de bereidheid van reparatie.

¹<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/533fa096-d971-11e7-a506-01aa75ed71a1/language-en>

3. Smartphone

3.1 Kostenanalyse

Als tweede is de kostenanalyse uitgevoerd voor een smartphone. Deze analyse onderzoekt het effect van reparatie op de gemiddelde kosten van een smartphone bij defecten ten opzichte van het niet toepassen van reparatie. De kostenreductie is berekend volgens een gewogen gemiddelde van een low-end, medium-end en high-end smartphone. De toegepaste kerngetallen zijn beschreven in tabel 3.1.

De levensduur van smartphones is afhankelijk van veel verschillende factoren. Zijn er ongelukken waardoor defecten optreden? Hoeveel wordt de smartphone gebruikt? Wordt de smartphone ondersteund met nieuwe software-updates? Voor deze analyse is uitgegaan van een levensduur van 2,5 tot 3,5 jaar¹, waarna de smartphone wordt afgedankt wegens gebreken. De belangrijkste redenen voor het afdanken van smartphones² door defecten zijn gebreken aan het scherm (1/3), verminderde batterijcapaciteit (1/3) en overige gebreken (1/3), zoals een kapotte

microfoon of oplaadpoort. Reparatie kan ervoor zorgen dat deze gebreken worden opgelost. Voor het vervangen van een batterij is aangenomen dat de levensduur met gemiddeld 2 jaar wordt verlengd², en voor andere defecten is een verlenging van 1 jaar aangenomen². Dit betekent dat reparatie er gemiddeld voor zorgt dat smartphones 1,33 jaar langer meegaan. Daarbij is er voor de analyse het uitgangspunt dat er één van de drie type defecten optreedt waar reparatie aan wordt uitgevoerd. In de praktijk kan het voorkomen dat meerdere gebreken gelijktijdig of opeenvolgend optreden. Dit zal invloed hebben op de daadwerkelijke levensduurverlenging.

De kosten voor reparatie zijn sterk afhankelijk van of deze door een professional of door de consument zelf worden uitgevoerd. Op dit moment kunnen niet alle smartphones door consumenten zelf worden gerepareerd. Wanneer de reparatie door een professional wordt uitgevoerd, ligt de gemiddelde prijs voor reparatie aanzienlijk hoger, zie tabel 3.1.

De analyse laat zien dat reparatie zorgt voor een reductie van de gemiddelde kosten als gevolg van de levensduurverlenging, ongeacht of de reparatie wordt uitgevoerd door een professional of consument. De gemiddelde kosten per jaar zijn in het geval van reparatie door een professional maar liefst 14% lager. Wanneer de consument in staat is de reparatie zelf uit te voeren, scheelt dit servicekosten en is het mogelijk om tot maar liefst 23% van de gemiddelde kosten per jaar voor de consument te reduceren. Wanneer er geen reparatie wordt uitgevoerd, zijn er

gemiddeld 1,45 smartphones nodig ten opzichte van wanneer defecten wel worden gerepareerd.

Voor de analyse is het belangrijk om aan te merken dat de repareerbaarheid tussen smartphones sterk kan verschillen. Dit is ook terug te zien in de kosten wanneer het onderhoud door een professional wordt uitgevoerd of door de consument zelf.

Factor	Scenario	Low-end	Medium-end	High-end
Aandeel gemiddelde ¹		39%	33%	28%
Aankoopprijs (€) ¹		200	500	1000
Levensduur (jaar)	Geen reparatie ¹	2,5	3	3,5
	Reparatie ²	3,83	4,33	4,83
Reparatie Kosten (€)	Reparatie – Professional ^{1,3}	94	130	195
	Reparatie – Consument ^{2,3}	45	52	95

Tabel 3.1 Kerngetallen kostenberekening Smartphone

¹<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a7784be4-853d-11eb-af5d-01aa75ed71a1/language-en>

²Berekend op basis van kerngetallen beschreven in <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC116106>

³Consumentenprijscorrectie, 2020 t.o.v. maart 2025, product categorie 053300, volgens <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table>

3.2 Concluderende statements

Op basis van de analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Reparatie van defecten zorgt voor een gemiddelde besparing van 14-23% ten opzichte van het niet repareren van defecten, afhankelijk van of de reparatie door de consument of een professional wordt uitgevoerd.
- Reparatie van defecten zorgt voor een levensduurverlenging van 1-2 jaar ten opzichte van het niet repareren van defecten.
- Reparatie van defecten scheelt je gemiddeld 0,45 smartphone ten opzichte van het niet repareren van defecten.
- Wanneer je geen reparatie toepast voor defecten, heb je gemiddeld 1,45 smartphones nodig ten opzichte van het wel repareren van defecten.
- Reparatie van defecten zorgt voor een gemiddelde besparing van €24-41 per jaar ten opzichte van het niet repareren van defecten, afhankelijk van of de reparatie door de consument of een professional wordt uitgevoerd.

3.3 Verdiepende inzichten

De resultaten van de kostenanalyse voor de smartphone zijn gebaseerd op een directe vergelijking tussen het wel en niet toepassen van reparatie bij defecten. Smartphones worden niet alleen afgedankt door defecten, ook kunnen niet alle defecten aan smartphones gerepareerd worden. Wat is het effect wanneer we de producenten verplichten langer software-updates beschikbaar te stellen en de reparatiebaarheid van smartphones verbeteren? Dit effect is additioneel in kaart gebracht door het Joint Research Center op basis van een brede set aan ecodesign maatregelen. Deze sectie beschrijft de effecten van deze maatregelen op de gemiddelde kosten voor de consument. De kerngetallen voor deze berekening zijn weergegeven in tabel 3.2.

Het toegepaste levensduurmodel houdt bij de berekening van de levensduur rekening met meerdere defecten die gelijktijdig of opeenvolgend kunnen optreden bij smartphones. Bijvoorbeeld, wanneer de gebruiker een defecte batterij

repareert, kan dit in sommige gevallen niet leiden tot een verlenging van de levensduur met twee jaar, omdat een gebarsten scherm ervoor zorgt dat de telefoon alsnog eerder wordt afgedankt. De brede set aan ecodesign maatregelen zorgt voor een gemiddelde kostenreductie van 25%. Dit reductiepercentage is relatief hoog door voornamelijk twee verschillende oorzaken. Ten eerste is aangenomen dat de reparatiebaarheid wordt verbeterd. Als gevolg dalen de kosten voor het repareren van defecten. Per reparatie activiteit zijn de kosten lager. Als gevolg zal er vaker reparatie worden uitgevoerd waardoor de totale

reparatiekosten stijgen. Dit leidt tot een levensduurverlenging tegen beperkte hogere kosten. Een tweede oorzaak van de reductie is de stijging in levensduur waar geen directe hogere kosten voor de consument tegenover staan, zoals het lange beschikbaar stellen van nieuwe software updates en verbeterde waterdichtheid.

Factor	Scenario	Low-end	Medium-end	High-end
Aankoopprijs (€) ¹	Huidig	200	500	1000
	Ecodesign	206	504	1004
Levensduur (jaar) ¹	Huidig	2,5	3	3,5
	Ecodesign	3,4	4,17	4,77
Gemiddelde reparatie Kosten (€) ^{1,2}	Huidig	11,79	19,53	33,98
	Ecodesign	14,72	34,89	60,88

Tabel 3.2 Kerngetallen kostenberekening verdiepende inzichten Smartphone

¹<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a7784be4-853d-11eb-af5d-01aa75ed71a1/language-en>

²Consumentenprijscorrectie, 2020 t.o.v. maart 2025, product categorie 053300, volgens <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table>

4. Fietsaccu

4.1 Kostenanalyse

Tot slot is een kostenanalyse uitgevoerd voor een fietsaccu. Daarbij is onderzocht wat het effect is van accurevisie ten opzichte van het niet toepassen van revisie. De kostenreductie berekend over de gehele levensduur volgens een ongewogen gemiddelde van accu's waarvoor revisiekosten in kaart zijn gebracht door de consumentenbond¹. De volgende kerngetallen wat betreft kosten vormen het uitgangspunt:

- Gemiddelde productprijs: €686²
- Gemiddelde kosten voor revisie: €447³

De accucapaciteit is de voornaamste reden voor het afdanken van een fietsaccu. De capaciteit wordt te krap om de gewenste afstanden af te leggen. De accu kan dan worden vervangen door een nieuwe accu of gereviseerd. De wijze van gebruik heeft een sterke invloed op de uiteindelijke levensduur van zowel nieuwe accu's als gereviseerde accu's.

Voor deze analyse is uitgegaan van een levensduur van 5 jaar¹ (600 laadcycli) voor een volledig nieuwe fietsaccu, wat

realistisch is bij normaal gebruik. Wanneer de accu wordt gereviseerd aan het einde van de initiële levensduur, is de verwachting dat de gereviseerde accu weer een gelijk aantal laadcycli mee kan. Voor deze analyse is het uitgangspunt dat de gereviseerde accu's aan de onderkant van de range zitten wat betreft verwachte laadcycli (500 laadcycli⁴), een worst-case scenario. Oftewel, het uitgangspunt is dat een accu welke wordt gereviseerd in totaal 1100 laadcycli meegaat. Het resultaat is dat revisie zorgt voor een verwachte levensduurverlenging van 5 naar 9,2 jaar.

Het uitgangspunt voor de gemiddelde kosten van een fietsaccu is €137 per jaar de gemiddelde kosten bij revisie zijn €124 per jaar. Door de levensduurverlenging die gepaard gaat met revisie, leidt het toepassen van de circulaire strategie tot gemiddeld een reductie van 10% aan kosten voor de consument. Wanneer er geen revisie wordt uitgevoerd, zijn er gemiddeld 1,83 fietsaccu's nodig ten opzichte van wanneer de accu's wel worden gereviseerd.

4.2 Voorwaardelijkheden accurevisie

De revisie van fietsaccu's wordt niet door iedereen toegejuicht. Met name fabrikanten zijn kritisch, omdat niet gegarandeerd kan worden dat de accu na revisie volledig veilig is¹. Revisiebedrijven zeggen daarentegen dat het veilig kan zolang het goed is uitgevoerd. Zij geven een garantie af met vergelijkbare voorwaarden als voor een nieuwe accu. Voor het uitvoeren van accurevisie is het daarom extra belangrijk om te benadrukken dat de gepresenteerde resultaten alleen van toepassing zijn wanneer revisie zorgvuldig wordt uitgevoerd, met goede kwaliteit batterijcellen en de accu's na revisie worden getest¹.

4.3 Concluderende statements

Op basis van de analyse kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Revisie zorgt voor een gemiddelde besparing van 10% ten opzichte van wanneer revisie niet plaatsvindt.
- Revisie scheelt gemiddeld 0,83 nieuwe fietsaccu.
- Revisie zorgt voor een gemiddelde levensduurverlenging van meer dan 4 jaar.
- Wanneer je geen revisie toepast, heb je gemiddeld 1,83 fietsaccu's nodig ten opzichte van wanneer je de fietsaccu wel reviseert.
- Revisie van de fietsbatterij zorgt voor een gemiddelde besparing van €13,61 per jaar ten opzichte van het niet reviseren.

¹<https://www.consumentenbond.nl/elektrische-fiets/accu-van-een-elektrische-fiets>

²Consumentenprijscorrectie, maart 2022 t.o.v. maart 2025, product categorie 071200, volgens <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table>

³Consumentenprijscorrectie, maart 2022 t.o.v. maart 2025, product categorie 091500, volgens <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83131NED/table>

⁴<https://www.fietsaccuwinkel.nl/bosch-powerpack-300-performance-bagage>

Signature

Energy & Materials Transition | Utrecht, 11/05/2026

Dr. ir. Gerard van der Laan
Program Manager Sustainability & Circularity Transition Pathways
Energy & Materials Transition

 Gerard.vanderLaan@tno.nl

 +31 61789 6286

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced and/or made public by means of printing, photocopying, microfilm or in any other way, without prior permission from TNO. If this presentation was commissioned, for the rights and obligations of the client and contractor, reference is made to the General Terms and Conditions for assignments to TNO, or the relevant agreement concluded between the parties.

Making the TNO presentation available for inspection to those directly interested is permitted.

© 2026 TNO

