

Materiaalstromen in de bouw en infra

Methodologische bijlage



Economisch Instituut
voor de Bouw

Het auteursrecht voor de inhoud berust geheel bij de Stichting Economisch Instituut voor de Bouw. Overnemen van de inhoud (of delen daarvan) is uitsluitend toegestaan met schriftelijke toestemming van het EIB. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen en dergelijke, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld.

April 2022

Materiaalstromen in de bouw en infra

Methodologische bijlage

Jeffrey Kok
Radislav Semenov
Merlijn Blok
Martijn Kamps

Inhoudsopgave

1	Assets en materialen in de scope	5
1.1	GW	5
1.2	B&U	7
2	Voorraad, productie- en sloopbeeld GW 2019	9
2.1	Voorraad van assets	9
2.2	Uitbreidingsnieuwbouw	11
2.3	Vervangingsnieuwbouw	14
2.4	Groot onderhoud	19
3	Productie- en sloopbeeld B&U 2019	21
3.1	Methodiek woningbouw	21
3.2	Methodiek utiliteitsbouw	26
3.3	Vormfactoren GO/BVO	28
4	Productie- en sloopbeeld 2030 en 2050	30
4.1	GW	30
4.1.1	Uitbreidingsnieuwbouw	30
4.1.2	Vervangingsnieuwbouw	33
4.1.3	Groot onderhoud	35
4.2	B&U	36
4.2.1	Woningbouw	36
4.2.2	Utiliteitsbouw	37
5	Gebruikte profielen	39
5.1	GW profielen	39
5.2	B&U profielen	45
6	Materiaalstromen	49
6.1	Bottom-up materiaalstromen: GW en B&U	49
6.1.1	GW	49
6.1.2	B&U	50
6.2	Top down materiaalstromen	51
6.2.1	Totale bouw	51
6.2.2	B&U en GW	55
6.3	Oorsprong van materialen: Primair, secundair of hernieuwbaar	57
7	MKI en CO₂-emmissies	58
7.1	Berekening MKI en CO ₂ GW	58
7.2	Berekening MKI en CO ₂ B&U	58
Bijlage A Bewerkingen op de BGT		60
Bijlage B Profielen, oorsprong, classificaties en databases		65
Bijlage C Geraadpleegde bronnen		65

1 Assets en materialen in de scope

1.1 GWW

De gww-sector kent een grote diversiteit aan assets, zowel door een groot aantal verschillende categorieën als door een grote variatie binnen deze categorieën. In samenspraak met de opdrachtgever en de begeleidingscommissie is ervoor gekozen om de productie van een gelimiteerd aantal assets in beeld te brengen. Hierbij is het uitgangspunt geweest om assets mee te nemen die naar verwachting grote materiaalstromen met zich meebrengen of naar verwachting een grote milieu-impact hebben. Alle onderstaande assets in beheer van publieke partijen zijn in beeld gebracht. Infrastructuur op particuliere gronden en als gevolg van private investeringen vallen buiten de scope van het onderzoek.

Tabel 1.1 Assets binnen de scope van het onderzoek

Assets	Toelichting
Wegen en verharding	Dit omvat wegen van RWS, gemeentes, provincies. De wegen van ProRail zijn buiten beschouwing gelaten vanwege beperkte omvang en informatie hierover. Daarnaast is onbekend in welke mate wegen van het ministerie van LNV en Defensie in beheer zijn van RWS. Wegen die eventueel in beheer zijn van deze ministeries en niet in beheer zijn van RWS zijn niet meegenomen.
-Asfalt- en klinkerwegen	Klinkerwegen uitgesplitst naar beton en gebakken klinkers. Wegen van ander materiaal zijn in beeld gebracht voor het areaal, maar zijn in de productie buiten beschouwing gebleven
-Fietspaden en voetpaden	
Civiele constructies	Civiele constructies van landelijke overheden anders dan RWS en ProRail zijn buiten beschouwing gelaten vanwege beperkte omvang en informatie hierover
-Bruggen en viaducten	Hierbij onderscheiden we betonnen bruggen, houten bruggen, stalen bruggen, viaducten (hier vallen ook aquaducten en ecoducten onder) en beweegbare bruggen. Specifieke typen overbruggingsdelen zoals overkluizingen zijn niet meegenomen
-Tunnels en onderdoorgangen	
-Sluizen	
Grondverzet en baggerspecie	De hoeveelheid grond, baggerspecie en ophoogzand dat in wordt verplaatst wat samenhangt met de productie van assets. Niet constructief grondverzet is niet meegenomen.
Riolering	De buizen van vrijvervalriolering en mechanische riolering. Andere typen riolering en onderdelen zijn niet meegenomen in het onderzoek
Dijken	Primaire, secundaire en overige keringen
Sporen	Treinsporen in beheer van ProRail; Tram en metrosporen van de vervoersbedrijven van de vier grote steden (GVB, HTM, RET, U-OV).
Gemalen	Oppervlakte- en rioolgemalen van gemeenten en waterschappen, exclusief mini-gemalen en losse pompen
Zuiveringsinstallaties	

Bron: EIB

Alle objecten die ontbreken in bovenstaande lijst zijn geen onderdeel geweest van dit onderzoek. Hier vallen bijvoorbeeld installaties, geluidsschermen, beschoeiingen, duikers en geluidswallen onder. Ondergrondse infrastructuur zoals warmtenetten en elektriciteitskabels maken geen deel uit van het onderzoek, met uitzondering van riolering. Private infrastructuur activiteiten maken ook geen deel uit van de scope.

Tabel 1.2 Materialen in de GWW binnen de scope van het onderzoek

Asfalt	Wapeningsstaal
Bitumen	Zink
Recyclingsgranulaat	Overige metalen
Beton	Kunststoffen
Industriezand	Isolatie
Cement	Aluminium
Glas	Hout
Steen	Ophoogzand
Vulstof	Grond
Baksteen	Klei
Constructiestaal	Overige materialen ²
Asfaltgranulaat	Hulpstof ²
Grind	Industriële reststoffen ²

¹ Deze materialen zijn meegenomen in de bottom-up analyse. De top-down analyse is op een beperkter aantal materialen uitgevoerd.

² Overige materialen, hulpstof en industriële reststoffen omvatten meerdere typen materialen. De categorisering van deze, en alle andere, materialen is te vinden in bijlage B.

Bron: EIB, Metabolic

1.2 B&U

De volgende gebouwen maken deel uit van deze studie:

Tabel 1.3 B&U gebouwen binnen de scope van het onderzoek

Eengezinswoningen	Utiliteitsgebouwen
-Vrijstaand	-Bedrijfspannen
-2-onder-1-kap	-Kantoren
-Serieel (rijtjeswoningen)	-Onderwijsgebouwen
Meergezinswoningen/ appartement	-Zorggebouwen
	-Winkels
	-Overig

Bron: EIB, Metabolic

Voor de b&u zijn de volgende materialen meegenomen:

Tabel 1.4 Materialen in de B&U binnen de scope van het onderzoek

Aluminium	Keramiek
Baksteen	Koper
Beton	Kunststoffen
Bitumen	Lijm en verf
Elektronica	Mortel
Gips	Papier
Glas	Staal & IJzer
Hout	Steen
Isolatie	Zand
Kalkzandsteen	Overige metalen

Bron: EIB, Metabolic

2 Voorraad, productie- en sloopbeeld GWW 2019

In dit hoofdstuk wordt voor de objecten die deel uitmaken van het onderzoek toegelicht hoe voorraad- en productiecijfers tot stand zijn gekomen. Bij de productiecijfers gaat het om uitbreidingsnieuwbouw, vervangingsnieuwbouw en groot onderhoud¹. Klein onderhoud maakt geen deel uit vanwege de beperkte cijfermatige beschikbaarheid van deze stroom en de naar verwachting beperkte invloed van deze activiteiten op de totale materiaalstroom of milieu-impact.

Bij het uitvoeren van het onderzoek is gebleken dat de datavoorziening aangaande areaal en productie van assets binnen de GWW beperkt is. De Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT) geldt als centraal systeem waar alle assets van publieke beheerders in geadmineistreerd staan, inclusief opleveringsdatum. Bij het uitvoeren van de analyses is gebleken dat met name de productie niet goed in beeld is: achterstanden worden regelmatig gerapporteerd met de registratiedatum als opleveringsdatum, waardoor bijvoorbeeld het aantal viaducten bij RWS in 2019 met 25% gestegen zou zijn. Vanwege deze vervuiling zijn met name voor het berekenen van de productie een aantal aannames geformuleerd om een beeld te schetsen van uitbreidingsnieuwbouw, vervangende nieuwbouw en renovatie/groot onderhoud. Voor het areaal vormde de BGT desondanks een belangrijke bron, aangezien er voor veel assets geen ander allesomvattend databestand beschikbaar was met areaalinformatie². Andere datasets met areaalinformatie zijn er wel (bijvoorbeeld iAsset), maar hier hadden de onderzoekers geen toegang toe. Waar de BGT de belangrijkste bron voor het areaal vormt voor specifieke assets, leidt dit mogelijk tot onderschatting van het aantal aanwezige assets in het areaal vanwege incomplete registratie door beheerders.

2.1 Voorraad van assets

Uitgangspunt van het bepalen van de omvang van de voorraad is de stand op 31 december 2019 of 1 januari 2020. Niet voor alle assets zijn cijfers voor deze peildatum bekend en is de totale voorraad ingeschat op basis van kentallen die wel bekend waren. Daarnaast geven verschillende bronnen voor sommige assets verschillende omvang van de voorraad aan. Indien uiteenlopende getallen voor de voorraad zijn genoemd, is een inschatting gemaakt welke bron de realiteit het best benadert. Onderstaand wordt toegelicht hoe de omvang van de voorraad van de verschillende assets is bepaald en welke bronnen hierbij zijn aangehouden.

Wegen en verhardingen

Voor RWS-wegen is de totale oppervlakte van wegen afgeleid uit de Netwerkmanagement Informatiesysteem (NIS) per 1 januari 2020. Voor provinciale wegen, waterschaps-, gemeentelijke wegen, fietspaden en voetpaden is uitgegaan van de oppervlakte volgens de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT) eind 2019.

Ook is uit de BGT afgeleid wat de verdeling is van de verschillende type verhardingen per type weg, met uitzondering van voetpaden³. De type verharding 'asfalt' wordt voor alle type wegen apart weergegeven in het rapport. Bij gemeentewegen wordt ook het aandeel gebakken klinkers en betonklinkers in het rapport apart weergegeven. De andere type verhardingen zijn samengevat onder het kopje overig.

De verdeling naar type verharding kent enige onzekerheid, omdat een deel van de informatie dat nodig is om het type verharding vast te stellen, optioneel is in de BGT. Deze is niet altijd

¹ Onder groot onderhoud valt ook reconstructie.

² Zie bijlage A voor de queries die geresulteerd hebben tot de totalen van assets uit de BGT.

³ Bij voetpaden is er vanuit gegaan dat dit allemaal tegels zijn. Hiermee wordt het aantal betonnen tegels enigszins overschat.

ingevuld. In deze studie is aangenomen dat de niet-ingevulde velden een vergelijkbare verdeling qua verharding hebben als de velden die wel zijn ingevuld.

Civiele constructies

Voor civiele constructies van RWS is uitgegaan van het Data Informatie Systeem Kunstwerken (DISK) op 1 januari 2020 voor de verdeling van de voorraad met uitzondering van sluizen. Voor de typering van assets is aangesloten bij de ingevulde waarden onder “KW_soort” en “KW_classificatie”. Voor RWS-sluizen is aangesloten bij het aantal in de BGT aan het einde van 2019, omdat het aantal sluizen in DISK incompleet lijkt: volgens de BGT waren er eind 2019 bijna 750 sluizen in bezit van RWS, terwijl in DISK op 1 januari 2020 circa 200 schut- en spuisluizen zijn opgenomen. Mogelijk staan ook nog sluizen onder andere noemers in DISK, zoals waterreguleringswerken, maar zelfs dan zal het aantal sluizen waarschijnlijk niet boven de 300 uitkomen. Waarschijnlijk missen een groot aantal kleinere sluizen, zoals inlaatsluizen, in het overzicht in DISK, terwijl deze wel in de BGT staan.

Voor de civiele kunstwerken van provincies, gemeenten en waterschappen is primair uitgegaan van de aantallen in de BGT van deze bronhouders eind 2019. Alleen bij provincies is hiervan gedeeltelijk afgeweken, omdat het EIB in het kader van eerder onderzoek heeft geïnventariseerd hoeveel beweegbare bruggen in beheer zijn bij provincies⁴.

De informatie uit de BGT is niet compleet voor verschillende uitsplitsingen, omdat een deel van de relevante informatie optioneel is. Van overbruggingsdelen⁵ is niet altijd bekend of het beweegbaar is en van welk materiaal het gemaakt is. De onbekende overbruggingsdelen zijn per type opdrachtgever op basis van de aandelen van de bekende overbruggingsdelen verdeeld naar categorie. Wanneer bijvoorbeeld 50% van de bekende objecten bij provincies een betonnen brug betreft, is ook bij de onbekende objecten verondersteld dat 50% daarvan een betonnen brug is.

In de BGT wordt ook geen onderscheid gemaakt in het aantal tunnels en het aantal onderdoorgangen, omdat beide typen als tunneldeel kan worden aangemerkt. Doordat de materiaalstromen van beiden wel wezenlijk anders zijn, is er ervoor gekozen om deze uit te splitsen op basis van het aantal tunnels en onderdoorgangen bij RWS en ProRail. Volgens data van RWS en ProRail betreft het aandeel tunnels ongeveer een tiende van het totaal aantal tunnels en onderdoorgangen. Dit kengetal is ook voor de andere type opdrachtgevers aangenomen.

Voor assets in beheer van ProRail is uitgegaan van aangeleverde areaalinformatie.

Riolering

Het rapport ‘Het nut van stedelijk waterbeheer – monitor gemeentelijk watertaken 2016’ geeft aan hoeveel kilometer riolering er op 1 januari 2016 was. Sindsdien is deze informatie niet meer geüpdatet, waardoor het EIB de stand per 1 januari 2020 geschat heeft. De stand in 2020 is een optelling van het aantal kilometer op 1 januari 2016, het aantal kilometer buis dat door nieuwbouw is toegevoegd en het aantal kilometer dat door het splitsen van gemengde riolering bij de voorraad komt:

- De toename van het aantal kilometer vrijval riolering door nieuwbouw is een extrapolatie van het gemiddelde aantal kilometer riolering per nieuwbouwwoning in de periode 2010-2016: circa 19 meter per nieuwbouwwoning.
- Voor vrijval riolering is het aantal kilometer dat is toegevoegd door splitsing gebaseerd op het aantal kilometer riolering dat verbeterd is in de periode 2016-2019. Hiervoor is de ontwikkeling van het vervangen van bestaande riolering in de periode 2006-2016 geëxtrapoléerd (zie paragraaf 2.3).
- Voor mechanische riolering lijkt het verband met het totaal aantal opgeleverde nieuwbouwwoningen minder sterk. Om deze reden is gekozen om het gemiddelde

⁴ Het aantal beweegbare bruggen is gebaseerd op openbare informatie van tien verschillende provincies en een bijschatting van de resterende twee provincies. Voor de overige type bruggen is dezelfde methodiek als bij waterschappen en gemeenten aangehouden.

⁵ Alle viaducten en bruggen zijn overbruggingsdelen.

aantal kilometer nieuwe mechanische riolering per jaar in de periode 2010-2016 te hanteren voor de periode 2016-2019.

Kustverdediging

Het aantal kilometer waterkeringen in Nederland is gebaseerd op het aantal kilometer waterkeringen bij RWS volgens NIS op 1 januari 2020 en het aantal kilometer waterkeringen bij waterschappen in 2020 volgens het Waterschap Analyse- en verbeterstelsel (WAVES). Hierbij is een uitsplitsing gemaakt tussen primaire (beschermen tegen water van buitenaf) en regionale/overige waterkeringen.

Spoor

Bij sporen is onderscheid gemaakt tussen kilometers spoor van ProRail en kilometers spoor van de vervoersbedrijven van de vier grote steden (tram- en metrospoor). Het aantal kilometer spoor van ProRail is afgeleid uit het jaarverslag van ProRail over 2019.

De informatie over de spoorlengte van de vervoersbedrijven van de vier grote steden is afgeleid uit interviews, e-mailcontact met de vervoersbedrijven en andere openbare informatiebronnen. Voor Amsterdam en Rotterdam is deze informatie van het vervoersbedrijf verkregen. Voor Den Haag en Utrecht zijn openbare informatiebronnen gebruikt, zoals het rapport 'Audit BOV-kosten lokaalspoor vervoerregio's' van Mott MacDonald.

Gemalen en zuiveringsinstallaties

Voor rioolgemalen is een vergelijkbare methodiek als bij riolering aangehouden, omdat beschikbare informatie afkomstig is van dezelfde bronnen. De extrapolatie tussen 2016 en 2020 gaat uit van een vergelijkbare toename per kilometer vrijverval riolering als in de periode 2010-2016.

Het aantal oppervlaktegemalen is afkomstig van WAVES. Hierbij zijn de categorieën poldergemalen die uitslaan op boezemwateren of buitenwateren, boezemgemalen en overige gemalen bij elkaar opgeteld voor het jaar 2020. Er is weinig informatie bekend over oppervlaktegemalen in beheer van andere instanties dan waterschappen; dit aantal lijkt echter beperkt.

Het aantal zuiveringsinstallaties betreft de voorraad rioolwaterzuiveringsinstallaties in 2019 zoals gerapporteerd door het CBS.

2.2 Uitbreidingsnieuwbouw

Er is onderscheid gemaakt tussen uitbreidingsnieuwbouw en vervangende nieuwbouw. Dit onderscheid is van belang omdat uitbreidingsnieuwbouw alleen een vraag naar materialen met zich meebrengt, waar vervangende nieuwbouw zowel vraag naar als aanbod van materialen creëert. Onder uitbreidingsnieuwbouw valt alle nieuwbouw die niet gepaard gaat met vervanging van een ouder gww-asset⁶.

De eerste benaderingswijze die was beoogd, was het inventariseren van de data van de BGT: door de voorraad van 2019 af te trekken van 2020 zou de uitbreidingsnieuwbouw kunnen worden vastgesteld. Bij het uitvoeren van deze analyse bleek dat de hier uitgekomen productie bij veel type bronhouders vijf of tien keer groter was dan op basis van andere bronnen verwacht mag worden. Om deze reden is gekozen voor andere methoden om uitbreidingsnieuwbouw te bepalen die onderstaand per asset nader worden toegelicht.

Wegen en verhardingen

Voor RWS is de uitbreiding van het wegennet bepaald aan de hand van het verschil in oppervlakte van het wegennet in NIS op 1 januari 2020 ten opzichte van 1 januari 2019. Gezien de samenstelling van de voorraad is verondersteld dat de uitbreiding volledig uit asfaltwegen bestaat.

⁶ Zie paragraaf 2.3 voor vervangende nieuwbouw

Voor de uitbreiding van provinciale, waterschaps-, gemeentelijke wegen en fietspaden⁷ is uitgegaan van het verschil in de voorraad tussen 2019 en 2020 van het CBS. Hierbij is het verschil in kilometer weglengte aangegeven. Voor materiaalstromen zijn oppervlakten echter van belang. Om deze reden zijn wegbreedtes aangenomen die zijn gebruikt om te komen tot het oppervlakte weg dat aan de voorraad is toegevoegd:

- Voor provinciale wegen en gemeente- en waterschapswegen is uitgegaan van de ingeschatte rijbaanbreedte van nieuwe wegen in 2016, afkomstig van het rapport 'De landing van de Nederlandse Asphaltmarkt?'. Dit komt neer op een gemiddelde breedte van 10 meter bij provinciale wegen en gemiddeld 6,5 meter breed bij gemeente en waterschapswegen.
- Voor fietspaden is uitgegaan van een gemiddelde aanbevolen breedte van 2,5 meter voor een enkelzijdig fietspad⁸.

Net als bij rijkswegen is voor provinciale wegen uitgegaan van uitbreiding uitsluitend door middel van asfalt. Voor gemeente- en waterschapswegen en fietspaden is de verhouding gebaseerd op de ontwikkeling naar type verharding in de BGT tussen 1 januari 2019 en 1 januari 2020. Deze verhouding is vervolgens gehanteerd om de toename van de voorraad te classificeren. Voor gemeente- en waterschapswegen komt uit de analyse dat 50% van de nieuwe wegen uit asfalt bestaat, 15% uit gebakken klinkers, 25% uit betonklinkers en 10% overige verharding⁹. Voor fietspaden is 60% van de nieuwe wegen asfalt, 15% is klinkers en bestaat de overige 25% uit andere verhardingen.

Over de aanleg van voetpaden is zeer weinig bekend. Om deze reden is aangenomen dat de ontwikkeling gelijk loopt met de ontwikkeling van gemeente- en waterschapswegen. Een toename van de voorraad van 1% van gemeente- en waterschappen leidt in de benadering tot een stijging van de voorraad aan voetpaden met 1%. Hiermee wordt impliciet verondersteld dat de hoeveelheid voetpaden per gemeentelijke weg gelijk is aan het verleden.

Civiele constructies van RWS en Prorail

Voor civiele constructies in beheer van RWS is voor de uitbreidingsnieuwbouw van civiele kunstwerken uitgegaan van het verschil tussen het aantal objecten dat nieuw is gebouwd en het aantal objecten dat is gesloopt op basis van DISK, aangezien dit aantal nieuwbouw zonder sloop (dus uitbreidingsnieuwbouw) betreft.

Het aantal nieuw gebouwde en gesloopte objecten is geïdentificeerd door de lijst van kunstwerken op 1 januari 2019 met 1 januari 2020 te vergelijken op basis van de variabele 'KW_code'¹⁰. Voor sluizen is in aanvulling hierop de uitbreidingsnieuwbouw opgehoogd, omdat de voorraadcijfers in DISK incompleet zijn (zie paragraaf 2.1). De ontwikkeling van het aantal spui- en schutsluizen vormt hiervoor de basis, omdat deze type sluizen naar verwachting wel compleet in DISK staan. Het totaal aantal sluizen zou volgens de BGT ruim drie keer zo groot zijn als het aantal spui- en schutsluizen in DISK en daarmee zou het voor de hand liggen om de uitbreidingsnieuwbouw van sluizen een factor drie hoger in te schatten. Op basis van deze benadering zou de uitbreidingsnieuwbouw 6 sluizen bedragen. Aangezien de uitbreidingsnieuwbouw van spui- en schutsluizen met 2 in 2019 relatief hoog was ten opzichte van 2020 (0) en 2018 (een afname van 1 sluis zonder nieuwbouw), is de nieuwbouw van 6 gehalveerd naar 3.

Voor constructies in bezit van ProRail is de uitbreidingsnieuwbouw gebaseerd op de aangeleverde areaalinformatie, waarin is aangegeven wat er in 2019 is aangelegd. Onbekend is echter welk deel hiervan ter vervanging van een gesloopt object is, en welk deel daarmee uitbreiding en welk deel vervanging vormt. Het aantal objecten dat ter uitbreiding van de

⁷ Bij fietspaden is aangesloten bij de maatwerktabel van het CBS voor de Fietsersbond. De productie is gebaseerd op het verschil in aantal kilometer (brom)fietspaden langs wegen, solitaire (brom)fietspaden, fietsstraten en pedelecpaden op 1 januari 2020 en 1 januari 2019.

⁸ Dit is gebaseerd op de aanbevolen fietspadbreedte voor een éénrichting fietspad. Zie bijvoorbeeld: <https://static.betoninfra.nl/assets/Kennis/Archief/Fietspaden/veilige-breedte-van-fietspaden.pdf?v=1557133047>.

⁹ Overige verharding valt buiten de scope van dit onderzoek en is niet meegenomen voor de materiaalstromen en de milieu-impact. Overige verharding betreft voornamelijk zandwegen bij gemeenten en cementbeton bij fietspaden.

¹⁰ Indien een code in de lijst van 2020 wel voorkomt, maar niet in de lijst van 2019 dan is er sprake van nieuwbouw. Indien een code niet voorkomt in de lijst van 2020, maar wel in de lijst van 2019 dan is er sprake van sloop.

voorraad dient, is bepaald door de verwachte sloop van de totale nieuwbouw af te trekken. De verwachte sloop van ProRail assets wordt in paragraaf 2.3 behandeld.

Civiele constructies overige overheden

Van de uitbreidingsnieuwbouw van civiele kunstwerken voor provincies, waterschappen en gemeenten is weinig bekend. Om deze reden is de aanname gehanteerd dat een verband bestaat tussen het aantal kilometer weg dat is aangelegd en de hoeveelheid kunstwerken die voor de uitbreiding nodig zijn, met uitzondering van sluizen en assets van waterschappen. Van alle wegen is bij het CBS bekend met hoeveel de weglengte is toegenomen. Daarnaast is bekend met hoeveel procent de voorraad van verschillende civiele kunstwerken is toegenomen bij RWS. Door deze verhoudingen (uitbreiding van kilometer weg ten opzichte van aantal kunstwerken per kilometer weg) aan elkaar te relateren is tot de uitbreiding van civiele constructies voor overige overheden gekomen. Omdat het moment dat het CBS een weg opneemt in statistieken niet overeen hoeft te komen met het moment dat bij RWS een kunstwerk wordt toegevoegd, is voor dit onderzoek gewerkt met een driejaarsgemiddelde voor de toename van civiele kunstwerken.

In de periode 2018-2021 namen de aantallen civiele kunstwerken bij RWS als volgt toe per jaar:

- betonnen bruggen: 1,3%
- viaducten: 0,6%
- stalen bruggen: 0,3%
- beweegbare bruggen: 0%
- tunnels: 2,1%
- onderdoorgangen: 1,1%
- Houten bruggen: onbekend, uitbreidingspercentage is gelijkgesteld met betonnen bruggen

De wegutbreiding volgens het CBS bedroeg in 2019 0,84% voor RWS, 0,65% voor gemeente- en waterschapswegen en 0,05% voor provinciale wegen. De algemene berekening die is gebruikt voor de uitbreidingsnieuwbouw van gemeenten en provincies is als volgt: het uitbreidingspercentage wegen van bijvoorbeeld gemeenten, gedeeld door het uitbreidingspercentage wegen van RWS maal het groeipcentage van een civiel kunstwerk bij RWS. Voor bijvoorbeeld betonnen bruggen bij gemeenten resulteert dit in uitbreidingsnieuwbouw van circa 1% van de voorraad ($0,65\%/0,84\% \cdot 1,3\%$).

Omdat de procentuele toename van de wegovorraad bij provincies relatief laag was in 2019 en hoger was in de voorgaande jaren, is dit percentage gecorrigeerd. Daarnaast is rekening gehouden met de toename van het aantal civiele kunstwerken in de provincie Overijssel, waarvan data beschikbaar was. Voor de berekening is de toename van de wegen verondersteld op het niveau van 0,5%, wat een uitbreiding van de voorraad van 14 civiele kunstwerken in 2019 impliceert ten opzichte van 11 bij de provincie Overijssel in twee jaar tijd. Dit impliceert dat bijna de helft van de uitbreiding van de voorraad in 2019 in Overijssel heeft plaatsgevonden.

Voor waterschappen is het minder aannemelijk om de uitbreidingsnieuwbouw van civiele kunstwerken te relateren aan de uitbreiding van het wegennet. Daarnaast neemt het aantal waterschapswegen mogelijk af door het overdragen van wegen aan gemeenten¹¹, zodat waterschappen zich meer kunnen concentreren op hun hoofdtaken. In dit onderzoek is aangenomen dat het uitbreidingspercentage van waterschappen de helft bedraagt van dat van gemeenten. Deze aanname kent echter veel onzekerheid; vervolgonderzoek zou meer duidelijkheid kunnen verschaffen over de uitbreiding van constructies van waterschappen.

Bij sluizen van alle opdrachtgevers is het gemiddelde uitbreidingspercentage van RWS bij schut- en spuisluizen overgenomen (0,2% in de periode 2018-2021), omdat er geen specifieke redenen zijn om aan te nemen dat dit percentage hoger of lager ligt bij andere overheden en geen feitelijke informatie beschikbaar was.

¹¹ Zie bijvoorbeeld: <https://www.hhnk.nl/wegenoverdracht-west-friesland/>.

Riolering

De uitbreidingsnieuwbouw van riolering is gebaseerd op de ontwikkeling in de periode 2010-2016 die RioNed in verschillende rapporten heeft gerapporteerd¹². De uitbreidingsnieuwbouw voor vrijvervalriolering is geëxtrapoleerd op basis van het aantal opgeleverde nieuwbouwwoningen (circa 19 meter per nieuwbouwwoning, zie ook paragraaf 2.1)¹³. Bij mechanische riolering is de gemiddelde jaarlijkse toename in de periode 2010-2016 aangehouden, omdat het verband met het aantal opgeleverde nieuwbouwwoningen minder sterk is en sinds 2010 jaarlijks relatief stabiel toeneemt.

Kustverdediging

Het aantal kilometer nieuwe primaire waterkeringen in Nederland is gebaseerd op het verschil in de voorraad tussen 2019 en 2020 in NIS en in WAVES. Hieruit kwam dat het aantal kilometer primaire waterkeringen met circa 1 kilometer is toegenomen door een project waar een extra dijk wordt gebouwd bij een al bestaande dijk.

Bij de ontwikkeling van regionale/overige waterkeringen is niet geheel duidelijk of extra kilometers dijk zijn toegevoegd of verwijderd door de waterschappen. De cijfers in WAVES zijn bij de meeste waterschappen stabiel, maar verschillen bij een klein aantal waterschappen sterk met het voorgaande jaar, waardoor het onduidelijk is of dit administratief van aard is of dat er daadwerkelijk gesloopt of gebouwd is. Onze inschatting hierbij is dat de meeste van deze wijzigingen administratief van aard zijn en dat er dus geen regionale/overige waterkeringen zijn toegevoegd. Door RWS zijn geen regionale/overige waterkeringen toegevoegd of gesloopt in 2019.

Sporen

Volgens het jaarverslag van ProRail is het aantal kilometer spoor in beheer bij ProRail in 2019 afgenomen en deze afname is als sloop zonder vervanging in deze studie geregistreerd. Deze afname is te verklaren door het verwijderen van ongebruikt spoor.

Bij de OV-bedrijven van de vier grote steden is de voorraad in 2019 wel toegenomen. De uitbreiding van het spoornetwerk van GVB en RET is gebaseerd op de informatie die deze bedrijven hebben aangeleverd aan het EIB. Bij HTM en U-OV is deze toename gebaseerd op basis van openbare informatie over enkele projecten die zijn opgeleverd. Bij HTM gaat het om het project Lansingerland en bij U-OV om de Uithoflijn.

Gemalen en zuiveringsinstallaties

Bij rioolgemalen is de uitbreidingsnieuwbouw gelijk aan het gemiddeld aantal rioolgemalen dat volgens RioNed per jaar is bijgebouwd in de periode 2009-2016. Hierbij is ook verondersteld dat de relatieve stijging gelijk is bij zowel waterschappen als gemeenten.

De toename van het aantal oppervlaktegemalen is gebaseerd op het aantal openbare aanbestedingen voor gemalen van waterschappen. Dit zijn er ongeveer 10 per jaar.

De ontwikkeling van rioolzuiveringsinstallaties is gebaseerd op het verschil in het aantal rioolzuiveringsinstallaties in 2019 en 2020 volgens het CBS. Dit betekende per saldo een afname van het aantal rioolwaterzuiveringsinstallaties.

2.3 Vervangingsnieuwbouw

Naast uitbreiding van de voorraad worden ook assets gesloopt ter vervanging reeds bestaande assets, omdat de gesloopte assets niet meer voldoen aan de eisen die er aan worden gesteld. In de praktijk vindt sloop zonder nieuwbouw vrijwel niet plaats. Bij de berekeningen van de vervangingsnieuwbouw is niet expliciet meegenomen dat er ook assets zijn die gesloopt worden zonder dat deze vervangen worden. De sloop is daarmee gelijk aan de vervangingsnieuwbouw.

¹² Zie bijvoorbeeld het rapport 'Het nut van stedelijk waterbeheer – monitor gemeentelijk watertaken 2016' en het rapport 'Riolering in beeld – benchmark rioleringszorg 2013'.

¹³ Uitbreiding door splitsing is meegenomen bij vervangingsnieuwbouw.

Uit het onderzoek is gebleken dat er zeer weinig informatie beschikbaar is over nieuwbouw en sloop in het algemeen, waardoor de vervangingsnieuwbouw voor veel assets en opdrachtgevers in 2019 alleen benaderd kan worden door middel van aannames. Voor de meeste assets is de leeftijd van de verschillende assets en de levensduur van assets het uitgangspunt, waarbij een asset aan het eind van de levensduur wordt vervangen. Deze benadering leidt voor de meeste assets tot een inschatting van een percentage van de voorraad dat jaarlijks gesloopt (en dus vervangen) wordt. Voor de assets en opdrachtgevers waarvan geen leeftijdsverdeling van de voorraad of sloopfracties¹⁴ naar leeftijd bekend zijn, worden afwijkende berekeningen en aannames gemaakt. In onderstaande tabel is een overzicht te zien van de sloopfracties per asset en naar enkele opdrachtgevers. In de tekst die daarna volgt, wordt uitgelegd hoe deze sloopfracties/vervangingspercentage zijn vastgesteld. In de regel geldt dat de sloop van RWS en ProRail gebaseerd zijn op feitelijke realisaties in 2019 en voor overige overheden is berekend op basis van sloopfracties en leeftijdsverdeling van de voorraad.

Tabel 2.1 Aandeel van de voorraad dat in 2019 gesloopt is

	RWS	ProRail	Overige overheden
Asfaltwegen ¹	2%	-	2%
Gebakken klinkerwegen	2%	-	2%
Betonnen klinkerwegen	2,5%	-	2,5%
Voetpaden	-	-	2,2%
Betonnen bruggen ²	0,6%	-	0,5%
Stalen bruggen	1,8%	0,1%	0,4%
Houten bruggen	-	-	1,6%
Beweegbare bruggen	0,6%	0%	0,4%
Viaducten ²	0,5%	0,2%	0,6%
Tunnels	0%	0%	0,5%
Onderdoorgangen	0,7%	0,5%	0,5%
Sluizen	0,8%	-	0,6%
Vrijerval riolering	-	-	1,2%
Mechanische riolering	-	-	0,1%
Primaire waterkeringen ³	0%	-	0,4%
Secundaire/overige waterkeringen ³	1,2%	-	1,2%
Spoor	-	2,2%	2,8%
Rioolgemalen	-	-	0,3%
Oppervlaktegemalen	-	-	0,2%
Zuiveringsinstallaties	-	-	3,2%

¹ Bij fietspaden van asfalt is een sloopperscentage van 1,9% gehanteerd

² Bij ProRail kon geen onderscheid gemaakt worden tussen bruggen en viaducten en alles is onder viaducten geplaatst

³ Bij waterkeringen gaat het om dijkversterking in plaats van sloop

Bron: EIB

¹⁴ Per leeftijdscategorie zijn sloopfracties (het jaarlijks aandeel dat binnen een leeftijdscategorie wordt gesloopt) berekend.

Wegen en verhardingen

Met betrekking tot de leeftijdsopbouw van wegen en de leeftijd waarop wegen in de praktijk worden vervangen is relatief weinig bekend. Uit de interviews kwam naar voren dat de leeftijd waarop een weg wordt vervangen sterk uiteen kan lopen. Zo worden sommige wegen al na 20 jaar vervangen en anderen pas na 80 jaar. Geschat wordt dat asfaltwegen gemiddeld na 45 jaar aan vervanging toe zijn¹⁵. Bij gelijkmatige leeftijdsopbouw¹⁶ van de voorraad zou dit betekenen dat per jaar 2,25% (1/45) van de voorraad vervangen zou worden. Het aanhouden van dit vervangingspercentage in combinatie met de uitbreidingsnieuwbouw en groot onderhoud aan deklagen zou leiden tot een hoeveelheid asfalt dat dichtbij de daadwerkelijke hoeveelheid asfalt ligt die er volgens de branche is verbruikt in Nederland. Aangezien er ook voor assets buiten de scope asfalt wordt gebruikt, zoals privéterreinen en parkeerplaatsen, lijkt dit een overschatting. Hierom is besloten om de vervangingspercentage lager in te schatten¹⁷. Voor deze correctie is gekozen omdat het feitelijke vervangingspercentage het minst zeker is: de uitbreidingsnieuwbouw wordt geadministreerd door het CBS. Naar de levensduren van deklagen (groot onderhoud) is onderzoek gedaan, waardoor het groot onderhoud in deze studie een goede basis kent (zie paragraaf 2.4). Daarbij is de onzekerheid rondom de levensduur van tussen- en onderlagen (van belang bij vervanging) groter dan die van deklagen (groot onderhoud) die vaker vervangen worden.

Op basis van bovenstaande analyse schat het EIB het jaarlijks vervangingspercentage van wegen op 2% van de voorraad. Aangezien veel fietspaden relatief nieuw zijn, is het aannemelijk dat het vervangingspercentage enigszins lager ligt. In deze studie is een sloopfractie van 1,9% gehanteerd.

Bij klinkerwegen is ingeschat hoe groot de oppervlakte van wegen is dat per jaar opnieuw bestraat moet worden. Volgens een geïnterviewde partij rekenen gemeenten met een levensduur van tussen de 30 en 35 jaar rekenen voordat een klinkerweg opnieuw bestraat moet worden. Bij een gelijkmatige leeftijdsopbouw van de voorraad komt dit neer op een jaarlijks vervangingspercentage van circa 3% van de voorraad. In de gemeente Rotterdam is in 2019 circa 2,25% van de klinkerwegen opnieuw bestraat. Bij gebrek aan meer informatie is voor dit onderzoek met een kengetal van 2,25% gerekend. Hierbij is verondersteld dat er relatief minder gebakken klinkerwegen worden vervangen dan betonnen klinkerwegen, omdat uit interviews naar voren is gekomen dat gebakken klinkerwegen in de afgelopen decennia vaker zijn toegepast in nieuwe wegen dan in voorgaande decennia. Als gevolg hiervan zijn is de voorraad gebakken klinkerwegen jonger en zijn minder gebakken klinkerwegen aan vervanging toe. Het jaarlijks vervangingspercentage gebakken klinkerwegen is geschat op 2% van de voorraad en het vervangingspercentage betonnen klinkerwegen op 2,5% van de voorraad.

De vervanging van voetpaden is verondersteld gelijk te lopen met de vervanging van asfaltwegen en klinkerwegen. Hierbij is gekozen voor een vervangingspercentage dat gelijk is aan een gewogen¹⁸ vervangingspercentage van asfalt en klinkerwegen. Uit deze berekening komt een vervangingspercentage van circa 2,2% ($0,58 \cdot 2\% + 0,12 \cdot 2\% + 0,3 \cdot 2,5\%$) voor voetpaden uit.

Civiele constructies

Voor constructies in beheer van RWS is de vervangende nieuwbouw gebaseerd op het aantal gesloopte objecten volgens DISK (nieuwbouw was altijd gelijk of hoger dan het aantal gesloopte objecten). Bij sluizen was de vervangingsnieuwbouw van schut- en spuisluizen (2 volgens DISK) met één opgehoogd om te komen tot een schatting van het totaal aantal sluizen dat vervangen is. De ophoging met één komt overeen met het gemiddelde sloopaantal van spui- en schutsluizen over de periode 2018-2020 in verhouding tot de totale voorraad sluizen. Er is niet

¹⁵ Hierbij is de levensduur aangehouden van bin/base uit rapport 'LCA Achtergrondrapport voor brancherepresentatieve Nederlandse asfaltmengsels 2020' van TNO.

¹⁶ Met een gelijkmatige opbouw van de voorraad wordt bedoeld dat er geen rekening wordt gehouden met aanleggolven van wegen, waardoor de vervangingsnieuwbouw pieken of dalen over tijd kan hebben. Hiervoor is meer informatie over de leeftijd van het asfalt nodig.

¹⁷ De feitelijke hoeveelheid asfalt is afgeleid uit het rapport 'Asphalt in figures 2019' van EAPA. Daarnaast kwam uit interviews naar voren dat 3% van de asfaltproductie in Nederland voor de waterbouw bestemd is.

¹⁸ Gewogen op basis van aandeel in de voorraad van gemeente en waterschapswegen.

voor gekozen om het aantal op te hogen op basis van de verhouding vervangingsnieuwbouw van schut- en spuisluizen tot de voorraad. Dit zou leiden tot een vervangingsnieuwbouw van zes sluizen. Het aantal vervangen schut- en spuisluizen was in 2019 relatief hoog; het is niet aannemelijk dat dit voor alle type sluizen geldt.

Voor de andere opdrachtgevers is modelmatig ingeschat welk deel van de voorraad gesloopt is in 2019. Voor de leeftijdsverdeling is uitgegaan van de leeftijdsverdeling van RWS-constructies uit DISK. Deze cijfers zijn voor overige opdrachtgevers aangepast om ze in lijn te brengen met de gemiddelde leeftijd en standaarddeviatie uit het rapport 'Civiele kunstwerken in Nederland' van Bloksma en Westenberg. Dit is gecombineerd met sloopfracties per tijdvak die zijn afgeleid van de bouwjaren van gesloopte assets bij RWS in de periode 2018-2020. Hiermee wordt niet alleen rekening gehouden met sloop vanwege verouderde civiele constructies, maar ook met vervanging vanwege functieverandering. De combinatie van de omvang en de leeftijd van de voorraad met de sloopfracties leidt tot de geschatte vervangingsvraag in 2019.

Van houten bruggen zijn alleen de gemiddelde leeftijd en de standaarddeviatie bekend uit het rapport 'Civiele kunstwerken in Nederland'. Sloopfracties zijn onbekend omdat RWS geen houten bruggen in bezit heeft. Hierdoor is de voorraadverdeling met meer onzekerheid omgeven. De jaarlijkse sloopfractie die is gehanteerd, is 1,6% van de voorraad

Ook van tunnels is weinig bekend over de leeftijd waarop deze objecten gesloopt worden. De twee (fauna)tunnels die bij RWS gesloopt waren in de periode 2018-2020 waren beide in 2013 gebouwd. Deze sloop lijkt samen te hangen met functieverandering en niet met veroudering. Een andere kanttekening is dat de sloopfracties van RWS in de praktijk niet overeen hoeven te komen met sloopfracties van andere opdrachtgevers, sloopfracties van andere overheden zijn echter onbekend. Er is voor gekozen om een sloopfractie van 0,5% te hanteren. Dit leidt tot de sloop van 1 tunnel in 2019.

Voor assets in beheer van ProRail is de vervangingsvraag op basis van bovenstaande methodiek gemaximaliseerd tot de totale nieuwbouw indien het berekende aantal objecten dat gesloopt zou worden hoger zou liggen dan het aantal nieuw gebouwde objecten. In deze gevallen is de vervangingsnieuwbouw gelijk aan de totale nieuwbouw. Waar meer gebouwd is dan gesloopt, valt dit onder uitbreidingsnieuwbouw (paragraaf 2.2).

Riolering

In de eerder genoemde rapportages van RioNed is bekend hoeveel kilometer vrijverval rioolbuizen per jaar is vervangen in de periode 2006-2015. Ook is bekend hoe de leeftijdsopbouw van rioolbuizen in 2010 en 2012 was¹⁹. Op basis hiervan zijn sloopfracties voor deze periode afgeleid. Deze sloopfracties per leeftijdscategorie van rioolbuizen is vervolgens gebruikt om de hoeveelheid kilometer vrijvervalriolering in te schatten die in 2019 vervangen is. Bij vervanging van rioolbuizen zijn er drie mogelijke methoden waarop dit kan gebeuren. De eerste is het vervangen van de rioolbuizen door dezelfde type rioolbuizen. De tweede methode is het verbeteren van rioolbuizen, waarbij de oude rioolbuizen worden vervangen door een verbeterd rioolsysteem. Aangenomen is dat hierbij gemengde riolering vervangen wordt door gescheiden afvalwater en hemelwaterafvoer. De laatste mogelijkheid is dat rioolbuizen gerenoveerd worden, waarbij een oplossing wordt gevonden binnen de al reeds bestaande buis. Dit valt niet onder groot onderhoud, omdat in deze gevallen alleen materiaal wordt toegevoegd. In de periode 2013-2015 zou 40% vervanging betreffen, 40% verbetering (splitsing) en 20% renovatie²⁰, dit is ook gehanteerd voor 2019.

Ook voor mechanische riolering is bekend wat de leeftijdsverdeling van de voorraad is in 2012. Echter zijn hiervan nog geen sloopfracties bekend, omdat de voorraad jong is en er zeer beperkt gesloopt is. Ook is het onduidelijk wat de feitelijke levensduur van deze buizen is. Om toch tot een inschatting voor 2019 te komen is er gerekend met de sloopfracties van vrijverval riolering. Hieruit komt een beperkte vervangingsopgave in 2019 naar voren voor mechanische riolering.

¹⁹ RioNed. (2013). "Riolering in beeld – benchmark rioleringszorg 2013".

²⁰ RioNed. (2016). "Het nut van stedelijk waterbeheer – monitor gemeentelijk watertaken 2016"

Kustverdediging

Onder kustverdediging valt bij vervangende nieuwbouw het versterken van dijken. Hoewel dit niet hetzelfde is als het volledig vervangen van een dijk, is er in dit rapport gekozen om het in deze categorie te plaatsen. Het valt niet onder uitbreiding, omdat uitbreidingsnieubouw het aantal kilometers toegenomen dijk beschrijft. Bij groot onderhoud is sprake van verwijderen en toevoegen van elementen, wat bij kustverdediging ook niet plaats vindt. Om deze redenen lijkt vervanging de meest voor de hand liggende plek om de versterking van dijken mee te nemen.

In 2019 is voor primaire waterkeringen uit het deltaprogramma²¹ bekend hoeveel kilometer dijk is versterkt. Voor de regionale/overige waterkeringen van waterschappen is in WAVES bekend hoeveel kilometer dijk is versterkt (1,17% van de voorraad). Alleen de hoeveelheid regionale waterkeringen dat door RWS is versterkt, is onbekend. Voor de regionale waterkeringen van RWS is aangenomen dat net als bij de waterschappen 1,17% is versterkt.

Sporen

Het aantal kilometer spoor dat in 2019 is vervangen, is afgeleid van door ProRail aangeleverde cijfers, waarin het aantal kilometer spoorstaaf met aanlegjaar 2019 gehalveerd is (een spoorrails bestaat uit twee spoorstaven) om tot de vervangende nieuwbouw van treinspoor in 2019 te komen. Per saldo is de voorraad in 2019 afgenomen, waardoor al het spoor met aanlegjaar 2019 gezien kan worden als vervanging.

De vervanging van het spoornetwerk van GVB en RET is gebaseerd op de informatie die deze bedrijven hebben aangeleverd aan het EIB. Bij HTM is de vervanging van sporen gebaseerd op openbare informatie van HTM over spoorwerkzaamheden²². In totaal zijn hiervoor vier projecten meegenomen. De vervangingswerkzaamheden van U-OV zijn niet via openbare bronnen of contact met U-OV achterhaald. Voor Utrecht is de hoeveelheid kilometer berekend op basis van de verhouding van vervangingswerkzaamheden ten opzichte van de voorraad van de andere drie vervoersdiensten. Dit kwam neer op een vervangingsnieubouw van circa 1,5 kilometer bij U-OV op basis van de sloopfractie van 2,8% van de overige vervoersbedrijven.

Gemalen en zuiveringsinstallaties

Informatie over het aantal rioolgemalen en oppervlaktegemalen dat vervangen is, is zeer schaars. Voor rioolgemalen was wel voldoende informatie beschikbaar om een vergelijkbare methodiek te kiezen als bij civiele constructies. Hierbij is de leeftijdsverdeling van vrijvervalriolering als proxy voor rioolgemalen aangehouden. Door de kortere levensduur van vrijvervalriolering zou dit mogelijk tot een onderschatting van het aantal oudere rioolgemalen kunnen leiden, maar betere informatie is niet voor handen. Met betrekking tot de sloopfracties per tijdvak zijn deze overgenomen van betonnen bruggen, omdat deze naar verwachting een vergelijkbare levensduur hebben. Voor oppervlaktegemalen was niet genoeg informatie beschikbaar over de leeftijdsverdeling van de voorraad om een vergelijkbare methodiek te hanteren. Wel heeft het bedrijf TAUW, dat advies en ingenieursdiensten levert, een projecten-overzicht van gemalen online²³ staan met daarin specificaties van werkzaamheden in recente jaren. In dit overzicht zijn bijna net zo veel oppervlaktegemalen vervangen als bijgebouwd ter uitbreiding. Om deze reden is aangenomen dat het aantal vervangen oppervlaktegemalen gelijk is aan het aantal oppervlaktegemalen ter uitbreiding van de voorraad.

Het aantal vervangen zuiveringsinstallaties is gebaseerd op een inschatting van het totaal aantal gesloopte zuiveringsinstallaties uit een gesprek met een sloopbedrijf (10). In combinatie met voorraadstatistieken van het CBS is achterhaald hoeveel van deze installaties vervangen zijn: het CBS rapporteert de voorraad, waaruit blijkt hoeveel de voorraad is afgenomen.

²¹ Ministeries van I&W, LNV en BZK. (2020). "Deltaprogramma 2021 – Koersvast werken aan een klimaatbestendig Nederland".

²² Zie bijvoorbeeld: https://www.htm.nl/werkzaamheden/projecten/project-detail?tx_htmcontentelement%5bproject%5d=219&cHash=2aa0a97dd486ed315eec03f9e35028e1.

²³ Tauw (2021). "Gemalen ontwerp, advies & inspectie - projectenoverzicht".

2.4 Groot onderhoud

Over groot onderhoud in de gww is zeer weinig bekend op landelijk niveau. Er wordt niet geadministreerd welke werkzaamheden wanneer hebben plaatsgevonden, waardoor het onmogelijk is om vast te stellen welke werkzaamheden in 2019 hebben plaatsgevonden en welke materiaalstromen hiermee gepaard gaan²⁴ in het kader van groot onderhoud en/of reconstructie. Om deze reden is gekozen voor een modelmatige benadering. Dit houdt in dat de in het rapport gepresenteerde groot onderhoudscijfers modelmatige uitkomsten betreffen en niet feitelijke cijfers en materiaalstromen van 2019. De uitkomsten geven weer wat op basis van leeftijden van assets, leeftijden van elementen van de assets en levensduren van deze elementen verwacht mag worden aan groot onderhoud.

Vervanging van een element van een asset kan een of meerdere keren plaatsvinden gedurende de levensduur van de totale asset. In deze studie zijn voor groot onderhoud onderdelen meegenomen die een kortere levensduur hebben dan de levensduur van de totale constructie. Voor het vaststellen van de productie die samenhangt met groot onderhoud is de methodiek vergelijkbaar met die van vervanging van hele assets, waarbij de levensduur van de onderdelen en de leeftijdsverdeling van de voorraad de basis is. Voor levensduren van onderdelen is geput uit de beschikbare profielen van onder andere de provincie Noord-Holland en RWS. Voor de assets waarvan de leeftijdsverdeling van de voorraad niet bekend is, zijn afwijkende aannames geformuleerd. Onderstaand wordt per asset ingegaan welke onderdelen zijn meegenomen voor groot onderhoud en hoe dit berekend is.

Wegen

Bij wegen zijn drie onderdelen meegenomen die onder groot onderhoud vallen: deklagen, markering en verlichting. Op basis van de voorraad van asfaltwegen en de levensduur van deklagen is berekend hoeveel m² deklaag er in 2019 naar schatting is vervangen. De levensduur van deklagen naar type weg is afgeleid uit het rapport 'De landing van de Nederlandse Asfaltmarkt?'. Volgens dit rapport zou de deklaag van rijkswegen circa 12 jaar meegaan, die van provinciale wegen 14 jaar en die van gemeentelijke wegen 16 jaar. Alleen voor fietspaden staan geen kengetallen in het rapport en voor fietspaden is verondersteld dat de levensduur van de deklaag gelijk is aan die van gemeentewegen. Bij de berekening is aangenomen dat het aandeel van de wegen waarvan de deklaag in 2019 vervangen is, gelijk is aan 1 / levensduur van de deklaag. Dit impliceert dat deklagen gelijkmatig over tijd vervangen worden. Bij het vervangen van de deklaag wordt ook de markering vervangen²⁵.

Het derde onderdeel dat is meegenomen bij wegen is de verlichting van alle wegen. Doordat niet alle wegen verlichting hebben, moet in aanvulling tot de levensduur (30 jaar) ook worden ingeschat welk deel van de wegen verlicht zijn. Volgens een maatwerktabel van het CBS zou meer dan de helft van de fietspaden goed verlicht zijn en is daarnaast 15% gedeeltelijk verlicht. Hiermee heeft bijna twee derde van de fietspaden verlichting. Bij gemeentewegen is dezelfde verhouding als bij fietspaden aangehouden. Voor rijkswegen is aangenomen dat deze allemaal voorzien zijn van verlichting. Voor provinciale wegen is het aandeel verlichte wegen gebaseerd op een relatief oud rapport van de provincie Noord-Holland²⁶. Bij de provincie Noord-Holland was circa een derde van de voorraad verlicht in 2005.

Bruggen en viaducten

Bij bruggen en viaducten worden onderdelen met betrekking tot de weg niet meegenomen. Deze weggedelen zijn meegenomen onder 'wegen'; wanneer ze ook bij bruggen en viaducten meegenomen zouden worden, zou dit tot dubbeltelling leiden. De meeste onderdelen van bruggen en viaducten hebben een levensduur gelijk aan het totale object. Hierop bestaan twee uitzonderingen: talusbekleding en elektrische installaties. Doordat elektrische installaties

²⁴ Deze bevinding wordt gedeeld in gesprekken. Partijen, zoals de provincie Noord Holland, bevestigen dit beeld en hebben bij eigen ramingen voor eenzelfde aanpak gekozen als hier beschreven.

²⁵ Markering wordt waarschijnlijk vaker vernieuwd. Dit valt onder klein onderhoud en is niet meegenomen in de studie.

²⁶ Provincie Noord-Holland (2005). "Waarom brandt het licht hier? – Openbare verlichting op provinciale wegen in Noord-Holland".

buiten de scope van dit onderzoek vallen, is alleen het aantal bruggen/viaducten waar de taludbekleding is vervangen, meegenomen.

De levensduur van taludbekleding is 25 jaar. Dit zou in theorie betekenen dat van bruggen die gebouwd zijn in 1994, 1969, 1944 en 1919 de taludbekleding vervangen zou moeten worden. Omdat de exacte leeftijdsverdeling van de taludbekleding niet bekend is en taludbekleding zowel eerder als later vervangen kan worden, is gerekend met tijdvakken. Zo is aangenomen dat bij een tiende van de bruggen met de bouwjaren 1990-2000, 1960-1970 en 1940-1950 de taludbekleding vervangen wordt. Daarnaast wordt voor de tijdvak 1900-1920 uitgegaan van een twintigste en wordt bij bruggen ouder dan 1900 uitgegaan van 4% (1/25) van de bruggen.

Tunnels kennen geen reconstructieactiviteiten, omdat de levensduren van de elementen overeen komen met de levensduren van de totale asset.

Sluizen

Voor sluizen vindt er groot onderhoud plaats aan de bestrating/geplaatste bakstenen (levensduur 25 jaar), de verlichting (levensduur 50 jaar) en de sluisdeuren (levensduur 30 jaar). Dezelfde methode met tijdvakken per onderdeel is gehanteerd als bij bruggen en viaducten.

Spoor

Voor zowel het spoor van ProRail als het spoor van de vier lokale vervoersbedrijven is het vervangen van ballast meegenomen als groot onderhoud. Bovenleidingen, wissels en dergelijke vallen buiten de scope van het onderzoek. Aangenomen is dat metro en lightrail uit ballastspoor bestaat en dat tramsporen geen ballast hebben. Volgens RET zou elke tien jaar een laag van 5 cm aan ballast worden toegevoegd en dat het ballastspoor gemiddeld 4,5 meter breed is. Vanuit deze kentallen is de kubieke meter aan ballast berekend dat voor metro en lightrail nodig zou zijn in 2019, uitgaande van een evenredige verdeling over de jaren. Voor ProRail is niet bekend hoeveel ballast er per jaar wordt aangevuld. Om deze reden zijn dezelfde kengetallen gehanteerd, waarbij al het spoor van ProRail als ballastspoor is aangemerkt.

Gemalen

Het belangrijkste onderdeel dat bij reconstructie van gemalen vervangen wordt, zijn de pompen. Daarnaast worden bij rioolgemalen ook plaatafsluiters en bij oppervlaktegemalen ook het hekwerk tussendoor vervangen. Voor al deze elementen staat een levensduur van 50 jaar. Om dezelfde methodiek als bij bruggen/viaducten en sluizen te gebruiken, is verondersteld dat de leeftijdsverdeling van rioolgemalen gelijk is aan de leeftijdsverdeling van vrijvervalriolering. Op basis hiervan is het aantal pompen en plaatafsluiters berekend worden dat jaarlijks wordt vervangen.

Van oppervlaktegemalen is de leeftijdsverdeling niet bekend. De gemiddelde leeftijd van oppervlaktegemalen is wel hoger dan die van rioolgemalen, aangezien oppervlaktegemalen al gebouwd werden voordat het grootste deel van het riool is aangelegd. Als resultaat worden meer onderdelen van oppervlaktegemalen vervangen dan van rioolgemalen. Het is aangenomen aantal oppervlaktegemalen met een reconstructie gelijk is aan 1/50.

3 Productie- en sloopbeeld B&U 2019

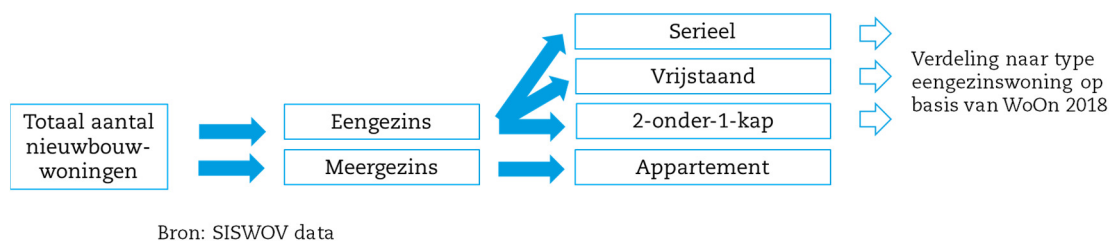
3.1 Methodiek woningbouw

Nieuwbouw

Als basis voor de woningniewbouw zijn de aantallen nieuw gebouwde meergezins- en eengezinswoningen uit SYSWOV²⁷ gehanteerd. Om de woningniewbouw te kunnen koppelen aan de gebouwprofielen en zo tot de materiaalstromen te komen, dient het nieuwbouwbeeld echter verder te worden verfijnd naar type eengezinswoning en te worden omgezet naar m².

SYSWOV maakt geen onderscheid in de aantallen nieuwbouwwoningen naar type eengezinswoning (vrijstaande, twee-onder-een-kap en seriële woningen) en geeft geen inzicht in de m² woningniewbouw. Het WoON-onderzoek (2018)²⁸ biedt deze inzichten wel, maar is een minder solide basis voor de randtotalen van eengezinswoningen dan SYSWOV omdat het een enquête betreft. Ook voor de m² woningniewbouw is het WoON-onderzoek een minder solide basis dan de BAG (Basisregistratie Adressen en Gebouwen)²⁹. Voor het inzicht in het aantal nieuwbouwwoningen naar type eengezinswoning is daarom uitgegaan van de aandelen uit WoON. Deze zijn op het totaal aantal eengezinswoningen uit SYSWOV geprojecteerd om tot de aantallen vrijstaande, twee-onder-een-kap en seriële woningen te komen. Een meergezinswoning is een appartement. Het aantal appartementen is derhalve rechtstreeks uit SYSWOV verkregen. figuur 3.1 hieronder geeft een schematische toelichting op de aanpak voor de woningniewbouw in aantallen woningen.

Figuur 3.1 Schematische weergave methodiek aantallen woningniewbouw



Bron: EIB

Om tot m² woningniewbouw naar type te komen, zijn inzichten uit de BAG, WoON en SYSWOV gecombineerd. Vanwege vervuiling van de BAG vormen de aantallen nieuwbouw-woningen uit SYSWOV ook hier de basis (de randtotalen).

Allereerst is de BAG-data opgesplitst naar meergezins- en eengezinswoningen op basis van de variabele 'vbosperpand' (is 1 voor eengezinswoningen). Vervolgens is middels weegfactoren het aantal meergezins- en eengezinswoningen uit de BAG overeengebracht met het aantal uit SYSWOV. In de BAG is van iedere waarneming ook het aantal m² bekend waardoor uit deze stap

²⁷ SYSWOV data bevat door ABF bewerkte data uit de BAG (Basisadministratie adressen en gebouwen) en is hierdoor minder vervuild dan de BAG zelf. Daarnaast vormt deze database de basis voor officiële overheidspublicaties. Om deze redenen is ervoor gekozen SYSWOV data als uitgangspunt ten nemen bij het in kaart brengen van de woningniewbouw en sloop. SYSWOV data is te vinden op: <https://syswov.datawonen.nl/>.

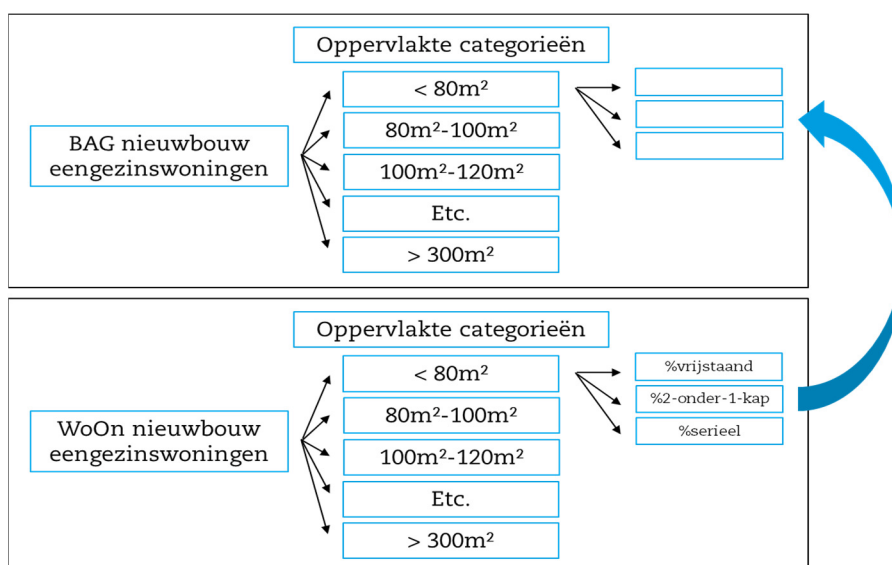
²⁸ WoON is een onderzoek naar hoe mensen wonen en willen wonen dat iedere drie jaar door het CBS wordt uitgevoerd. In deze analyse is het WoON-onderzoek uit 2018 gehanteerd.

²⁹ Wanneer in de context van woning- en utiliteitsniewbouw en sloop de BAG wordt genoemd, wordt hiermee specifiek het BAG-mutatiebestand 2019 bedoeld.

ook meteen het aantal m² meergezinswoningen/appartementen en eengezinswoningen is verkregen.

Het aantal m² vrijstaande, twee-onder-een-kap en seriële nieuwbouwwoningen is verkregen door de m² eengezinswoningen in WoON en in de BAG op dezelfde manier op te splitsen in oppervlaktecategorieën (startend bij <80 m² en eindigend bij >300 m²). Van waarnemingen in WoON is zowel het aantal m² als het type eengezinswoning bekend. Door het opdelen van de eengezinswoningen naar oppervlaktecategorie in WoON is hierdoor ook meteen inzicht verkregen in de aandelen vrijstaande, twee-onder-een-kap en seriële nieuwbouwwoningen per oppervlaktecategorie. Deze aandelen zijn vervolgens op de gewogen aantallen en m² per oppervlaktecategorie uit de BAG geprojecteerd waardoor ook het aantal m² vrijstaande, twee-onder-een-kap en seriële nieuwbouw is verkregen. Figuur 3.2 licht de methodiek schematisch toe.

Figuur 3.2 Schematische weergave methodiek m² nieuwbouw eengezinswoningen naar type



Bron: EIB

Sloop

Voor de sloop van woningen is gebruik gemaakt van de Basisadministratie Adressen en Gebouwen (BAG) in plaats van SYSWOV³⁰. De BAG geeft de aantallen gesloopte meergezins- en eengezinswoningen en de aantallen gesloopte woningen naar verschillende bouwjaarklassen weer. Een woning is als gesloopt gekenmerkt wanneer het in de oude situatie onderdeel van de gebouwenvoorraad vormde en in de nieuwe situatie status 'object ingetrokken' had en status 'gesloopt' of 'sloopvergunning verleend'.

Naast het bouwjaar krijgt iedere waarneming in de BAG ook het aantal m² mee en zijn eengezins- en meergezinswoningen te onderscheiden. Om tot de sloop naar bouwjaar en type bebouwing te komen, is in het BAG-overzicht naar bouwjaar en klasse het aantal eengezins- en meergezinswoningen in kaart gebracht middels de variabele 'vbosperpand' (voor eengezinswoningen is deze gelijk aan 1). Dit heeft geresulteerd in een overzicht van de sloop

³⁰ De analyse van sloop op basis van SYSWOV leidde tot onverklaarbare resultaten. Om deze reden is besloten om aan te sluiten bij de BAG.

naar bouwjaarklasse en per bouwjaarklasse het aantal en de oppervlakte eengezins- en meergezinswoningen.

Het aantal en de oppervlakte gesloopte appartementen naar bouwjaarklasse is op deze manier direct verkregen omdat dit overeenkomt met het aantal en de oppervlakte gesloopte meergezinswoningen. Het aantal en de oppervlakte vrijstaande, twee-onder-een kap en seriële woningen is verkregen door de voorraadverdeling uit WoON te gebruiken. De voorraad in WoON hebben wij in dezelfde bouwjaarklassen ingedeeld als het BAG-sloopoverzicht. Vervolgens is in beide bestanden per bouwjaarklasse een verdeling van waarnemingen naar oppervlakte categorieën gemaakt (van <80m² tot en met >800 m²).

Uit deze analyse bleek dat het aandeel gesloopte vrijstaande en twee-onder-een-kapwoningen in vergelijking met seriële woningen groter was dan vanuit de praktijk mag worden verwacht. Omdat corporaties relatief meer slopen dan particulieren en corporaties vooral seriële eengezinswoningen in hun bezit hebben, ligt het in de lijn der verwachtingen dat de sloop van seriële woningen groter is dan die van vrijstaande en twee-onder-een kapwoningen. Om deze reden is ervoor gekozen om aan te nemen dat alle eengezinswoningen met een oppervlakte <120 m² seriële woningen betreft en alle eengezinswoningen >400 m² als vrijstaande woningen te bestempelen. Daarnaast is het aandeel seriële woningen per bouwjaarklasse en oppervlaktecategorie gecorrigeerd voor het aandeel corporatiewoningen in de voorraad. Tot slot is het aantal gesloopte vrijstaande en twee-onder-een-kapwoningen 50%/50% verdeeld omdat er geen reden is om aan te nemen dat het ene type meer wordt gesloopt dan het andere.

Herstel en verbouw

Het productieniveau in euro van de herstel en verbouw is bekend. Om de materiaalstromen voortkomend uit de herstel en verbouw in kaart te kunnen brengen, is het van belang te weten welke werkzaamheden plaatsvinden wanneer herstel en verbouw wordt gepleegd. De herstel en verbouwproductie van corporaties is als startpunt van de verdeling naar eigendom genomen omdat dit jaarlijks door AEDES wordt gepubliceerd³¹. Uit gesprekken met corporaties, gevoerd in het kader van de meting over 2014, blijkt dat er vier typen onderhoud zijn waar aanzienlijke materiaalstromen bij vrijkomen:

- Groot planmatig onderhoud
- Grote renovaties
- Woningverbeteringen (kleine renovatiewerkzaamheden)
- Mutatieonderhoud

Complicerende factor is dat de herstel en verbouwproductie zoals door de Nationale rekeningen gedefinieerd geen mutatieonderhoud bevat maar wel transformaties. Vanuit het in kaart brengen van materiaalstromen bezien, dienen beide in kaart gebracht te worden. Hieronder wordt de methodiek per onderdeel en type

Corporatiesector en transformaties

Hoe zijn de werkzaamheden voor de verschillende typen onderhoud van corporaties en transformaties in kaart gebracht?

- **Groot planmatig onderhoud.** Het volume (in euro) totaal planmatig onderhoud voor corporaties is via AEDES³² bekend. De verdeling groot en klein planmatig onderhoud echter niet. Allereerst is daarom een onderscheid gemaakt tussen groot en klein planmatig onderhoud. Dit is gedaan omdat alleen het grote planmatige onderhoud grotere materiaalstromen tot gevolg heeft. Op basis van meerjarige onderhoudsplannen van een corporatie in 2014 zijn de vervangingswerkzaamheden gescheiden van de herstelwerkzaamheden. De vervangingswerkzaamheden met een cyclus >15 jaar zijn toegeschreven aan groot planmatig onderhoud. Werkzaamheden met een kortere cyclus betreffen namelijk bijna altijd herstelwerkzaamheden. Naast deze vervangingswerkzaamheden valt een deel van het groot planmatig onderhoud samen met grotere renovatiewerkzaamheden en kleinere verbeteringen/renovatieswerkzaamheden. Om het

³¹ Zie AEDES website: <https://www.aedes.nl/feiten-en-cijfers/woning/hoe-ziet-de-gemiddelde-corporatiewoning-eruit/expert-hoe-ziet-de-gemiddelde-corporatiewoning-eruit.html>

³² <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/02/05/staat-van-de-corporatiesector-2020>

totale groot planmatig onderhoud in kaart te brengen, hebben wij een veronderstelling moeten doen over welk deel van kleine en grote renovaties door groot onderhoud wordt vervangen. Hier is aangenomen dat 30% van de renovatiewerkzaamheden samenvalt met groot planmatig onderhoud en dat 70% van de renovatiewerkzaamheden additioneel is. De verschillende activiteiten die tijdens groot planmatig onderhoud plaatsvinden zijn op basis van de meerjarige onderhoudsplannen in kaart gebracht (zowel in eenheid als in euro's). Deze zijn vervolgens opgehoogd naar het totale volume groot onderhoud in Nederland. Hier is waar nodig gecorrigeerd voor regionale verschillen in bouwkosten zoals bekend bij bouwkostencompas.nl.

Bovenstaande methode is gebruikt om tot de cijfers van 2014 te komen. Om te komen tot het totale volume groot onderhoud bij corporaties in 2019 is gebruik gemaakt van verschillende groeifactoren, waarbij is aangenomen dat vooral grootschalige verbeteringen relatief sterker zijn toegenomen sinds 2014. Door de ontwikkeling van de bouwkosten van nieuwbouwwoningen in combinatie met passend toewijzen hebben corporaties een sterkere prikkel om woningen grootschalig te renoveren in plaats van woningen te slopen en vervangen met nieuwbouw.

- **Renovaties.** Ook hier geldt dat het volume (in euro) via AEDES bekend is. Renovatiewerkzaamheden bestaan uit grote zogenaamde totaal renovaties en kleinere renovatiewerkzaamheden/woningverbeteringen. Op basis van zes renovatieprojecten van corporatiewoningen op bouwkosten.nl is in kaart gebracht welke werkzaamheden plaatsvinden wanneer groot- en kleinschalige renovaties worden uitgevoerd. De werkzaamheden zijn vervolgens opgehoogd naar het totale volume van renovaties in Nederland.
- **Mutatieonderhoud.** Zoals hiervoor aangeven vormt mutatieonderhoud geen onderdeel van de herstel en verbouwproductie. Niettemin komt bij dit type onderhoud wel materiaal vrij. Ook voor mutatieonderhoud geldt dat het volume (in euro's) via AEDES³³ bekend is. Uit gesprekken met corporaties is naar voren gekomen dat bij mutaties in het woningbestand met name het vervangen van keukens en badkamers tot grotere materiaalstromen leidt. Niet bekend is welk aandeel keukens dan wel badkamers in mutatieonderhoud innemen en met welke frequentie beide worden vervangen. Naar aanleiding van gesprekken met corporaties is verondersteld dat keukens langer meegaan dan badkamers en hierdoor minder vaak worden vervangen (ongeveer 1,5 keer minder). Daarnaast is in 2014 aangenomen dat de helft van het mutatieonderhoud (in euro's) de vervanging van keukens en badkamers betreft. Verder is uit de zes renovatieprojecten van bouwkosten.nl de vervanging van een keuken of badkamer geschat op € 5.000 per woning. Voor 2019 is verondersteld dat het aandeel van de mutaties waarbij keukens/badkamers wordt vernieuwd hetzelfde is als in 2014. De overige stijging van de bouwvolume per woning is toegeschreven aan meer energetische maatregelen per mutatie. Hierdoor is het aandeel in de bouwvolume van keukens en badkamers nu minder dan de helft. De overige werkzaamheden die bij mutatieonderhoud plaatsvinden, zoals kleine herstelwerkzaamheden en schilderwerk, zijn buiten beschouwing gelaten omdat hier niet de grotere materiaalstromen uit voort komen.
- **Transformaties.** Ook bij transformaties van veelal kantoren naar woningen komen materialen vrij. Voor 2014 was de oppervlakte van getransformeerde kantoren gebaseerd op data van Dynamis. Deze data zijn voor 2019 niet beschikbaar. De getransformeerde gebruiksoppervlakte is daarom geschat op basis van de gegevens in de maatwerktabel van het CBS "Aantal transformaties en kenmerken van transformaties in de woningvoorraad, 2018-2019". Deze tabel geeft het aantal woningen na transformatie in 2018 en in 2019 naar vijf oppervlakteklassen van woningen. Voor iedere klasse is een 'gewogen gemiddelde' gegeven, op basis waarvan de totale oppervlakte is geschat. Daarnaast is bekend hoeveel van de woningen zijn ontstaan uit getransformeerde kantoren. Door aan te nemen dat ze een vergelijkbare verdeling naar

³³ <https://aedes.nl/aedes-benchmark/benchmarkresultaten-en-publicaties>

oppervlakteklasse hebben als woningen uit andere types transformaties, is de eerste schatting van de getransformeerde oppervlakte van kantoren verkregen. Ter validatie is deze berekening ook voor 2018 uitgevoerd. Voor dat jaar geeft de maatwerktabel van het CBS 'Woningtransformaties in kantoorpanden, 2017-2018' zowel het aantal als de oppervlakte van woningen in voormalige kantoorpanden. Deze totale oppervlakte is 14% groter dan berekend met gemiddelden van oppervlakteklassen. Deze correctie van 14% is dan ook op de berekening voor 2019 toegepast. De bruto vloeroppervlakte is verkregen door middel van een vormfactor van een appartementenblok.

Particuliere huursector

Het verdelen van het herstel en verbouwwolume naar de particuliere huursector en de koopsector is complex, omdat hier geen precieze cijfers van zijn. Voor de meting over 2014 is ingeschat dat het volume per woning van particuliere verhuurders 70% was van het niveau van de koopsector. Het is echter onredelijk om te veronderstellen dat het herstel en verbouwwolume van de particuliere huursector even sterk is gestegen als in de koopsector. Hiervoor zijn een aantal redenen. Het herstel en verbouwwolume steeg waarschijnlijk in de koopsector doordat 40% meer woningen in 2019 waren verkocht dan in 2014. Daarnaast bestaat de woningvoorraad van particuliere verhuurders enerzijds uit goede en grotendeels nieuwe woningen voor de vrije huur en anderzijds uit kwalitatief mindere woningen met een huur onder de liberalisatiegrens. Voor de eerste categorie zal er minder noodzaak zijn om verbeteringen in de woning aan te brengen. Voor de tweede categorie kunnen verbeteringen niet worden terugverdiend in de huurprijs en zijn daarom minder aantrekkelijk. Er is daarom aangenomen dat de procentuele stijging van renovatie, verbetering en groot onderhoud van overige verhuurders tussen 2014 en 2019 de helft betrof van de procentuele stijging van het totale volume van deze werkzaamheden voor alle types eigenaren samen.

Koopsector

Het herstel en verbouwwolume in de koopsector is bepaald door het totale herstel en verbouwwolume van de huursector inclusief transformaties van het nationale herstel en verbouwwolume af trekken. Dit volume was in 2014 vervolgens op basis van een uitgevoerde enquête van Vereniging Eigen Huis onder woningbezitters tot werkzaamheden vertaald. In de enquête is gevraagd naar de uitgevoerde verbouwingactiviteiten (keuze uit tien typen activiteiten) en de kostencategorie waar de verbouwing onder valt. De activiteiten en de bijbehorende gemiddelde kosten zijn vervolgens opgeschaald naar het nationale herstel en verbouwproductieniveau voor de koopsector.

De werkzaamheden in de post 'overig' (open antwoorden) waren in de berekeningen voor 2014 niet meegenomen. Bij de berekeningen van 2019 is dit wel het geval. Dit heeft mede geresulteerd in nieuwe posten 'Vervanging vloer', 'Vervanging kozijnen/ramen/deuren' en 'Bouw dakkapel'. De kwaliteit van de schatting van de volumes werkzaamheden uit categorie 'anders' is lager dan bij de andere categorieën.

Verduurzaming

In de berekeningen voor 2014 was aangenomen dat alle verbeteringen door eigenaar-bewoners niet-energetische verbeteringen betroffen, met uitzondering van autonome aanpassingen zoals enkel glas vervangen voor dubbel glas en een zuinigere CV ketel bij vervanging. Voor 2019 is deze aanname niet redelijk aangezien verschillende bronnen een sterke groei van energetische verbeteringen in deze sector aangeven naar een betekenisvol volume. Op basis van de analyse die is uitgevoerd in het kader van 'Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2022', gepubliceerd op 27 januari 2022, kan geconcludeerd worden dat deze benadering leidt tot een onderschatting van de hoeveelheid maatregelen die een verduurzamingscomponent kennen en een overschatting van maatregelen die samenhangen met overige herstel en verbouw, zoals de installatie van badkamers, keukens en stuc- en schilderwerk. Om deze reden is besloten om de productie die samenhangt met verduurzaming in kaart te brengen en de reguliere herstel en verbouwwerkzaamheden op basis hiervan terug te schalen. Hiervoor is de productie die samenhangt met verduurzaming afgetrokken van de totale herstel en verbouw productie.

De productie die samenhangt met verduurzaming is vastgesteld door het de maatregelen die een verduurzamingscomponent kennen te identificeren op basis van de 'Monitor

energiebesparing gebouwde omgeving 2021' van RVO³⁴ en gebouwsamenstellingen afkomstig van woningbouwprojecten van bouwkosten.nl. Hierbij zijn de volgende maatregelen aangemerkt als 'verduurzaming':

- Plaatsen HR-ketel (in plaats van een oudere HR- of VR-ketel)
- Plaatsen warmtepomp
- Plaatsen zonneboiler
- Installeren Zon PV
- Plaatsen HR glas (in plaats van oudere typen glas)
- Toevoegen dakisolatie
- Toevoegen vloerisolatie
- Toevoegen spouwmuurisolatie
- Toevoegen buitengevelisolatie

Door het aantal maatregelen (in stuks of vierkante meters) te vermenigvuldigen met gemiddelde prijzen³⁵ is, de totale productie in euro vastgesteld.

3.2 Methodiek utiliteitsbouw

Nieuwbouw

Om de utiliteitsnieuwbouw (en sloop) in kaart te brengen, is de BAG in combinatie met CBS Statline gebruikt. Er is voor gekozen om niet alleen van de BAG uit te gaan omdat de BAG een zekere mate van vervuiling kent. Derhalve zijn ter controle de aantallen utiliteitsgebouwen per deelsector van Statline als randtotalen gehanteerd.

De nieuwbouwaantallen en oppervlakten utiliteitsbouw zijn allereerst uit de mutatie-bestanden van de BAG gehaald. Dit is gebeurd door alle objecten te selecteren met een 'niet woonfunctie' en 'bouwjaar 2019' waarvoor in 2019 de pandstatus '0', 'bouwvergunning verleend' of 'bouw gestart' was veranderd in 'pand in gebruik' of 'pand in gebruik niet gemeten'. Vervolgens is dit nieuwbouwtotaaloverzicht naar type utiliteitsgebouw opgesplitst. Hierbij is een wijziging toegepast ten opzichte van 2014.

Voor de meting van 2014 is de unieke functieaanduiding van de mutatiebestanden van de BAG overgenomen; bij objecten met meerdere functies, verschijnt in het mutatiebestand alleen de functie die alfabetisch als eerste komt. Deze is bij de voorgaande meting gehanteerd. Dit is echter niet noodzakelijk de belangrijkste functie van het pand. Op basis van een expert-inschatting is bepaald wat de meeste logische primaire functie-aanduiding is. Het aantal objecten dat in 2014 met deze methodiek anders zou zijn ingedeeld, is relatief klein. De meeste objecten die nu anders zijn ingedeeld, zijn objecten met bijeenkomstfunctie die tegelijkertijd ook industrie functie hebben; deze zijn nu ingedeeld als 'industrie' in plaats van bijeenkomst. Verblijfobjecten met de functies bijeenkomst, cel, sport, logies en overig zijn als 'overige gebouwen' aangemerkt.

Voor het verkrijgen van de juiste nieuwbouwaantallen en m² is het aantal per type utiliteitsbouw uit de BAG vergeleken met de aantallen per type van Statline. Hieruit kwam naar voren dat het totale aantal nieuwe utiliteitsgebouwen uit de BAG 8% hoger ligt dan het aantal van Statline. Door alle waarnemingen uit de BAG te wegen naar de Statline aantallen is ervoor gezorgd dat de totale nieuwbouw en de nieuwbouw per type utiliteitsbouw in aantal overeenkomt met de Statline aantallen. Omdat iedere waarneming in BAG ook het aantal m² meekrijgt, is op deze manier ook de nieuwbouw in m² in kaart gebracht.

Sloop

Voor het in kaart brengen van de sloop is de BAG gebruikt. Voor deze studie is geen gebruik gemaakt van de randtotalen van het CBS. Dit heeft te maken met hoe het CBS omgaat met gesloopte objecten en overige onttrekkingen. Er zijn indicaties dat het CBS een deel van de gesloopte utiliteitsgebouwen aanmerkt als overige onttrekkingen. Zo is het aantal gesloopte

³⁴ RVO (2021), Monitor energiebesparing gebouwde omgeving 2021. Utrecht.

³⁵ Arcadis (200), Actualisatie investeringskosten energiebesparende maatregelen bestaande woningbouw 2020. Arnhem.

objecten volgens de BAG-mutatiebestanden 20% hoger dan volgens Statline, terwijl het aantal overige onttrekkingen 40% lager is.

De sloop in aantallen en m² zijn uit de BAG verkregen door objecten met een 'niet woonfunctie' te selecteren die in de oude situatie (voor 2019) een deel van de gebouwenvoorraad vormden maar in de nieuwe situatie (2019) een nieuwe status 'object ingetrokken', 'gesloopt' of 'sloopvergunning verleend' hebben gekregen. Vervolgens is dit slooptotaaloverzicht op dezelfde manier als de utiliteitsnieuwbouw naar type opgesplitst. Ook hier zijn verblijfbobjecten met de functies bijeenkomst, cel, sport, logies en overig als 'overige gebouwen' aangemerkt. De bouwjaarklassen van deze utiliteitsgebouwen zijn vanuit BAG bekend en de aantallen en de oppervlakte gesloopte utiliteitsgebouwen zijn naar bouwjaarklasse ingedeeld.

Herstel en verbouw

Vanwege de beperkte beschikbaarheid van informatie over de verschillende type herstel en verbouwcategorieën naar type utiliteitsbouw is ervoor gekozen om de totale herstel en verbouw op te delen naar herstel en verbouw aan bedrijfsruimten en herstel en verbouw aan kantoren, winkels, zorg- en onderwijsgebouwen en overige gebouwen. Deze tweedeling is gemaakt omdat het vanuit de praktijk bezien niet logisch lijkt dat het type en de frequentie van de herstel en verbouwwerkzaamheden voor bedrijfsruimten (loodsen) hetzelfde zou zijn als voor de andere typen utiliteitsgebouwen.

- Om de werkzaamheden achter het herstel en verbouwwolume in kaart te brengen is de totale productie allereerst opgesplitst naar bedrijfsruimten en overige utiliteitsgebouwen. Dit is gebeurd op basis van vergunningenstatistieken van 'overige werkzaamheden' (dit zijn niet nieuwbouwvergunningen) voor de tweede helft van 2018 en de eerste helft van 2019. In deze statistieken is een splitsing gemaakt naar hallen, loodsen, combinaties van hallen en kantoren en agrarische gebouwen enerzijds en alle andere bouwtypen anderzijds. De aandelen van beide groepen in de totale vergunningen is vervolgens toegepast op het herstel en verbouwwolume 2019. Bij deze methodiek is er een aanpassing ten opzichte van 2014 geweest, omdat het CBS minder gedetailleerde cijfers van vergunningen presenteert. De categorie 'combinaties bedrijfshallen met kantoren' valt sinds 2017 onder 'overige gebouwen'. Om het volume van werkzaamheden voor 'combinaties bedrijfshallen met kantoren' afzonderlijk te schatten is het gemiddelde aandeel daarvan in de som van de twee genoemde posten in 2014-16 gebruikt.
- De werkzaamheden achter het herstel en verbouwwolume van kantoren, winkels, zorg- en onderwijsgebouwen en overige gebouwen is in kaart gebracht met behulp van tien meerjarige onderhoudsplannen voor kantoren van SGS Search. Hier zijn de grote planmatige onderhoudsonderdelen uitgefilterd door alleen de vervangingswerkzaamheden met een cyclus >15 jaar mee te nemen. Deze werkzaamheden in euro's (prijzen zijn bekend uit de meerjarige onderhoudsplannen) zijn vervolgens opgehoogd naar het totale herstel en verbouwwolume voor deze gebouwen. Het totaal aantal werkzaamheden is in kaart gebracht door dezelfde ophogingsverhouding hierop toe te passen.
- De werkzaamheden achter het herstel en verbouwwolume van bedrijfsruimten is in kaart gebracht op basis van de renovatie van een sporthal van Bouwkosten.nl. Er is gekozen om hier een renovatieproject van een sporthal te hanteren omdat er geen renovatieprojecten of meerjarige onderhoudsplannen van bedrijfsruimten beschikbaar zijn en sporthallen qua opbouw het meest op bedrijfsruimten lijken. Voor het in kaart brengen van de werkzaamheden zijn de sporthal-specifieke posten niet meegenomen voor bedrijfshallen. De werkzaamheden uit het renovatieproject in euro's zijn vervolgens opgehoogd naar het totale herstel en verbouwwolume voor bedrijfsruimten. Het totaal aantal werkzaamheden is in kaart gebracht door dezelfde ophogingsverhouding toe te passen.

Net als voor de woningbouw is voor de utiliteitsbouw in deze update geïnventariseerd welk deel van de herstel en verbouwproductie samenhangt met verduurzaming. Het aantal

verduurzamingsmaatregelen zijn afgeleid uit het RVO-rapport 'Renovaties in de utiliteit'³⁶. In dit rapport is voor verschillende maatregelen aangegeven welk deel van de gebouwgegevens maatregelen heeft genomen. Dit is uitgesplitst voor vijf type gebouwen: Bedrijfshallen, kantoren, zorggebouwen, scholen en winkels. Vervolgens is op basis van de voorraad en de voorbeeldgebouwen van bouwkosten.nl (om van vierkante meter naar relevante oppervlakte van de maatregelen te komen) de hoeveelheid maatregelen per type gebouw afgeleid. Daarna is de hoeveelheid maatregelen vermenigvuldigd met kostenkengetallen van Arcadis om tot de totale verduurzamingsproductie van deze vijf bouwtypen te komen. Naar schatting zal bij deze berekening 15% van de verduurzamingsmaatregelen gemist worden, omdat deze bouwtypen bij de berekening niet zijn meegenomen. Deze 15% is bovenop de berekende productie bijgeschat om tot de totale utiliteitsbouwproductie voor de utiliteitsbouw te komen. De productie van deze overige gebouwen is teruggerekend naar aantal maatregelen op basis van kostenkengetallen van Arcadis en de verdeling van de maatregelen bij de vijf andere type gebouwen om tot de totale hoeveelheid maatregelen te komen.

3.3 Vormfactoren GO/BVO

Om de materiaalstromen verbonden aan de woning- en utiliteitsnieuwbouw, herstel en verbouw en sloop in kaart te brengen, zijn de productiebeelden omgezet naar m² bruto vloeroppervlak (BVO). Zoals in vorige paragrafen beschreven is, is de BAG (in sommige gevallen in combinatie met andere bronnen) gebruikt om van aantallen naar m² type bebouwing te komen. De BAG registreert de m² echter in gebruiksoppervlak (GO) en niet in BVO. Het model van Metabolic gaat daarentegen uit van de oppervlakte van gebouwen in m² BVO. Om deze reden zijn alle EIB productie- en sloopbeelden voor 2019 en 2030 omgezet van m² GO naar m² BVO. Hiervoor zijn vormfactoren gehanteerd, gepresenteerd in tabel 3.1.

Kantekening bij deze methode is dat de vormfactor GO/BVO per bouwproject kan verschillen waardoor de totale vierkante meters BVO kunnen verschillen wanneer andere projecten worden gebruikt. Om deze reden zijn de vormfactoren uit de referentieprojecten van SGS Search getoetst aan vergelijkbare projecten van Bouwkostenkompas.nl en Bouwkosten.nl en zijn bij grote afwijkingen gemiddelden van verschillende projecten gehanteerd. De uitkomsten komen nagenoeg overeen met de vormfactoren die van toepassing zijn op de referentiegebouwen van RVO voor woningen en kantoren.

³⁶ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/10/renovaties-in-de-utiliteit-2020.pdf>

Tabel 3.1 Gehanteerde vormfactoren (GO/BVO) per type bouwwerk

Type bouwwerk	Vormfactor GO/BVO
Woningen	
Seriematig	0,69
2-onder-1-kap	0,75
Vrijstaand	0,67
Appartement	0,92
Utiliteitsgebouwen	
Bedrijfsruimten klein en middelgroot <10.000 m ²	0,97
Bedrijfsruimten klein >10.000 m ²	0,99
Kantoor klein <1.000 m ²	0,92
Kantoor middelgroot 1.000 - 10.000 m ²	0,9
Kantoor groot >10.000 m ²	0,89
Basisschool	0,92
Middelbare school	0,93
Hoge school/universiteit	0,93
Zorggebouw <1.500 m ²	0,91
Zorggebouw >1.500 m ²	0,88
Winkels	0,91
Bijeenkomst (<1.000 m ² , 1.000-10.000 m ² , >10.000m ²)	0,95; 0,92; 0,91
Sport (<1.000 m ² en >1.000 m ²)	0,9; 0,97
Overig (<1.500 m ² en >1.500 m ²)	0,91; 0,94

Bron: EIB

4 Productie- en sloopbeeld 2030 en 2050

In dit rapport is ook een doorkijk gegeven voor 2030 en 2050. Deze resultaten zijn voornamelijk indicatief, omdat de ontwikkelingen met grote onzekerheden omgeven zijn. Om tot de doorkijk voor 2030 en 2050 te komen zijn verschillende veronderstellingen gemaakt die de resultaten beïnvloeden. Vooral de doorkijk tot 2050 is omgeven met meer onzekerheden vanwege de lange horizon. Onderstaand wordt per sector uitgelegd met welke aannames de resultaten tot stand zijn gekomen.

4.1 GWW

4.1.1 Uitbreidingsniewbouw

De uitbreidingsbehoefte van infrastructuur is voor een groot deel gebaseerd op de demografische ontwikkeling en de hiermee samenhangende woningbouw. Om deze reden is de uitbreidingsniewbouw van de meeste gww-assets primair gebaseerd op de procentuele toename van de uitbreidingsniewbouw van woningen (saldo nieuwbouw minus sloop) of de huishoudensontwikkeling vanaf het basisjaar. Voor de periode tot en met 2030 (en bij enkele assets tot 2050) is ook gebruik gemaakt van rapporten of zijn alternatieve aannames geformuleerd, bijvoorbeeld als het niet aannemelijk is dat de uitbreidingsniewbouw in de gww gelijk loopt met de huishoudensontwikkeling of als het basisjaar als erg hoog of erg laag wordt gezien. Hieronder wordt per onderdeel een toelichting gegeven.

Rijkswegen

Via het Mobiliteitsfonds³⁷ is bekend wat de meest recente ontwikkeling is van de oppervlakte van rijkswegen. De areaaluitbreiding in 2019 was uitzonderlijk laag ten opzichte van andere jaren, blijkens uit realisaties uit NIS van 2019 en de wegenontwikkeling volgens het CBS. Om deze reden is besloten om de areaaluitbreiding in 2021 als basis te gebruiken. In dat jaar is de hoeveelheid rijkswegen naar schatting met 300.000 m² toegenomen. Dit niveau is vervolgens geëxtrapoleerd op basis van het budget voor de ontwikkeling van het hoofdwegennet in het Mobiliteitsfonds. Vanwege grote schommelingen in het budget in de geraamde periode is voor 2030 uitgegaan van het gemiddelde budget voor de ontwikkeling van het hoofdwegennet in de periode 2029-2031. Na 2030 is de productie van rijkswegen gekoppeld aan de procentuele ontwikkeling van de uitbreidingsniewbouw van woningen.

Wegen andere overheden en voetpaden

Voor gemeente- en waterschapswegen en voetpaden is de prognose tot en met 2050 gebaseerd op de ontwikkeling van de uitbreidingsniewbouw van woningen. Bij gemeentewegen is daarnaast voor de prognose uitgegaan van een afwijkend startniveau net als bij de rijkswegen. De productie lijkt in 2019 namelijk relatief hoog en daarom is uitgegaan van de gemiddelde toename per nieuwe woning die aan de voorraad wordt toegevoegd over de periode 2017-2019. Dit komt neer op een toename van de voorraad met 72 m² per woning die aan de voorraad wordt toegevoegd in plaats van de circa 93 m² uit 2019. Aanvullend is verondersteld dat het aandeel van gebakken klinkers in de uitbreidingsniewbouw tot en met 2050 zal toenemen ten koste van asfalt en betonklinkers. Uit gesprekken met gemeenten is gebleken dat vaker wordt gekozen voor elementverharding dan asfalt vanwege de beter doorlaatbaarheid van water en de esthetische voordelen. Daarnaast neemt het aandeel van gebakken klinkers ten opzichte van betonklinkers toe. De levensduur van betonklinkers is korter dan die van gebakken klinkers, waardoor gebakken klinkers beter scoren op het gebied van circulariteit en waarschijnlijk vaker door gemeenten gekozen zullen worden. In 2050 is verondersteld dat 45% van de nieuwe gemeentewegen uit asfalt bestaat, 30% uit gebakken klinkers, 15% uit betonklinkers en 10% overig. De ontwikkeling van het aandeel is lineair verondersteld tussen 2019 en 2050.

³⁷ Minister van I&W (2021). "Vaststelling van de begrotingsstaat van het Mobiliteitsfonds (A) voor het jaar 2022".

De procentuele ontwikkeling van provinciale wegen is de ongewogen gemiddelde ontwikkeling van rijkswegen, gemeentewegen en waterschapswegen. Dit betekent dat als de uitbreidingsnieuwbouw van rijkswegen met 2% toeneemt en de uitbreidingsnieuwbouw van gemeente en waterschapswegen met 1% zou toenemen dan neemt de uitbreidingsnieuwbouw provinciale wegen met 1½% toe.

Fietspaden

Het aantal kilometer fietspad dat in Nederland wordt toegevoegd, zal naar verwachting afwijken van de woningbouwontwikkelingen. Er zijn ambities om het fietsennetwerk in Nederland uit te breiden zodat meer mensen de fiets kunnen gaan gebruiken³⁸. Hiervoor zullen naar verwachting de investeringen in fietspaden toenemen, waarbij niet alleen nieuwe fietspaden gebouwd gaan worden, maar ook bestaande fietspaden worden verbreed. Volgens het genoemde rapport is de opgave met betrekking tot hoofdfietsroutes tot en met 2027 14.300 kilometer en in de periode 2028-2040 nog eens 6.500 kilometer, waarvan driekwart vervanging. Omdat er extra fietspaden bijkomen die niet behoren tot hoofdroutes, zal de opgave naar verwachting aanzienlijk groter zijn. Op basis van de voorraadcijfers van het CBS wordt ingeschat dat de totale opgave tussen de twee tot drie keer zo hoog ligt als de genoemde getallen. Hiermee neemt de voorraad aan fietspaden naar schatting met de helft toe tot en met 2030. Tussen 2030 en 2050 is verondersteld dat de voorraad nog met circa 20% toeneemt, waarmee de productie na 2030 beduidend minder sterk toeneemt dan voor 2030.

Met betrekking tot de jaarlijkse productie is verondersteld dat de productie piekt in 2027 en vervolgens lineair afneemt tot en met 2040. Vanaf 2040 zal de productie op dit niveau blijven, aangezien de uitbreidingsnieuwbouw van woningen ook naar verwachting gelijk blijft in deze periode.

Bruggen, viaducten, tunnels en onderdoorgangen van RWS

Voor RWS is het aantal nieuwe kunstwerken dat wordt gebouwd tot 2030 in belangrijke mate gebaseerd op de getallen die zijn gebruikt voor het rapport “de zwaartepunt analyse voor transitiepad kunstwerken” van CE Delft. In deze rapportage zijn onder andere veronderstellingen gemaakt over het aantal nieuwe kunstwerken dat door RWS wordt bijgebouwd in de periode 2021-2030. Dit totaal per type kunstwerk is vervolgens door tien gedeeld om tot een schatting voor 2030 te komen. Bij enkele type kunstwerken zijn afwijkende aannames gemaakt indien het aantal in het transitiepad relatief laag leek ten opzichte van de realisaties in de periode 2019-2021. Dit betrof de aantallen van betonnen bruggen en onderdoorgangen. Hiervoor is de gemiddelde uitbreiding van de voorraad in de periode 2019-2021 aangehouden.

Voor de ontwikkeling van het aantal kunstwerken van RWS tussen 2030 en 2050 is dit één-op-één gekoppeld aan de procentuele ontwikkeling van de uitbreidingsnieuwbouw van rijkswegen. Als voorbeeld: als de uitbreidingsnieuwbouw van rijkswegen met 10% afneemt dan neemt ook uitbreidingsnieuwbouw van kunstwerken bij RWS met 10% af.

Bruggen, viaducten, tunnels en onderdoorgangen andere overheden en ProRail

Bij provincies en gemeenten loopt de procentuele ontwikkelingen van de uitbreidingsnieuwbouw van kunstwerken tot 2050 gelijk aan de procentuele ontwikkelingen van de uitbreidingsnieuwbouw van het eigen wegennet. Als de uitbreidingsnieuwbouw van provinciale wegen met 10% jaar-op-jaar afneemt dan neemt ook de uitbreidingsnieuwbouw van kunstwerken van provincies met 10% af jaar-op-jaar. Bij ProRail is een vergelijkbare methodiek gehanteerd, maar hiervoor is de uitbreiding van het spoor als uitgangspunt genomen in plaats van de uitbreiding van wegen.

De ontwikkeling van het aantal kunstwerken in beheer bij waterschappen is minder duidelijk gerelateerd aan de ontwikkeling van de wegovorraad of de huishoudensontwikkeling. In dit rapport is gekozen om uit te gaan van de gemiddelde procentuele ontwikkeling van de

³⁸ Tour de Force (2021). “Nationaal toekomstbeeld Fiets op hoofdlijnen – inventarisatie van de opgave voor de schaalprong Fiets”.

uitbreidingsnieuwbouw van kunstwerken van de andere overheden. Dus als de uitbreidingsnieuwbouw van kunstwerken bij gemeenten, provincies en RWS met respectievelijk 2%, 4% en 9% zou toenemen dan neemt de uitbreidingsnieuwbouw bij waterschappen met 5% toe.

Sluizen

Voor sluizen is verondersteld dat het niveau van de uitbreidingsnieuwbouw naar de toekomst toe gelijk zal zijn aan het niveau in de afgelopen jaren. Er zijn tijdens dit onderzoek geen redenen naar voren gekomen waarom het niveau in 2030 of 2050 van de afgelopen jaren zou afwijken. Voor RWS is de uitbreidingsnieuwbouw in de periode 2018-2020 als niveau genomen voor de uitbreidingsnieuwbouw naar de toekomst toe (groei van de voorraad met 0,2% per jaar). Voor de andere opdrachtgevers is de veronderstelde productie in 2030 en 2050 gelijk aan 2019.

Grondverzet, baggerspecie en zandsuppletie

Grondverzet kan sterk verschillen per jaar. Aangezien RWS en waterschappen alle waterwegen beheren, is het verzet van baggerspecie bij RWS niet per se afhankelijk van constructieve ontwikkelingen. Om deze reden is er niet voor gekozen om de hoeveelheid grondverzet bij RWS en waterschappen te baseren op constructieve ontwikkelingen, maar is gerekend met het gemiddelde niveau in de periode 2017-2020.

Het grondverzet door overige partijen is waarschijnlijk wel beter in te schatten door constructieve ontwikkelingen. De procentuele ontwikkeling van het grondverzet van overige partijen is één-op-één gebaseerd op de gewogen procentuele ontwikkeling van de uitbreidingsnieuwbouw van gemeente- en waterschapswegen, provinciale wegen en van fietspaden.

Voor zandsuppletie tot 2030 is aangesloten bij strategie B uit het rapport 'Kustgenese 2.0: kennis voor een veilige kust' van Rijkswaterstaat. In deze strategie wordt tot 2032 een jaarlijkse zandsuppletie van 11 miljoen m³ verondersteld, wat ongeveer gelijk is aan het niveau in 2019. Voor de periode na 2032 is het onzekerder hoeveel zandsuppletie er per jaar nodig zal zijn. Dit is mede afhankelijk van de zeespiegelstijging. In het hiervoor genoemde rapport is uitgegaan van vier scenario's tot 2100. Bij een zeespiegelstijging van 2 mm per jaar zou een suppletievolume van 12,4 miljoen m³ per jaar tot 2021 voldoende zijn om aan de sedimentbehoefte te voldoen, terwijl bij een zeespiegelstijging van 8 mm per jaar 35,5 miljoen m³ per jaar tot 2021 nodig zou zijn. Op basis van deze kengetallen en het feit dat strategie B uitgaat van een suppletievolume lager dan de sedimentbehoefte is het suppletievolume in 2050 ingeschat op 15 miljoen m³.

Riolering

De uitbreidingsvraag van vrijvervalriolering en mechanische riolering is gerelateerd aan de uitbreidingsnieuwbouw van woningen. Er zal namelijk voor woningen op nieuwe locaties nieuwe riolering moeten aangelegd worden. Indien de uitbreidingsnieuwbouw van woningen met 1% zou dalen dan is er verondersteld dat ook de uitbreidingsnieuwbouw van riolering met 1% zal afnemen.

Gemalen en zuiveringsinstallaties

De uitbreidingsvraag van rioolgemalen is gerelateerd aan de uitbreidingsnieuwbouw van vrijvervalriolering. Indien de uitbreidingsnieuwbouw van vrijvervalriolering met 1% zou dalen dan is er verondersteld dat ook de uitbreidingsnieuwbouw van rioolgemalen met 1% zal dalen. Hiermee wordt impliciet verondersteld dat in de toekomst evenveel nieuwe rioolgemalen per kilometer riolering worden aangelegd als in 2019.

Voor oppervlaktegemalen is de toekomstige ontwikkeling onzekerder. Naar verwachting zal de uitbreidingsvraag tot 2030 ongeveer gelijk zijn aan het huidige niveau, waarna de productie richting 2050 naar verwachting zal afnemen. Hierbij is gekozen om na 2030 de procentuele ontwikkeling van de uitbreidingsnieuwbouw van woningen één-op-één te volgen.

Dijken

Naar verwachting zal het aantal dijken in Nederland in 2030 en 2050 niet toenemen. De aanleg van nieuwe dijken is in de afgelopen jaren relatief beperkt geweest en er is geen reden om aan

te nemen dat dit in 2030 en 2050 anders zal zijn. De meeste activiteiten rondom dijken betreft het versterken van de dijken.

Spoor

De belangrijkste determinant voor de uitbreidingsvraag van het spoor is het gebruik van het openbaar vervoer. Naar schatting neemt het aantal reizigerskilometers vanaf 2017 met 30% tot 40% toe tot 2040³⁹. Een groot deel van deze toename kan naar verwachting worden opgelost binnen de huidige infrastructuur. Voor het overige deel van deze toename zal extra (spoor)capaciteit nodig zijn. Naar schatting neemt het spoor van trein, tram en metro met circa 10% toe tot 2040 om de genoemde vervoersbewegingen op te vangen. Hierbij zal de relatieve toename van tram en metrospooren circa twee keer zo hoog liggen als het landelijke spoornetwerk, waarbij 2030 als een gemiddeld jaar wordt verondersteld. De capaciteitsproblemen zullen naar verwachting in belangrijke mate in de Randstad plaatsvinden, waar het uitbreiden van tram en metrospooren belangrijker zal zijn. Absoluut gezien zal de toename van het spoor van ProRail wel groter zijn dan de toename van het spoor bij de vier lokale vervoersbedrijven.

Na 2040 wordt verondersteld dat door de afvlakkende huishoudensgroei ook de groei van het aantal vervoersbewegingen zal afnemen. Hierbij is verondersteld dat de uitbreidingsnieuwbouw van het spoor met een vertraging van 10 jaar de procentuele ontwikkeling van de uitbreidingsnieuwbouw van woningen volgt. Dus als de uitbreidingsnieuwbouw van woningen in 2031 met 10% zou afnemen dan zou de uitbreidingsnieuwbouw van het spoor in 2041 ook met 10% afnemen. De reden dat gekozen is voor een vertraagde doorwerking van de woningnieuwbouw op het OV heeft te maken met de lange doorlooptijd van spoorontwikkelingen, waardoor capaciteitsuitbreiding van het spoor over het algemeen achterloopt bij de huishoudensontwikkeling.

4.1.2 Vervangingsnieuwbouw

De methodiek voor het berekenen van de vervangende nieuwbouw in 2030 en 2050 verschilt niet erg sterk met de methodiek die is gehanteerd voor het basisjaar 2019. Voor de meeste assets vormen de leeftijdsverdeling van de voorraad en de sloopfracties (gebaseerd op de geschatte levensduur) de basis. Ook is voor de vervangende nieuwbouw rekening gehouden met de verwachte toename van de voorraad. Deze toename is gebaseerd op de genoemde punten uit paragraaf 4.1.1 en zal in deze paragraaf niet verder toegelicht worden. Onderstaand wordt de methodiek naar type assets verder toegelicht.

Wegen en verhardingen

Voor asfaltwegen neemt de vervangingsnieuwbouw in 2030 en 2050 toe ten opzichte van 2019. In belangrijke mate komt dit doordat de voorraad wegen toeneemt. Een andere belangrijke invloed is het veronderstelde vervangingspercentage van de voorraad. Dit percentage lag met circa 2% per jaar in 2019 lager dan het op basis van levensduur (45 jaar) verwachte niveau van 2,25% per jaar. Verondersteld wordt dat in 2050 circa 2,25% van de voorraad vervangen zal gaan worden en dat de helft van het verschil in vervangingspercentage tussen 2019 en 2050 al in 2030 overbrugd zal worden.

Ook voor klinkerwegen neemt de vervangingsnieuwbouw richting 2030 en 2050 toe door een toename van de voorraad en een hoger vervangingspercentage. Voor betonklinkers is verondersteld dat in 2050 een dertigste van de oppervlakte van de betonnen klinkerwegen herbestraat zal worden. Bij gebakken klinkerwegen is dit met 3% (1/33) wat lager, omdat de gemiddelde klinkerweg enigszins jonger is dan de gemiddelde betonklinkerweg. Net als bij de asfaltwegen is verondersteld dat de helft van het verschil tussen 2019 en 2050 al in 2030 overbrugd zal worden.

De vervanging van voetpaden is verondersteld gelijk te lopen met de vervanging van asfaltwegen en klinkerwegen. Hierbij is gekozen voor een vervangingspercentage dat gelijk is

³⁹ <https://magazines.rijksoverheid.nl/ienw/ienw-specials/2019/07/een-grote-en-urgente-opgave>.

aan een gewogen vervangingspercentage van asfalt en klinkerwegen. Hiervoor is dezelfde methode gehanteerd als voor 2019.

Civiele constructies

De vervangingsnieuwbouw van civiele constructies is in 2030 en 2050 gebaseerd op hetzelfde model als de productie in 2019. Het belangrijkste verschil is dat dit model ook gebruikt is voor RWS, dat de sloopfracties geüpdatet zijn en dat ook rekening is gehouden met veranderingen in de voorraad. Het updaten van de sloopfracties heeft te maken met het feit dat de kans dat een civiel kunstwerk gesloopt wordt, toeneemt naarmate het ouder wordt. In het model is dit aangepast door de sloopfracties één tijdvak te laten opschuiven in 2030 en twee tijdvakken te laten opschuiven in 2050. De kans dat bijvoorbeeld een betonnen viaduct uit de tijdvakken 1970-1980 of 1980-1990 gesloopt zou worden in 2019 bedroeg respectievelijk 0,7% en 0,4%. Met het doorschuiven van de sloopfracties wordt de kans dat een betonnen viaduct uit het tijdvak 1980-1990 gesloopt wordt 0,7% in 2030; de sloopfractie van het voorgaande tijdvak voor 2019 wordt derhalve gehanteerd voor 2030.

Door het vervangen van verouderde objecten door nieuwe objecten verandert ook de leeftijdsverdeling van de voorraad. Gebaseerd op de sloopfractie uit 2019, bestaat circa 4% ($1 - 0,996^{10}$) van alle betonnen viaducten uit het tijdvak 1980-1990 begin 2030 niet meer. Sloopfracties voor dit tijdvak zijn in 2030 echter hoger dan in 2019 omdat de viaducten gemiddeld ouder zijn. Indien met de sloopfractie uit 2030 zou worden gerekend dan bestaat bijna 7% ($1 - 0,993^{10}$) van de betonnen viaducten uit het tijdvak 1980-1990 begin 2030 niet meer. Voor de berekening van het aantal gesloopte kunstwerken in 2030 is gerekend met gemiddelde van de twee sloopfracties: het aantal betonnen viaducten uit het tijdvak 1980-1990 is 94,5% ($(1 - (4\% + 7\%)/2)$) van dit aantal op 1 januari 2020. Bovenstaande exercitie is voor alle civiele kunstwerken van alle opdrachtgevers gedaan voor zowel 2030 als 2050.

Riolering

De methodiek bij riolering komt bijna volledig overeen met de methodiek die gehanteerd is bij civiele kunstwerken. Ook bij riolering vormen sloopfracties per tijdvak en de voorraad-ontwikkeling het uitgangspunt. Wat bij riolering anders is dan bij civiele kunstwerken, is dat er drie verschillende type vervangingen zijn waarmee rekening is gehouden, net als bij de berekening van 2019 (zie paragraaf 2.3). 20% van de vervanging van de voorraad in 2019, 2030 en 2050 is gecategoriseerd als renovatie. Het overige deel (80%) betreft vervanging en verbetering. Beide categorieën waren in 2019 ongeveer even groot, maar er is verondersteld dat het aandeel vervanging ten opzichte van verbetering zal toenemen, omdat een steeds groter deel van de voorraad al gescheiden riolering zal hebben. Voor 2030 is de inschatting dat 37,5% verbetering is en dat dit in 2050 afgenomen is naar 35%.

Dijken

Voor de versterking van primaire waterkeringen is aangesloten bij de opgave van het deltaprogramma om gemiddeld 50 kilometer per jaar te versterken tot 2050⁴⁰. Om deze reden is verondersteld dat in zowel 2030 als in 2050 50 kilometer primaire waterkeringen versterkt zal worden. Voor regionale/overige waterkeringen is verondersteld dat de opgave ongeveer even groot is als bij primaire waterkeringen. Net als bij primaire waterkeringen is verondersteld dat 1,46% ($50/3425$) van de voorraad aan regionale/overige waterkeringen versterkt zal worden.

Spoor

Voor de vervangingsnieuwbouw van ProRail is uitgegaan van de leeftijdsopbouw van de spoorstaven van ProRail. Het is echter niet bekend wat de leeftijd was van de spoorstaven die vervangen zijn. Op basis van de huidige leeftijdsverdeling van het spoor, de hoeveelheid spoor die in 2019 is vervangen en figuur 20 uit het rapport 'Methode voor toerekening van kosten aan het minimumtoegangspakket 2017 ProRail' is ingeschat dat treinspoor gemiddeld bijna 40 jaar meegaat. Op basis hiervan zijn sloopfracties geschat om de vervangingsopgaven in 2030 en 2050 in te schatten. De vervangingsopgave van ProRail is vervolgens met dezelfde methode ingeschat

⁴⁰ Ministeries van I&W, LNV en BZK. (2020). "Deltaprogramma 2021 – Koersvast werken aan een klimaatbestendig Nederland".

als civiele constructies. Hierbij moet aangetekend worden dat de sloopfracties meer onzekerheid kennen bij het spoor.

Voor tram en metro is de leeftijdsverdeling van de voorraad sporen niet bekend. Wat wel bekend is, is dat spoor van tram en metro relatief wat nieuwer is dan dat van treinen en dat de levensduur hiervan wordt ingeschat op 30 jaar volgens de profielen die zijn ontvangen. In 2019 was minder vervangen dan alleen op basis van levensduur en gelijke verdeling van de voorraad verwacht zou worden (dus minder dan 1/30 van de voorraad). Dit komt doordat in de afgelopen decennia de voorraad relatief sterk is toegenomen, waardoor een groot deel van de voorraad nog niet aan het einde van de levensduur zit. Richting 2030 en 2050 zal een relatief groter deel van de voorraad vervangen moeten worden, al zal door de relatieve sterke toename van de voorraad tot 2040 dit nog minder zijn dan bij een evenredige verdeling van de voorraad. Aangenomen is dat in 2030 1/30 van de voorraad minus 15% vervangen wordt en dat dit stijgt naar 1/30 van de voorraad in 2050 minus 10%.

Gemalen en zuiveringsinstallaties

Voor rioolgemalen is dezelfde methodiek als bij civiele constructies verondersteld, net als in 2019. Voor oppervlaktegemalen is verondersteld dat deze ontwikkeling gelijk loopt met rioolgemalen. Doordat de gemiddelde leeftijd van oppervlaktegemalen hoger is dan rioolgemalen is de kans wel aanwezig dat de toename bij oppervlaktegemalen overschat wordt.

Over zuiveringsinstallaties was niet voldoende bekend om toekomstige ontwikkelingen te kunnen ramen. Voor 2030 en 2050 is verondersteld dat het niveau gelijk is aan 2019.

4.1.3 Groot onderhoud

Wegen

Bij wegen zijn drie onderdelen meegenomen die onder groot onderhoud vallen: deklagen, markering en verlichting. Net als voor 2019 is uitgegaan dat het aandeel van de wegen waarvan de deklaag en markering vervangen wordt, gelijk is aan 1 / levensduur van de deklaag. Het derde onderdeel dat is meegenomen bij wegen is de verlichting van alle wegen. Hierbij zijn dezelfde aannames gehanteerd met betrekking tot het aandeel wegen dat verlicht is en aangaande de levensduur van verlichting (30 jaar) als bij de berekening voor 2019. Voor alle drie de onderdelen geldt dat de productie dus alleen stijgt doordat de voorraad wegen toeneemt, waardoor ook de reconstructiebehoefte toeneemt.

Civiele constructies

De reconstructie van civiele constructies (bruggen, viaducten en sluizen) zijn in 2030 en 2050 gebaseerd op hetzelfde model als de productie in 2019, wat een combinatie van sloopfracties van taludbekleding en de leeftijdsverdeling van de voorraad impliceert. Net als bij vervangende nieuwbouw schuiven de sloopfracties van taludbekleding een tijdvak op. De voorraad-ontwikkeling die is gehanteerd voor het groot onderhoud van civiele constructies in 2030 en 2050 is dezelfde als die gebruikt is voor de berekeningen voor de vervangende nieuwbouw (zie 4.1.2 voor meer informatie).

Spoor

Voor zowel het spoor van ProRail als het spoor van de vier lokale vervoersbedrijven is het vervangen van ballast meegenomen als groot onderhoud. Voor 2030 en 2050 is een vergelijkbare hoeveelheid ballast per kilometer spoor in de voorraad aangehouden als in 2019. Hiermee is verondersteld dat de hoeveelheid ballast alleen beïnvloed wordt door de voorraadontwikkeling.

Gemalen

Het belangrijkste onderdeel dat bij reconstructie van gemalen vervangen wordt, zijn de pompen. Daarnaast worden bij rioolgemalen ook plaatafsluiters en bij oppervlaktegemalen ook het hekwerk vervangen. De reconstructie van rioolgemalen is in 2030 en 2050 gebaseerd op hetzelfde model als de productie in 2019, wat een combinatie is van sloopfracties van pompen en plaatafsluiters en de leeftijdsverdeling van de voorraad. Voor de voorraad was hierbij de leeftijdsverdeling van vrijvervalriolering in 2019 als proxy aangenomen. Deze leeftijdsverdeling van de voorraad is ook voor 2030 en 2050 aangenomen, aangezien er weinig bekend is over de

sloop van rioolgemalen naar tijdvak. Daarnaast heeft dit naar verwachting weinig effect op de resultaten omdat er relatief weinig rioolgemalen gesloopt worden.

Van oppervlaktegemalen is de leeftijdsverdeling niet bekend. De gemiddelde leeftijd van oppervlaktegemalen is wel hoger dan die van rioolgemalen, aangezien oppervlaktegemalen al gebouwd werden voordat het grootste deel van het riool is aangelegd. Het is aangenomen dat het aantal oppervlaktegemalen met een reconstructie gelijk is aan 1/50 van de voorraad.

4.2 B&U

In deze paragraaf wordt voor de b&u per onderdeel uitgelegd hoe de resultaten uit 2030 en 2050 zijn berekend.

4.2.1 Woningbouw

Nieuwbouw

Het startpunt voor het woningnieuwbouwbeeld en het beeld voor de komende jaren (2022-2026) vormen de 'Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2022'. De woningnieuwbouw bestaat uit uitbreidende nieuwbouw (vraag naar additionele woningen) en vervangende nieuwbouw (nieuwbouw die na sloop wordt teruggebouwd) minus toevoegingen anderszins (dit is een toename van het aantal woningen door woningsplitsingen of functieveranderingen naar woningen. Dit betreft een klein aantal). Om tot het beeld voor de nieuwbouw vanaf 2026 tot 2030 en 2050 te komen, is de ontwikkeling van de uitbreidingsnieuwbouw, de vervangende nieuwbouw en de toevoegingen anderszins in kaart gebracht. Voor de uitbreidingsnieuwbouw is de verwachte huishoudensgroei leidend. Hier zijn de meest recente prognoses van het CBS gehanteerd. Voor de vervangingsnieuwbouw zijn de ontwikkeling van de sloop en demografische ontwikkelingen van belang. In krimpgebieden worden gesloopte woningen immers niet allemaal teruggebouwd waardoor de vervangingsvraag kleiner zal zijn dan de sloop. In Randstedelijke gebieden zullen alle gesloopte woningen wel worden teruggebouwd en is de vervangingsvraag gelijk aan de sloop. Voor de ontwikkeling van de sloop zijn de leeftijd en kwaliteit van de voorraad en de ontwikkeling van kwaliteitseisen in de tijd belangrijke gehanteerde determinanten.

De verdeling naar één- en meergezinswoningen is gemaakt op basis van de huidige verdeling binnen de verschillende regio's in Nederland (corops). Zo worden in stedelijke corops naar verhouding meer meergezinswoningen gebouwd dan in landelijke regio's. Voor toekomstige jaren is de verhoudingen in de corops constant gehouden, maar door verschuivingen in huishoudensgroei tussen de verschillende regio's neemt het aandeel meergezinswoningen toe. Hiermee zet de historische trend richting meergezinswoningen in de toekomst geleidelijk door.

Sloop

Zoals hiervoor aangegeven zijn de leeftijd en kwaliteit van de voorraad en de ontwikkeling van kwaliteitseisen in de tijd belangrijke determinanten voor de sloop. Met behulp van sloopfracties (aandeel van de voorraad dat jaarlijks wordt gesloopt) en het verwachte voorraadniveau per bouwjaarklasse is voor eengezins- en meergezinswoningen de sloop in kaart gebracht. Hieronder zijn de gehanteerde slooppercentages voor 2030 en 2050 weergegeven.

Tabel 4.1 Slooppercentages woningbouw naar bouwjaarklasse ten opzichte van de voorraad, procenten, 2030 en 2050

	Tot 1945		1945-1970		1971-1998		Vanaf 1998	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Eengezins	0,20	0,18	0,55	0,88	0,17	0,50	0,04	0,04
Meergezins	0,68	0,63	1,17	1,81	0,41	0,78	0,08	0,10
Totaal	0,33	0,30	0,78	1,18	0,22	0,55	0,05	0,06

Bron: EIB

Herstel en verbouw

Voor de herstel en verbouwproductie vormde het beeld uit de Verwachtingen tot en met 2026 de basis. Vervolgens is op basis van verwachte economische groei en reeds in gang gezet beleid rond verduurzaming en de ontwikkeling van de voorraad in de tijd tot het beeld in 2030 en 2050 gekomen. Hierbij is rekening gehouden met de verwachte ontwikkeling van het aardgasvrij maken van bestaande woningen en de investeringen die hiermee samenhangen.

4.2.2 Utiliteitsbouw

Nieuwbouw

Ook voor de utiliteitsnieuwbouw vormen de beelden uit de Verwachtingen tot en met 2026 de basis. Vervolgens is voor iedere deelsector afzonderlijk gekeken naar de verwachte ontwikkeling van de belangrijkste economische en demografische determinanten en is op basis hiervan het pad naar 2030 en 2050 vormgegeven. Voor de nieuwbouw van bedrijfsruimten speelt de verwachte economische groei een belangrijke rol, terwijl voor de nieuwbouw van kantoren de groei in de dienstensector (kantoorhoudende banen) van belang is. Voor winkels zijn ontwikkelingen in bestedingen en online winkelen belangrijke determinanten en bij de nieuwbouw van zorggebouwen speelt onder andere de leeftijdsopbouw van de bevolking een belangrijke rol. Voor de nieuwbouw van onderwijsgebouwen is de ontwikkeling in het leerlingenaantal de belangrijkste determinant.

Sloop

Net als bij de sloop van woningen spelen bij de sloop van utiliteitsgebouwen de leeftijd en kwaliteit van de voorraad en toenemende kwaliteitseisen aan gebouwen gesteld een belangrijke rol. Op basis van de gerealiseerde sloop en de voorraad utiliteitsgebouwen uit de BAG zijn de slooppercentages per type utiliteitsgebouw in kaart gebracht. Voor de analyse van de sloop zijn de gemiddelde slooppercentages per type utiliteitsgebouw voor de periode 2014-2018 op de voorraad gehanteerd. Deze slooppercentages zijn te vinden in tabel 4.2.

Tabel 4.2 **Gemiddeld slooppercentage ten opzichte van de voorraad per deelsector, 2014-2018**

	Gemiddelde sloop %
Bedrijfsruimten	0,46
Kantoren	0,40
Winkels	0,35
Onderwijsgebouwen	1,06
Zorggebouwen	0,81
Overige gebouwen	0,56

Bron: BAG, bewerking EIB

Herstel en verbouw

Voor de herstel en verbouwproductie in de utiliteitsbouw is tot en met 2026 uitgegaan van het beeld uit de Verwachtingen. Vervolgens is net als bij de woningbouw gekeken naar economische groei, bestaand beleid rond verduurzaming, de voorraadontwikkeling op basis van de verwachte nieuwbouw en sloop en de verwachte ontwikkeling van kwaliteitseisen. Op basis van de verwachte ontwikkeling van deze factoren is het herstel en verbouw beeld voor de utiliteitsbouw in 2030 en 2050 opgesteld.

5 Gebruikte profielen

Er zijn profielen (modelmatige benaderingen) opgesteld om de genoemde gww-assets en b&u-gebouwen die in de praktijk worden gebouwd, onderhouden en gesloopt zo accuraat mogelijk te representeren. Deze profielen bevatten informatie over de omvang, materiaaltypen, materiaalvolumes en de bijkomende waarden voor de MKI en ingebedde CO₂-emissies van de verschillende assets en gebouwen. Met deze profielen zijn de in areaalcijfers (gww) omgezet in materiaalvoorraden en zijn de productiecijfers voor nieuwbouw, sloop en groot onderhoud of herstel en verbouw (b&u en gww) omgezet in de materiaalstromen, MKI en ingebedde CO₂-emissies.

5.1 GWW profielen

Gehanteerde profielen⁴¹

Voor de gww is er gewerkt met een set van 32 referentie-assets, opgedeeld in 11 varianten waarmee de voorraad en mutaties (nieuwbouw, sloop en groot onderhoud) aan gww assets zijn gemodelleerd om tot materiaalstromen, de MKI en ingebedde CO₂-emissies te komen. Een variant is gemiddeld profiel van een groep vergelijkbare assets tezamen, zoals alle wegen samen (gemeente-, provincie- en rijkswegen). Dit is een gemiddeld profiel, waarbij de materiaalsamenstellingen van de verschillende asset profielen binnen de variant evenredig als middelingsfactor genomen zijn.

Deze referentie assets binnen de varianten zijn:

- Bruggen
 - Beweegbare brug
 - Betonnen brug (2x2 rijbanen, overspanning 19m)
 - Betonnen brug (2x3 rijbanen, overspanning 40m)
 - Betonnen brug (met rail, overspanning 40m)
 - Stalen brug (2x3 rijbanen, overspanning 80m)
 - Stalen brug (met rail, overspanning 80m)
 - Houten fietsbrug (met fietspad, overspanning 12m)
- Gemalen
 - Rioolgemaal
 - Poldergemaal
- Kustverdediging
 - Primaire dijken, combinatie van:
 - Primaire dijk rivier
 - Primaire dijk kust
 - Primaire dijk meer
 - Regionale dijken
 - Zandsuppletie
- Riolering
 - Mechanische riolering
 - Vrijerval riolering
- Rioolwaterzuiveringsinstallatie
 - RWZI
- Sluizen
 - Sluis
- Spoor
 - Tramspoor/metro
 - Treinspoor
- Tunnels
 - Tunnel (4 rijbanen, lengte 195m)

⁴¹ De volledige profielen zijn opgenomen in Bijlage B. Voor elk profiel is de samenstelling in toegepast items uit Dubocalc weergegeven en wat de materiaalsamenstelling is.

- Tunnel (4 rijbanen, lengte 426m)
- Tunnel (met spoor, lengte 847m)
- Onderdoorgang (lengte 71m)
- Viaducten
 - Viaduct voor semi-directe verbindingsweg (1 rijbaan met 2 rijstroken, overspanning 50m)
 - Viaduct (2x3 rijbanen, overspanning 187m)
 - Viaduct (met spoor, overspanning 91m)
- Voetgangerspaden en -gebied
 - Betontegels
 - Betonklinkers
 - Gebakken klinkers
- Wegen
 - Rijksweg
 - N-weg
 - GO-weg
 - Fietspad

Bronnen van de profielen

De profielen zijn afkomstig uit verschillende bronnen. Voor de bruggen (m.u.v. beweegbare brug), het spoor, de tunnels, viaducten (m.u.v. semi-directe verbindingsweg) en de wegen (m.u.v. de N-weg) is gebruik gemaakt van de Dubocalc Objectenbibliotheek⁴². Hierin zijn voor objecten in gww-projecten profielen opgesteld. Voor de beweegbare brug, sluis, viaduct voor semi-directe verbindingsweg, betontegels en de N-weg is gebruikgemaakt van profielen die opgesteld zijn door Provincie Noord-Holland. Deze zijn opgesteld om representatief te zijn voor het areaal van de Provincie en zijn in het geval van het viaduct en de N-weg gebaseerd op de profielen in de objectenbibliotheek. Er is ook gebruik gemaakt van informatie betreffende het materiaalgebruik voor assets van waterschappen, die is opgedaan in een opdracht vanuit het STOWA. Op basis van deze informatie zijn profielen in Dubocalc opgesteld. Dit betreft de profielen voor gemalen, kustverdediging, riolering en rioolwaterzuiveringsinstallatie. Tenslotte zijn de profielen voor verhardingen van gebakken- en betonklinkers opgesteld op basis van deskresearch in de gemiddelde typen bestratingen voor gemeentelijke niet-asfaltverhardingen. Waar nodig geacht op basis van gesprekken met experts, deskresearch en inzichten in de assets in de praktijk zijn aanpassingen aan de beschreven profielen gemaakt. Deze worden hieronder kort beschreven.

Omvang van assets

Voor de profielen voor tunnels en viaducten vanuit de Objectenbibliotheek is de lengte variabel in te stellen. De lengte van de tunnel en de overspanning van het viaduct is zo gekozen dat deze representatief is voor de populatie van deze assets van de verschillende beheerders in de praktijk. Deze lengte is vastgesteld op basis van de gemiddelde (overspannings)lengte van tunnels en viaducten in de voorraad van Rijkswaterstaat, Prorail en provincies en gemeenten, zoals verkregen uit de BGT. Deze staan in de bovenstaande lijst tussen haakjes weergegeven achter de profielen van tunnels en viaducten. Voor tunnels en viaducten zijn de gemiddelden van gemeenten en provincies samengenomen. Voor onderdoorgangen is een gemiddelde genomen alle beheerders wegens de beperkte spreiding in de omvang binnen deze assets van deze beheerders.

Gebakken- en betonklinkers

Het profiel van voetpaden van betontegels van Provincie Noord-Holland is gebruikt om de profielen van gebakken- en betonklinkers op te stellen. In plaats van een funderingslaag van 500 mm ophoogzand, is uitgegaan van een funderingslaag van 250 mm ophoogzand en 250 mm menggranulaat. In plaats van betontegels in het voetpadprofiel van Provincie Noord-Holland is voor de verhardingslaag uitgegaan van gebakken- of betonklinkers.

⁴² <https://dubocalc.nl/nieuws/dubocalc-objectenbibliotheek/>

Asfaltwegen

De verzamelde profielen voor asfaltwegen gingen uit van een totale asfaltdikte tussen 250 mm (voor fietspaden) en 320 mm (voor de andere wegen) en er werd een funderingslaag van granulaten aangenomen van 250 mm voor alle profielen. Na doorrekening van de productie voor 2019 werden uitkomsten verkregen met een totale asfaltconsumptie die bijna twee keer hoger uitkwam dan wat er via de top-down aanpak was berekend. Na consultatie met Dura Vermeer is gekozen om de volgende fundering- en asfaltdiktes toe te passen:

- Rijkswegen
 - Deklaag: 50 mm
 - Tussen en onderlaag: 160 mm
 - Funderingslaag van menggranulaat: 300 mm
- Provinciale wegen
 - Deklaag: 35 mm
 - Tussen en onderlaag: 110 mm
 - Funderingslaag van menggranulaat: 275 mm
- Gemeentelijke wegen
 - Deklaag: 30 mm
 - Tussen en onderlaag: 100 mm
 - Funderingslaag van menggranulaat: 275 mm
- Fietswegen
 - Deklaag: 30 mm
 - Tussen en onderlaag: 70 mm
 - Funderingslaag van menggranulaat: 250 mm

Daarnaast is de hoeveelheid lichtmasten per kilometer weg aangepast om in lijn te zijn met de hoeveelheid die in de voorraad is aangenomen zoals omschreven onder 2.4.

Dijkversterking

Vanuit de data uit het STOWA-project zijn profielen opgezet voor de verschillende dijken. Deze zijn toegepast om de materiaalvoorraden te modelleren. In de productiecijfers wordt echter uitgegaan van dijkversterking, waarbij niet een gehele dijk wordt aangelegd, maar waarbij ophoging plaatsvindt. Om de productie te modelleren zijn profielen voor dijkversterking opgezet, waarbij voor alle profielen een verhoging van 0,3 meter is aangenomen op basis van de gemiddelde verhoging waar Waterschap Amstel, Gooi en Vecht vanuit gaat⁴³.

Wegdek op civiele kunstwerken

In de profielen voor bruggen, viaducten en tunnels uit de Objectenbibliotheek is standaard het wegdek meegenomen als onderdeel van het profiel. In de productiecijfers is dit wegdek echter geen onderdeel van deze assets. Om dubbeltelling te voorkomen is in de profielen van deze assets het wegdek verwijderd.

Civiele kunstwerken Prorail

Voor tunnels, viaducten en bruggen van Prorail zijn de profielen uit de Objectenbibliotheek gebruikt, maar is het wegdek verwijderd. In lijn met het voorgaande punt over het wegdek op civiele kunstwerken is er geen spoor toegevoegd aan deze werken, omdat de aangelegde of vervangen lengte van dit spoor al in de productiecijfers voor het spoor zijn opgenomen.

⁴³ <https://www.agv.nl/faq/projecten/dijkverbetering-de-aa/hoe-hoog-moet-de-dijk-zijn/>

Matching profielen aan assets uit productiecijfers

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** tabel 5.1 is weergegeven hoe de door EIB geraamde assets gematcht zijn aan de gehanteerde referentie-assets.

Tabel 5.1 Overzicht matching assets uit productiecijfers aan assets

Type asset	Gehanteerd referentie asset
Wegen	
Wegen Rijkswegen Asfalt RWS	Rijksweg
Wegen Rijkswegen Overig RWS	Rijksweg
Wegen Provinciale wegen Asfalt Provincie	N-weg
Wegen Provinciale wegen Overig Provincie	N-weg
Wegen Gemeentewegen Asfalt Gemeente	GO-weg
Wegen Gemeentewegen Gebakken klinkers Gemeente	Gebakken klinkers
Wegen Gemeentewegen Betonklinkers Gemeente	Betonklinkers
Wegen Gemeentewegen Overig Gemeente	GO-weg
Wegen Fietswegen Asfalt Gemeente	Fietspad
Wegen Fietswegen Overig Gemeente	Fietspad
Voetpad Voetpad Voetpad Gemeente	Voetgangerspaden en -gebied
Bruggen	
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen beton RWS	Betonnen brug (2x3 rijbanen, overspanning 40m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen beton Prorail	Betonnen brug (2x3 rijbanen, overspanning 40m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen beton Provincie	Betonnen brug (2x2 rijbanen, overspanning 19m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen beton Gemeente	Betonnen brug (2x2 rijbanen, overspanning 19m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen beton Waterschap	Betonnen brug (2x2 rijbanen, overspanning 19m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen staal RWS	Stalen brug (2x3 rijbanen, overspanning 80m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen staal Prorail	Stalen brug (met rail, overspanning 80m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen staal Provincie	Stalen brug (2x3 rijbanen, overspanning 80m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen staal Gemeente	Stalen brug (2x3 rijbanen, overspanning 80m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen staal Waterschap	Stalen brug (2x3 rijbanen, overspanning 80m)

Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen hout RWS	Houten fietsbrug (met fietspad, overspanning 12m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen hout Prorail	Houten fietsbrug (met fietspad, overspanning 12m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen hout Provincie	Houten fietsbrug (met fietspad, overspanning 12m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen hout Gemeente	Houten fietsbrug (met fietspad, overspanning 12m)
Bruggen + viaducten Bruggen vast Bruggen hout Waterschap	Houten fietsbrug (met fietspad, overspanning 12m)
Bruggen + viaducten Viaducten Viaducten RWS	Viaduct (2x3 rijbanen, overspanning 187m)
Bruggen + viaducten Viaducten Viaducten Prorail	Viaduct (2x3 rijbanen, overspanning 187m)
Bruggen + viaducten Viaducten Viaducten Provincie	Viaduct voor semi-directe verbindingsweg (1 rijbaan met 2 rijstroken, overspanning 50m)
Bruggen + viaducten Viaducten Viaducten Gemeente	Viaduct voor semi-directe verbindingsweg (1 rijbaan met 2 rijstroken, overspanning 50m)
Bruggen + viaducten Viaducten Viaducten Waterschap	Viaduct voor semi-directe verbindingsweg (1 rijbaan met 2 rijstroken, overspanning 50m)
Bruggen + viaducten Bruggen beweegbaar Beweegbaar RWS	Beweegbare brug
Bruggen + viaducten Bruggen beweegbaar Beweegbaar Prorail	Beweegbare brug
Bruggen + viaducten Bruggen beweegbaar Beweegbaar Provincie	Beweegbare brug
Bruggen + viaducten Bruggen beweegbaar Beweegbaar Gemeente	Beweegbare brug
Bruggen + viaducten Bruggen beweegbaar Beweegbaar Waterschap	Beweegbare brug

Tunnels

Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Tunnels RWS	Tunnel (4 rijbanen, lengte 426m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Tunnels Prorail	Tunnel (met spoor, lengte 847m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Tunnels Provincie	Tunnel (4 rijbanen, lengte 195m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Tunnels Gemeente	Tunnel (4 rijbanen, lengte 195m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Tunnels Waterschap	Tunnel (4 rijbanen, lengte 195m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Onderdoorgang RWS	Onderdoorgang (lengte 71m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Onderdoorgang Prorail	Onderdoorgang (lengte 71m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Onderdoorgang Provincie	Onderdoorgang (lengte 71m)

Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Onderdoorgang Gemeente	Onderdoorgang (lengte 71m)
Tunnels en onderdoorgangen Tunnel Onderdoorgang Waterschap	Onderdoorgang (lengte 71m)

Sluizen

Sluizen Sluizen Sluizen RWS	Sluizen
Sluizen Sluizen Sluizen Provincie	Sluizen
Sluizen Sluizen Sluizen Gemeente	Sluizen
Sluizen Sluizen Sluizen Waterschap	Sluizen

Riolering

Riolering (km) Vrijverval Riolering Gemeente km	Vrijverval riolering
Riolering (km) mechanisch riolering Riolering Gemeente km	Mechanische riolering

Kustverdediging

Kustverdediging primaair Dijken RWS km	Primaire dijk rivier, kust, meer
Kustverdediging regionaal Dijken RWS km	Regionale dijken

Spoor

Spoor Trein/Prorail Spoor Prorail km	Spoor
Spoor Tram/metro/lightrail Spoor GVB km	Tramspoor/metro
Spoor Tram/metro/lightrail Spoor HTM km	Tramspoor/metro
Spoor Tram/metro/lightrail Spoor U-OV km	Tramspoor/metro
Spoor Tram/metro/lightrail Spoor RET km	Tramspoor/metro

Gemalen

Gemalen Rioolgemaal Riool Gemeente	Rioolgemaal
Gemalen Rioolgemaal Riool Waterschap	Rioolgemaal
Gemalen Oppervlaktegemaal Gemalen Waterschap	Poldergemaal

Zuiveringsinstallaties

Zuiveringsinstallaties Zuiveringsinstallaties Zuiveringsinstallaties Waterschap	RWZI
---	------

Bron: Metabolic

Materiaalkeuzes referentie assets richting 2030 en 2050

Het is aannemelijk dat er tot 2050 ontwikkelingen plaatsvinden aangaande andere bouwwijzen en ander materiaalgebruik. Er zijn echter op dit moment geen eenduidige aanwijzingen voor blijvend veranderende ontwerpen en materialisaties van de gebruikte profielen. Gezien de onzekerheid is ervoor gekozen om de profielen die voor 2019 zijn gehanteerd te handhaven voor de doorkijk.

Opbouw van de profielen

Elk profiel is opgebouwd uit een selectie van items uit Dubocalc (versie 6.0). Deze samenstelling van items geeft bijvoorbeeld aan hoeveel m³ funderingsmateriaal er in een weg zit en of dit ophoogzand is, of dat het om hydraulisch menggranulaat gaat. Deze samenstelling is gebruikt voor het berekenen van de MKI-waarden en ingebedde CO₂-emissies van de assets en ingrepen (zie hoofdstuk 7 van deze bijlage). Daarnaast bevat elk profiel informatie over de materiaalsamenstelling van de asset. Hiervoor is zijn de items omgerekend naar de massa van de verschillende materialen. Dit wordt verder toegelicht in hoofdstuk 6.

De volledige profielen zijn opgenomen in Bijlage B. Voor elk profiel is de samenstelling in toegepast items uit Dubocalc weergegeven en wat de materiaalsamenstelling is.

5.2 B&U profielen

Gehanteerde profielen

Voor de b&u is er gewerkt met een set van 12 referentiegebouwen, waarmee mutaties (nieuwbouw, sloop en herstel en verbouw) aan de woningvoorraad zijn gemodelleerd om tot materiaalstromen, de MKI en ingebedde CO₂-emissies te komen. Deze referentiegebouwen zijn:

- Woning, tussen, small (hellend dak)
- Woning, hoek, medium
- Woning, vrij
- Woongebouw, medium
- Kantoorgebouw, medium
- Kantoorgebouw, extra large (met atrium)
- Bedrijfshal met kantoor
- Distributiecentrum
- Brede school
- School VO
- Winkel met appartementen
- Woonzorgcentrum

Bronnen van de profielen

Voor de woningen en kantoren is gebruik gemaakt van de RVO-referentiegebouwen, welke zijn gematerialiseerd door W/E Adviseurs en LBP Sight in 2019⁴⁴. Door aan te sluiten op deze openbare profielen wordt het makkelijker om de studie te herhalen. Voor de overige utiliteitsgebouwen (naast kantoren) bestaan nog geen gematerialiseerde RVO-referenties. Voor de utiliteitsgebouwen (exclusief kantoren) is daarom uitgegaan van profielen die ten behoeve van de voorgaande studie zijn aangeleverd door SGS Search.

Gelijktrekken van de profielen van beide bronnen

In de profielen vanuit de RVO referentiegebouwen en de referentiegebouwen van SGS Search zijn verschillende keuzes gemaakt aangaande de toegepaste producten en de daarbij behorende materiaalintensiteiten. Dit soort keuzes kunnen invloed hebben op de massa en MKI van de profielen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan keuzes omtrent de types en de diktes van de vloeren die zijn toegepast voor de begane grond en verdiepingen en de keuze voor bepaalde typen binnenwanden. Veel van deze keuzes zijn specifiek voor de het gebouwtype waarvoor deze gemaakt zijn, terwijl andere verschillen in productkeuzes tussen bouwtypen te betwisten zijn. Zo kunnen kanaalplaatvloeren en breedplaatvloeren beiden toegepast worden als verdiepingvloeren in utiliteitsgebouwen (met uitzondering van kantoren). In deze gevallen zijn uniforme keuzes gemaakt voor een specifiek product of een combinatie hiervan tussen de profielen, om zo de profielen meer gelijk te trekken. Op deze manier is gepoogd uitschieters in de massa en MKI van profielen die veroorzaakt zijn door betwistbare productkeuzes te voorkomen.

⁴⁴ W/E adviseurs (2019). "Materialisatie referentiebouwwerken – Uitbreiding toepassing BENG-referentiegebouwen"

Matching profielen aan gebouwen uit productiecijfers

In tabel 5.2 is weergegeven hoe de door EIB geraamde gebouwen gematcht zijn aan de gehanteerde referentiegebouwen.

Tabel 5.2 Overzicht matching gebouwen uit productiecijfers aan referentiegebouwen

Type bouwwerk	Gehanteerd referentiegebouw
Woningen	
Seriematig	Woning, tussen, small (hellend dak)
2-onder-1-kap	Woning, hoek, medium
Vrijstaand	Woning, vrij
Appartement	Woongebouw, medium
Utiliteitsgebouwen	
Bedrijfsruimten klein en middelgroot <10.000 m ²	Bedrijfshal met kantoor
Bedrijfsruimten groot >10.000 m ²	Distributiecentrum
Kantoor klein <1.000 m ²	Kantoorgebouw, medium
Kantoor middelgroot 1.000 - 10.000 m ²	Kantoorgebouw, medium
Kantoor groot >10.000 m ²	Kantoorgebouw, extra large (met atrium)
Basisschool	Brede school
Middelbare school	School VO
Hoge school/universiteit	School VO
Zorggebouw <1.500 m ²	Kantoorgebouw, medium
Zorggebouw >1.500 m ²	Woonzorgcentrum
Winkels	
Winkel met appartementen	
Bijeenkomst (<1.000 m ² , 1.000-10.000 m ² , >10.000m ²)	Kantoorgebouw, medium; Kantoorgebouw, medium; Kantoorgebouw, extra large (met atrium)
Sport (<1.000 m ² en >1.000 m ²)	Kantoorgebouw, medium; Distributiecentrum
Overig (<1.500 m ² en >1.500 m ²)	Bedrijfshal met kantoor; Distributiecentrum

Bron: Metabolic, EIB

Materiaalkeuzes referentiegebouwen 2019

Om de profielen representatief te maken voor de (nieuw)bouwpraktijk in 2019 zijn een aantal aanpassingen doorgevoerd in de materiaalsamenstelling. Deze aanpassingen zijn op basis van deskresearch en een tweetal rondetafels met experts uit de woning- en utiliteitsbouw gedefinieerd. Deze aanpassingen zijn als volgt:

- Dikte van isolatielagen aanpassen om de Rc waarden te behalen die geldig waren volgens de EPC eisen tussen 1 januari 2015 en 1 januari 2021:
 - Vloer 3,5;
 - Gevel 4,5;
 - Dak 6,0⁴⁵;
- HR++ glas toepassen in nieuwbouw;
- Systeemwanden (metalstud) toepassen bij niet-dragende binnenwanden:
 - 20% van de niet-dragende binnenwanden in appartementen;
 - 50% van de niet-dragende binnenwanden in kantoren, scholen, winkels en zorgcentra;
- Type kozijnen aangepast in om tot een representatieve mix van aluminium, hout en kunststof te komen:
 - Grondgebonden woningen: 50% kunststof, 50% hout;
 - Meergezinswoningen: 80% aluminium, 20% kunststof;
 - Utiliteitsgebouwen: $\frac{1}{3}$ aluminium, $\frac{1}{3}$ hout en $\frac{1}{3}$ kunststof;
- Massa toevoegen (7,5%) in de verdiepingsvloeren in de nieuwbouw van kantoren;
- Ventilatie in woningen aanpassen naar 50% mechanische afvoer en 50% balansventilatie;
- Warmtesysteem (opwek en afgifte) aanpassen naar een representatieve mix voor 2019:
 - Woningen:
 - CV - 45%
 - Warmtepomp lucht-water - 33,75%
 - Stadsverwarming - 10% (met 5% vloerverwarming en 5% radiatoren)
 - WKO - 11,25%
 - Utiliteitsgebouwen:
 - WKO - 100% (75% vloerverwarming en 25% klimaatplafond)
- PV-panelen toegevoegd
 - Woningen: 10% van de woningen voorzien met 4 panelen (0,4 paneel per woning);
 - Utiliteitsgebouwen: 30% van het dakoppervlakte voorzien met PV.

Materiaalkeuzes referentiegebouwen 2030 en 2050

Om de profielen representatief te maken voor de mogelijke bouwpraktijk in 2030 en 2050 zijn een aantal aanpassingen doorgevoerd in de materiaalsamenstelling. Deze aanpassingen zijn op basis van deskresearch en een tweetal rondetafels met experts uit de woning- en utiliteitsbouw gedefinieerd. Deze aanpassingen zijn als volgt:

- Dikte van isolatielagen aangepast om de Rc waarden te behalen die geldig zijn binnen de BENG eisen vanaf 1 januari 2021:
 - Vloer 3,7;
 - Gevel 4,7;
 - Dak 6,3.⁴⁶
- Warmtesysteem (opwek en afgifte) aanpassen naar een representatieve mix waarin aansluiting op aardgas niet meer is toegestaan:
 - Woningen:
 - Warmtepomp lucht-water - 61,36%
 - Stadsverwarming - 18,18% (met 9,09% vloerverwarming en 9,09% radiatoren)
 - WKO - 20,45%

Bij deze aanpassingen is voor een enigszins conservatieve aanpak gekozen. De reden hiervoor is dat de bouwpraktijk in 2030 en 2050 zich moeilijk laat voorspellen. Er zijn signalen en trends te identificeren, maar het vaststellen van de exacte implicaties op de materialisatie is lastig zonder een gehele scenariostudie. Daarom is hier hoofdzakelijk uitgegaan van de implicaties van beleid dat vanaf 2019 actief is geworden. Omdat beleid tussen 2030 en 2050 nog niet bekend is, zijn er ook geen veranderingen in de profielen in deze periode meegenomen.

⁴⁵ <https://www.nieman.nl/specialismen/energie-en-duurzaamheid/epc-rc-vanaf-01-01-2015/>

⁴⁶ <https://dgm.nl/beng/>

Materiaalkeuzes referentiegebouwen uit het verleden

Verder richting het verleden is de materialisatie van gebouwen is ook gewijzigd. Zo zal een gebouw uit de jaren 30 een andere materiaalopbouw kennen dan een gebouw uit de jaren 90. Om de vrijkomende materiaalstromen uit sloopwerkzaamheden ook representatief naar het bouwjaar van het te slopen gebouw te modelleren, zijn de profielen ook aangepast om rekening te houden met deze jaargangen.

De volgende jaargangen worden onderscheiden:

- Voor 1945;
- 1945 - 1970;
- 1971 - 2000;
- 2000 tot 2019.

Voor deze jaargangen zijn productkeuzes aangepast in de profielen. De volledige lijst die weergeeft welke productkeuzes zijn gemaakt om de bouwjaarklassen te benaderen is opgenomen in bijlage B, tabblad 'b&u Jaargangen'. Voor de jaargangen zijn voor woningen en kantoren RVO referentiegebouwen gebruikt. Voor de overige bouwtypen is, in lijn met de studie in 2014, gebruik gemaakt van de referentiegebouwen van SGS Search om tot profielen van de gebouwen in het verleden te komen.

Opbouw van de profielen

Elk profiel is opgebouwd uit een selectie van producten uit de Milieudatabase B&U (versie 2.3). Deze productsamenstelling geeft bijvoorbeeld aan hoeveel m² binnenwanden er in een gebouw zit en of dit betonnen prefab elementen zijn, of dat het om hsb wanden gaat. Deze product-samenstelling is gebruikt voor de berekenen van de MKI waarden van de gebouwen en ingrepen (zie hoofdstuk 7 van deze bijlage). Daarnaast bevat elk profiel informatie over de materiaalsamenstelling van het gebouw. Hiervoor is de productsamenstelling omgerekend naar de massa van de verschillende materialen (zie hoofdstuk 6 van deze bijlage).

De volledige profielen voor alle jaargangen zijn opgenomen in Bijlage B (B&U Profielen Producten en B&U Profielen Materialen). Voor elk profiel is weergegeven de samenstelling in termen van welke producten uit de NMD zijn toegepast en wat de materiaalsamenstelling is.

6 Materiaalstromen

6.1 Bottom-up materiaalstromen: GWW en B&U

In de bottom-up methode zijn de productie- en reconstructiecijfers gekoppeld aan de profielen, om zo de materiaalstromen in kaart te brengen. Deze methode wordt in dit hoofdstuk verder toegelicht.

6.1.1 GWW

Van profielen naar materialen

De gww profielen uit hoofdstuk 5 van deze bijlage bevatten inzicht in de typen en hoeveelheid items die toegepast worden in deze gww assets. Om iets te zeggen over de materiaaltypen en massa van de profielen is een vertaling van items naar materialen uitgevoerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van de categorie 3 LCA-rapporten van de Nationale Milieudatabase⁴⁷. Deze LCA-rapporten bevatten per item een overzicht van de milieueffecten en de MKI van de onderdelen van het item en van de processen om dit item o.a. te produceren, onderhouden en verwerken. Hierin is ook de samenstelling van het item in termen van de benodigde grondstoffen weergegeven. Deze samenstelling is aangehouden voor de vertaling van items naar materialen.

De materiaaltypen verkregen uit de LCA-rapporten zijn deels andere materiaaltypen dan de benamingen die we in het rapport gebruiken. Op basis van de LCA-rapporten komen er in totaal 83 unieke materialen voor in de items in de profielen. Om tot een werkbare en herkenbare set materialen te komen zijn deze materialen geassocieerd naar 23 materiaalcategorieën. In bijlage B (tabblad 'GWW Classificatie') staat deze classificatie weergegeven. De resulterende materiaal-typen en massa per profiel is in te zien in bijlage B (tabblad 'GWW Profielen'). De materiaal-samenstelling van elk item is hierin ook weergegeven.

Vervangende nieuwbouw

In tegenstelling tot uitbreidingsnieuwbouw is voor vervangende nieuwbouw aangenomen niet per definitie de gehele asset 1-op-1 wordt vervangen. Er is aangenomen dat een groot deel van de items in de profielen 1-op-1 worden vervangen, maar dat een aantal items ook behouden blijft. Voorbeelden van items die niet worden vervangen zijn grond en ophoogzand, waarvoor wordt aangenomen dat deze blijven zitten in de assets. Daarnaast is aangenomen dat bij vervangende nieuwbouw van wegen slechts in 45% van de gevallen de granulaten in de funderingslaag worden vervangen.

Bij dijken wordt bij vervangende nieuwbouw alleen materiaal toegevoegd en is aangenomen dat geen materiaal vrijkomt. De hoeveelheid aangebracht materiaal correspondeert met de aangenomen verhoging van 0,3 meter.

Bij spoorwegen is nu nog aangenomen dat spoorballast en porfier volledig wordt vervangen. Er zijn echter aanwijzingen vanuit de interviews dat het ook kan gaan om aanbrengen i.p.v. vervangen, waarmee de hoeveelheid vrijkomende ballast mogelijk overschat is, evenals de hoeveelheid gevraagde ballast.

De totale lijst met het aandeel aangebrachte en vrijkomende items bij vervangende nieuwbouw is opgenomen in bijlage B (tabblad 'GWW Vervangende Nieuwbouw').

⁴⁷ <https://milieudatabase.nl/database/nationalemilieudatabase/>

Reconstructie/groot onderhoud

Bij reconstructie/groot onderhoud is voor een specifieke set items aangenomen dat deze worden vervangen (zie hoofdstuk 4 van deze bijlage). Deze items die worden vervangen, zijn weergegeven in bijlage B (tabblad 'GWW Reconstructie').

Van productie naar materiaalstromen

De profielen inclusief materialisatie en de gematerialiseerde productvervangingen zijn respectievelijk gekoppeld aan de productie- en reconstructiecijfers om inzicht te bieden in de materiaalstromen. Voor de gww-profielen is daarnaast een vermenigvuldigingsfactor toegepast bij de vertaling naar de hoeveelheid items en materialen. Deze factor beschrijft het aantal vervangingen over de levensduur van een asset. In de resultatenexport van Dubocalc worden namelijk automatisch het aantal vervangingen over de levensduur van het project meegenomen. Zo wordt de hoeveelheid van een item met een werkelijke levensduur van 10 jaar binnen een project met een levensduur van 100 jaar met 10 vermenigvuldigd. Om inzicht te krijgen in de eenmalige materiaalconsumptie van uitbreidingsnieuwbouw is de hoeveelheid materiaal gedeeld door deze factor.

6.1.2 B&U

Van profielen naar materialen

De verkregen profielen uit hoofdstuk 5 bevatten inzicht in de typen en hoeveelheid producten die toegepast worden in deze gebouwen. Om iets te zeggen over de materiaaltypen en massa van de profielen is een vertaling van producten naar materialen uitgevoerd. Hiervoor is gebruikt gemaakt van de categorie 3 productkaarten van de Nationale Milieudatabase.⁴⁸ Deze geeft per product weer uit welke materialen dit product bestaat en wat de massa is van deze materialen per functionele eenheid van het product. Voor alle producten die toegepast zijn in de profielen, zijn deze typen en hoeveelheden materialen in kaart gebracht, waarmee vervolgens de omrekening naar materialen per profiel gedaan is.

De materiaaltypen verkregen uit de Nationale Milieudatabase gebruiken een vrij specifieke benaming; het gaat om een zogeheten productonderdeel met een SBK code. In totaal zijn er 94 unieke productonderdelen met een SBK codes toegepast in de producten in de profielen. Om tot een werkbaar en herkenbare set materialen te komen, zijn deze productonderdelen geclassificeerd naar 19 materiaalcategorieën. In bijlage B (tabblad B&U SKB Classificatie) staat deze classificatie weergegeven. De resulterende materiaaltypen en massa per profiel is in te zien in bijlage B (tabblad B&U Profielen Materialen).

Herstel, verbouw en onderhoud

Voor herstel en verbouw zijn zowel de benodigde als vrijkomende materiaalstromen in kaart gebracht. Hiervoor zijn de materiaalstromen van acht ingrepen berekend. De ingrepen zijn renovatie en groot onderhoud bedrijfsgebouwen, kleinschalige verbeteringen huurwoningen, groot onderhoud huurwoningen, verbouw of renovatie koopwoningen, mutatieonderhoud huurwoningen, groot onderhoud huurwoningen, kleinschalige verbeteringen huurwoningen, renovatie en groot onderhoud andere utiliteitsgebouwen. Voor al deze ingrepen is in kaart gebracht welke producten er aangebracht of vervangen zijn. Deze lijst met aangebrachte en vervangen producten is opgenomen in bijlage B (tabblad B&U Productvervangingen Herstel & Verbouw). Deze producten per ingreep zijn op dezelfde manier vertaald naar materialen als de producten in de profielen.

Van productie- en onderhoudscijfers naar materiaalstromen

De profielen inclusief materialisatie en de gematerialiseerde productvervangingen zijn respectievelijk gekoppeld aan de productie- en herstel en verbouwcijfers om inzicht te bieden in de materiaalstromen.

⁴⁸ <https://milieudatabase.nl/viewNMD/>

Extrapolatie in een bottom-up methode

Bij de bottom-up methode (voor zowel de gww, als de b&u) wordt gebruik gemaakt van extrapolatie van een beperkt aantal profielen, om hiermee de werkelijkheid zo goed mogelijk te modelleren. Dit zal dus altijd gaan om een zo goed mogelijke benadering van de werkelijkheid. Kleine verschillen en onjuistheden in de aannames in de profielen kunnen grote impact hebben wanneer deze over een gehele populatie geëxtrapoleerd worden. Alleen wanneer er sprake is van perfect representatieve profielen en productiecijfers zullen de resultaten van deze methode volledig overeen komen met de werkelijkheid. Gezien de miljoenen gebouwen en gww werken in de Nederlandse gebouwde omgeving waar jaarlijks ingrepen en toevoegingen aan worden gedaan, is het opstellen van perfect representatieve profielen een opgave die te groot is voor de scope van dit onderzoek.

Om toch zo representatief mogelijk te kunnen zijn in de bottom-up methode is er in de methode rekening gehouden met een aantal zaken. Zo hebben we in de b&u zoveel mogelijk gebruikgemaakt van de RVO referentiegebouwen en voor de gww van de Dubocalc Objectenbibliotheek. Deze referenties zijn opgesteld met het doel om representatief te zijn en zijn bovendien publiek beschikbaar waardoor verbeteringen in de toekomst mogelijk zijn. Daarnaast is voor zowel voor de b&u als de gww gebruikgemaakt van interviews en rondetafels met experts en assetmanagers om de aannames binnen de profielen te toetsen en de profielen meer representatief te maken.

6.2 Top down materiaalstromen

Op basis van literatuur is ingeschat wat het totale materiaalgebruik is van de bouw in 2019⁴⁹. Deze methodiek wordt de top-down methodiek genoemd. Voor alle materialen is een schatting voor de totale bouw mogelijk op basis van de top-down methodiek, al verschilt de betrouwbaarheid sterk per type materiaal. Daarnaast is ook ingeschat welk deel van de materiaalstroom in de b&u landt en welk deel in de gww. Hierbij is de onderverdeling over het algemeen minder betrouwbaar dan voor de bouw als geheel aangezien hiervoor aannames zijn geformuleerd. Wel geeft de top-downbenadering een indicatie van het verbruik.

Onderstaand wordt eerst ingegaan op de cijfers voor de totale bouw en wordt de herkomst van de cijfers toegelicht. Vervolgens zal uitgelegd worden hoe de cijfers voor de b&u en gww tot stand zijn gekomen.

6.2.1 Totale bouw

Op basis van literatuur en interviews is een inschatting voor de bouw als geheel gemaakt van de omvang van de materiaalstromen die in tabel 6.1 benoemd zijn. Onderstaand wordt per materiaalstroom uitgelegd waar de cijfers op zijn gebaseerd en wordt een inschatting gegeven van de betrouwbaarheid.

Ophoogzand

De cijfers met betrekking tot ophoogzand zijn gebaseerd op een gesprek met een bedrijf dat zand en grind wint en verhandelt. Hierbij is aangegeven dat er circa 60 miljoen ton ophoogzand in Nederland gebruikt werd in 2020 (exclusief zandsuppletie) en dat dit in 2019 ongeveer gelijk zou moeten zijn. Volgens dit bedrijf zou ruim 40% van dit zand gebruikt worden ter aanvulling en ophoging. Daarnaast zou ruim 20% gebruikt worden bij de dijkenbouw, ruim 15% voor landaanwinning en bijna 15% voor zandbed en straatwerk. Het overige deel wordt onder andere gebruikt in de land- en tuinbouw, de spoorwegbouw en de waterbouw (waaronder kust- en oeverwerken). Doordat de kentallen van een enkele partij afkomstig is en de hoeveelheid ophoogzand per jaar sterk kan wisselen, is de mate van zekerheid betrekkelijk laag.

⁴⁹ Hierbij zijn alleen de materiaalstromen in kaart gebracht die in tabel 1.2 worden genoemd.

Met betrekking tot zandsuppletie is ruim 11 miljoen m³ ophoogzand gebruikt volgens Rijkswaterstaat voor het handhaven van de basiskustlijn⁵⁰. Hiervan werd 60% in 2019 gebruikt voor strandsuppleties en 40% voor vooroeversuppleties. De ruim 11 miljoen m³ is door middel van een conversiefactor van 1,7 ton/m³ vertaald naar 19 miljoen ton ophoogzand. Dit cijfer heeft een relatief hoge mate van zekerheid aangezien RWS de enige partij is die aan zandsuppletie doet.

Tabel 6.1 Gebruik van geselecteerde materialen in de gehele bouw in 2019, top down

Type materiaal	Gebruik 2019 (kton)
Ophoogzand	79.000
Grond en baggerspecie	74.500
Beton	35.000
Recyclingsgranulaat	17.600
Industriezand	16.700
Grind	12.000
Asfalt	7.700
Steenslag	6.400
Cement	5.100
Asfaltgranulaat	3.500
Hout	1.925
Bakstenen	1.850
Constructiestaal	1.105
Wapeningsstaal	650
Klei	550
Bitumen	305

Bron: EIB

Grond en baggerspecie

In recente jaren houden waterschappen en Rijkswaterstaat bij hoeveel grond- en baggerspecie zij verzetten. Voor waterschappen was in 2020, met uitzondering van Zuiderzeeland, bekend hoeveel m³ baggerspecie verzet was. Daarnaast was deze informatie voor de meeste waterschappen ook beschikbaar voor de periode 2016-2019. Op basis van de waterschappen waarvan de omvang bekend was in 2019 en het aandeel van deze waterschappen in 2020, is een inschatting gemaakt van de totale hoeveelheid baggerspecie in 2019. Op basis hiervan zou circa 2,9 miljoen m³ baggerspecie door waterschappen verzet zijn. Met een omrekenfactor van 1,5 ton per m³ is dit omgerekend naar 4,3 miljoen ton baggerspecie in 2019 voor waterschappen.

RWS heeft cijfers aangeleverd aangaande gemelde grond en baggerspecie. Niet alle grond en baggerspecie wordt gemeld, omdat de meldplicht niet altijd wordt nagekomen en omdat grond en baggerspecie met uitsluitend schone grond niet gemeld hoeft te worden. Ruim 95% van de circa 50 miljoen ton gemelde grond en baggerspecie had betrekking op baggerspecie in 2019 en het overige deel betrof grond. Voor RWS en Waterschappen samen is het totaal van grond en baggerspecie derhalve 54,3 miljoen ton.

⁵⁰ De cijfers zijn afkomstig van de website van PBL, met als bron Rijkswaterstaat. Deze pagina is echter niet meer online en hier kan niet meer naar verwezen worden.

Over het grondverzet door andere partijen is weinig bekend; het EIB heeft zelf een inschatting gemaakt van de omvang van deze werkzaamheden. De totale omvang van de grond en baggerspeciemarkt wordt jaarlijks geschat op circa 50 tot 55 miljoen door Bodemplus op basis van het Meldpunt Bbk⁵¹. Op basis van bovenstaande lijkt de totale hoeveelheid baggerspecie echter onderschat te worden; Bodemplus schat de hoeveelheid baggerspecie op circa 10 miljoen ton, terwijl op basis van cijfers van Rijkswaterstaat en waterschappen jaarlijks gemiddeld tussen de 30 en 35 miljoen ton baggerspecie is gebruikt in de periode 2017-2020. Vanwege het hoge niveau van baggerspecie in 2019 en de pfas- en stikstofproblemen in dat jaar, wordt de totale hoeveelheid grondverzet ingeschat op 20 miljoen ton in 2019. Dit is ongeveer de helft van de schatting van Bodemplus.

Beton en cement

Volgens Betonhuis was in Nederland circa 5,1 miljoen ton cement gebruikt in 2019⁵². Deze inschatting wordt als betrouwbaar gezien.

Op basis van het cementgerbruik kan een goede inschatting gemaakt worden van de hoeveelheid beton die in 2019 gebruikt is. Per m³ beton is uitgegaan van gemiddeld 310 kg cement⁵³. Als al het cement voor beton gebruikt zou worden, dan zou er maximaal 16,5 miljoen m³ beton gebruikt worden in de Nederlandse bouw. Volgens Betonhuis wordt circa 90% van het cement gebruikt door de betonmortelindustrie en de betonproductenindustrie. De overige 10% wordt voornamelijk gebruikt voor vloer- en metselspecies. Uitgaande van een soortelijk gewicht van gemiddeld 2.369 kilo per m³ beton, volgens CE Delft, komt de totale betonproductie in Nederland in 2019 uit op naar schatting 35 miljoen ton. Volgens experts bij de rondetafel over beton wordt er in Nederland ongeveer net zoveel beton geïmporteerd als er wordt geëxporteerd, waardoor de productie in Nederland gelijk is aan het gebruik in Nederland. Hoewel er meer onzekerheid bestaat over het gebruik van beton dan over het gebruik van cement, zijn de mogelijke afwijkingen relatief beperkt.

Recyclingsgranulaat

Van het gebruik van recyclingsgranulaat (beton- en menggranulaat) in Nederland is vrij weinig bekend; hier worden geen nationale cijfers over bijgehouden. Door H2H advies is het gemiddelde gebruik van beton- en menggranulaat op circa 17 miljoen ton per jaar ingeschat in de periode 2009-2016⁵⁴. Dit is gebaseerd op het geschatte gebruik van beton- en menggranulaat onder wegen en het gebruik van betongranulaat in nieuw beton. De betrouwbaarheid is onzeker, omdat onduidelijk is waar de schatting van H2H advies op is gebaseerd. Daarnaast kan het steekjaar 2019 afwijken van het gemiddelde niveau in de periode 2009-2016.

Asfalt, asfaltgranulaat en bitumen

Het gebruik van asfalt is gebaseerd op de totale productie van asfalt in Nederland. Volgens de European Asphalt Pavement Association (EAPA) is in 2019 7,7 miljoen ton asfalt in Nederland geproduceerd⁵⁵. De import en export van asfalt is relatief geschat omdat asfalt maar een beperkte afstand van een asfaltcentrale aflegt, waardoor het gebruik van asfalt in Nederland ongeveer gelijk is aan de productie. Hiermee is de betrouwbaarheid van dit cijfer redelijk hoog.

De EAPA geeft aan dat in 2018 voor de productie van 7,9 miljoen ton asfalt in Nederland circa 270 kiloton bitumen nodig was (3,4% van de totale input van asfalt). Voor 2019 heeft EAPA geen cijfers voor Nederland, maar zal gelet op de verhoudingen uit 2018 zal dit in 2019 ongeveer 260 kiloton zijn. Naast asfalt wordt bitumen ook in dakafwerking gebruikt. Naar schatting wordt 15% van het bitumen in Nederland niet gebruikt voor asfalt. Dit zou neerkomen op circa 45 kiloton. Hiermee wordt het totale gebruik van bitumen geschat op 305 kiloton.

⁵¹ <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/verwerking-grond/cijfers/>.

⁵² <https://betonhuis.nl/cement/cementmarkt-nederland>.

⁵³ CE Delft (2020). 'Klimaatimpact van betongebruik in de Nederlandse bouw'.

⁵⁴ H2H Advies (2017). 'Rapportage Monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016'.

⁵⁵ EAPA (2019). 'Asphalt in figures 2019'.

Over het gebruik van asfaltgranulaat is in Nederland minder bekend dan over het gebruik van asfalt en bitumen. Asfaltgranulaat wordt voornamelijk als inputmateriaal gebruikt voor nieuw asfalt. Volgens deelnemers aan de rondetafel over asfalt, zou 70% van het vrijkomende asfalt gebruikt worden als input voor nieuw asfalt en zou 30% als wegfundering gebruikt worden. Bij het hergebruik in nieuw asfalt landt het voornamelijk in tussen- en onderlagen (50-60% van de inputmaterialen) en in 2019 nog nauwelijks in deklagen (maximaal 10% van de inputmaterialen).

Op basis van de aandelen van de type wegen in de productie (zie hoofdstuk 2) en het rapport 'LCA Achtergrondrapport voor brancherepresentatieve Nederlandse asfaltmengsels 2020' van TNO⁵⁶ is geprobeerd een overzicht te krijgen in de inputmaterialen van asfalt. Door de productie te combineren met de samenstellingen, ontstaat het beeld dat 2.350 kiloton asfaltgranulaat in 2019 is gebruikt. Bij de gekozen asfaltmengsels is uitgegaan van 0% asfaltgranulaat in deklagen en 50% van de tussen- en onderlagen bestaat uit asfaltgranulaat. Dit is mogelijk een conservatieve inschatting, waardoor de werkelijke hoeveelheid asfaltgranulaat in nieuw asfalt in de praktijk iets hoger kan liggen. Om deze reden is uitgegaan van 2.500 kiloton⁵⁷. Doordat er daarnaast nog 30% van het asfaltgranulaat naar schatting onder de weg komt, is het totale gebruik van asfaltgranulaat in Nederland ingeschat op 3.500 kiloton in 2019.

Industriezand

De hoeveelheid gebruikte industriezand wordt ingeschat door de Nederlandse Vereniging van Leveranciers van Bouwgrondstoffen (NVLB)⁵⁸. NVLB geeft aan dat circa 16,7 miljoen ton industriezand in 2019 in Nederland is gebruikt. Gegeven de productie van asfalt en beton en de samenstelling van asfalt en beton⁵⁹ lijkt de inschatting van NVLB realistisch. Op basis van de asfalt- en betonproductie is naar schatting 13,7 miljoen ton industriezand nodig geweest in 2019 en is 3 miljoen ton voor andere doeleinden gebruikt. In de rondetafel werden deze aantallen herkend.

Grind en steenslag

Ook met betrekking tot steenslag (gebroken grind en natuursteen) en (ronde) grind heeft NVLB een schatting over 2019. Deze cijfers lijken echter af te wijken van kengetallen en interviews met andere partijen. Om deze reden zijn deze cijfers niet overgenomen. Grind en steenslag zijn inputmaterialen bij beton (ruim 14 miljoen ton in totaal)⁶⁰ en steenslag is daarnaast een inputmateriaal bij asfalt (3,1 miljoen ton in totaal)⁶¹ en wordt als ballast bij sporen gebruikt (circa 400 kiloton)⁶². Grind wordt daarnaast als halfverharding bij wegen gebruikt (ingeschat op 5% van het totale grindverbruik)⁶³. Met betrekking tot beton is niet precies bekend wat de verhouding steenslag en grind is; er is uitgegaan van 20% steenslag en 80% grind⁶⁴.

Op basis van bovenstaande kengetallen zou het gebruik van grind in Nederland circa 12 miljoen ton zijn in 2019 en het gebruik van steenslag 6,4 miljoen ton. Hiermee is de schatting van grind circa 2,5 miljoen ton hoger dan van NVLB en is de inschatting van steenslag 1,8 miljoen ton lager voor steenslag.

⁵⁶ Hierbij is gekozen AC bin/base 50% PR voor tussen en onderlagen, zoab regulier voor deklagen van rijkswegen, sma 8-11 voor alle deklagen van provinciale wegen en 25% van deklagen van gemeentelijke wegen, ac surf 0% pr voor deklagen van 75% van de gemeentelijke wegen en WB asfaltbeton voor asfalt in de waterbouw.

⁵⁷ De hoeveelheid bitumen die resulteert uit de berekening komt bijna exact overeen met het getal dat eerder is genoemd.

⁵⁸ NVLB (2020). 'Structuuronderzoek 28 De handel in bouwgrondstoffen in Nederland van 2010 tot en met 2019'.

⁵⁹ Zie het rapport 'LCA Achtergrondrapport voor brancherepresentatieve Nederlandse asfaltmengsels 2020' van TNO en het rapport 'Klimaatimpact van betongebruik in de Nederlandse bouw' van CE Delft voor meer informatie over samenstelling van asfalt en beton.

⁶⁰ Volgens het rapport 'Klimaatimpact van betongebruik in de Nederlandse bouw' zou er circa 950 kiloton steenslag/grind gebruikt worden per m³ beton.

⁶¹ Uitgaande van dezelfde aannames als bij asfaltgranulaat.

⁶² Uitgaande van de productiecijfers van reconstructie met een ophoging van 100 kiloton voor het vervangen van sporen.

⁶³ Volgens een geïnterviewde partij wordt minstens 90% van het grind in Nederland voor de betonindustrie gebruikt.

⁶⁴ Volgens het rapport 'Rapportage Monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016' van H2H advies zou bij betonmortel 10% van het grove granulaat steenslag betreffen, tussen 36% en 50% voor betonproducten en 10-36% voor overige aannemers. Als deze informatie gecombineerd wordt met de aandelen van de verschillende type beton: 'https://betonhuis.nl/cement/betonmarkt-nederland'. Dan zou steenslag circa 20% van het grove granulaat vormen.

Hout

Volgens Probos⁶⁵ zou het houtgebruik in de bouw in Nederland circa 2,9 miljoen m³ zijn in 2018. Het soortelijk gewicht verschilt sterk tussen de houtsoorten; er is gekozen voor een kental om bovengenoemde getal om te rekenen naar tonnen hout⁶⁶. Op basis hiervan zou ruim 1,9 miljoen ton hout zijn gebruikt in Nederlandse bouw. Aangezien het volume in 2017⁶⁷ bijna gelijk was aan 2018, is er vanuit gegaan dat het volume in 2019 ongeveer gelijk is aan 2018.

Bakstenen

De KNB⁶⁸ inventariseert hoeveel bakstenen er in Nederland worden afgezet en wat de in- en uitvoer is. In Nederland zijn circa 371 miljoen straatbakstenen van waalformaat en 659 miljoen metselstenen van waalformaat gebruikt in 2019. Het gewicht van een straatbaksteen is circa 1,8 kilogram per stuk zijn volgens KNB. Hiermee komt het totale gewicht van alle bakstenen uit op circa 1.850 kiloton.

Staal

Informatie met betrekking tot de staalafzet in Nederland is relatief beperkt. Bouwen met Staal heeft het EIB een schatting gegeven van de staalafzet met betrekking tot constructiestaal in de b&u en de gww. Deze schatting is gebaseerd op een inventarisatie van Bouwen met Staal zelf. De hoeveelheid constructiestaal die in Nederland is gebruikt in 2019, komt uit op ruim 1 miljoen ton.

Met betrekking tot wapeningsstaal heeft CE Delft⁶⁹ aangegeven dat er gemiddeld 43 kilogram wapeningsstaal per m³ beton wordt gebruikt. Gegeven 15 miljoen m³ beton, komt dit neer op 650 kiloton wapeningsstaal in 2019 in de Nederlandse bouw.

Klei

Er is relatief weinig bekend over de winning van klei. Dit komt doordat er elk jaar in Nederland relatief veel secundair klei vrijkomt bij het baggeren van de Nederlandse rivieren en deze stroom al wordt meegeteld bij de post grond en baggerspecie. Wel is bekend dat de keramische industrie gebruik maakt van primair gewonnen klei, vanwege andere eigenschappen van klei die op andere plaatsen (zoals in Duitsland) gewonnen wordt. Een groot deel van dit kleiverbruik is bij bakstenen opgenomen. Volgens H2H advies⁷⁰ zou het primaire kleiverbruik zonder de baksteenindustrie jaarlijks uitkomen op tussen de 400 en 700 kiloton. Voor 2019 is uitgegaan van 550 kiloton, maar dit blijft een grove schatting, aangezien het verbruik jaar-op-jaar sterk kan afwijken.

6.2.2 B&U en GWW

Bij de meeste grondstoffenstromen is de verdeling naar de b&u en de gww met meer onzekerheid omgeven dan de bouw als geheel. In onderstaande tabel wordt een indicatieve verdeling van de grondstofstromen naar de b&u en gww weergegeven. Vervolgens wordt er per grondstofstroom ingegaan waarop de verdeling is gebaseerd.

Ophoogzand, grond en baggerspecie

Voor zowel ophoogzand als grond en baggerspecie is niet bekend wat de verdeling van de stromen voor de b&u en de gww zijn. Bij beide grondstofstromen is het aannemelijk dat het overgrote deel voor de gww wordt gebruikt. Alleen voor de fundering van woningen en utiliteitsgebouwen is ophoogzand en grond nodig. Dit is voor nu ingeschat op circa 2 miljoen ton voor beide voor de b&u, maar deze schatting is erg onzeker.

⁶⁵ Probos (2020). 'Meer hoogwaardig gebruik van Nederlands hout'.

⁶⁶ Voor naaldhout is gekozen 0,5 ton per m³ (gebaseerd op vuren). Voor plaatmateriaal en tropisch hout is 0,75 ton per m³ aangehouden (gebaseerd op MDF en bilanga).

⁶⁷ Probos (2018). 'Duurzaam geproduceerd hout op de Nederlandse markt in 2017'.

⁶⁸ KNB (2020). 'jaarverslag 2019 KNB'.

⁶⁹ CE Delft (2020). 'Klimaatimpact van betongebruik in de Nederlandse bouw'.

⁷⁰ H2H Advies (2017). 'Rapportage Monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016'.

Tabel 6.2 Gebruik van geselecteerde materialen in de bouw in 2019, kton

Type materiaal	Gebruik b&u	Gerbruik gww	Gerbruik totaal
Ophoogzand ¹	2.000	77.000	79.000
Grond en baggerspecie ¹	2.000	72.500	74.500
Beton	25.700	9.300	35.000
Recyclingsgranulaat	400	17.200	17.600
Industriezand	11.900	4.800	16.700
Grind	8.900	3.100	12.000
Asfalt	0	7.700	7.700
Steenslag	1.700	4.700	6.400
Cement	3.900	1.200	5.100
Asfaltgranulaat	0	3.500	3.500
Hout	1.800	125	1.925
Bakstenen	1.150	700	1.925
Constructiestaal	950	155	1.105
Wapeningsstaal	475	175	650
Klei	0	550	550
Bitumen	45	260	305

¹ De precieze verdeling van ophoogzand, grond en baggerspecie naar B&U en GWW is moeilijk te maken vanwege het gebrek aan informatie. De verdeling is daarom gebaseerd op een inschatting van de orde van grootte van deze stromen in de B&U en GWW.

Bron: EIB

Beton en cement

Met betrekking tot cement en beton is dit op basis van cijfers van betonhuis verdeeld over de b&u en de gww⁷¹. 90% van het cement wordt gebruikt voor beton. 10% van het cement gaat niet naar beton; dit is toebedeeld aan de b&u aangezien de belangrijkste toepassing buiten beton, vloer- en metselspecies, betrekking hebben op de b&u.

Asfalt, asfaltgranulaat en bitumen

Asfalt en asfaltgranulaat is voor 100% toebedeeld aan de gww. Bij bitumen is het deel dat betrekking heeft op asfalt meegeteld bij de gww en is het overige deel, voor onder andere dakbedekking, toebedeeld aan de b&u.

Industriezand, grind en steenslag

De verdeling van industriezand, grind en steenslag is grotendeels gebaseerd op de productie van asfalt en beton en de eerder in deze bijlage beschreven kengetallen. Bij de hoeveelheid industriezand voor de gww is de benodigde hoeveelheid zand in het productieproces voor beton en asfalt voor de gww als uitgangspunt genomen. Het overige deel is aan de b&u toegewezen. Voor grind en steenslag is het gebruik van de b&u gebaseerd op de benodigde hoeveelheid van deze grondstoffen voor het maken van beton. Het overige deel van deze grondstoffen is toebedeeld aan de gww.

Hout

Het eerder genoemde rapport van Probos geeft een uitsplitsing van het houtgebruik in de b&u en de gww. De verdeling van het houtgebruik in de b&u en de gww is hierop gebaseerd.

Bakstenen

⁷¹ <https://betonhuis.nl/cement/betonmarkt-nederland>.

Met betrekking tot straatbakstenen zijn deze allemaal toebedeeld aan de gww. Daarnaast is verondersteld dat circa 5% van de metselbakstenen in de gww wordt gebruikt. Het overige deel van de metselbakstenen is aan de b&u toegewezen.

Staal

In het interview met Bouwen met Staal is een inschatting genoemd van aandelen constructiestaal voor de b&u en de gww. Deze kengetallen zijn uit dit interview overgenomen. Met betrekking tot wapeningsstaal is verondersteld dat er gemiddeld dezelfde hoeveelheid staal per m³ beton wordt gebruikt in de b&u als in de gww.

Klei

In het eerder genoemde rapport van H2H advies wordt gemeld dat overige toepassingen van klei onder andere dijkversterking en natuurontwikkeling betreft. Om deze reden is de 400 kiloton (primaire) klei toebedeeld aan de gww.

6.3 Oorsprong van materialen: Primair, secundair of hernieuwbaar

Voor de verschillende materialen die zijn toegepast in de gww en b&u is onderzocht wat de oorsprong is: heeft het materiaal een primaire, secundaire of hernieuwbare oorsprong? Een primaire oorsprong geeft aan dat de eindig beschikbare grondstoffen nieuw aan de aarde zijn onttrokken. Bij een secundaire oorsprong gaat het om producten, materialen en grondstoffen die al in de kringloop zijn die opnieuw worden toegepast (middels hergebruik of recycling bijvoorbeeld) en derhalve niet aan de aarde zijn onttrokken. Een hernieuwbare oorsprong geeft ten slotte aan dat de grondstoffen wel aan de aarde onttrokken zijn, maar dat deze grondstoffen zich in ieder geval binnen de vastleggingstermijn van het product kunnen regenereren (bijvoorbeeld biobased materialen zoals hout die opnieuw kunnen groeien).

De inschatting van de mate waarin verschillende ingaande materiaalstromen in de Nederlandse b&u en gww in 2019 een primaire, secundaire of hernieuwbare oorsprong kenden is in bijlage B weergegeven (tabbladen 'GWW Oorsprong' en 'B&U Oorsprong'). Hieraan liggen per materiaalstroom verschillende bronnen ten grondslag, waaronder publicaties, expertinterviews, rondetafelgesprekken en kengetallen. Deze bronnen per materiaalstroom zijn als volgt (in voetnoot): aluminium⁷², baksteen⁷³, beton⁷⁴, bitumen⁷⁵, cement⁷⁶, gips⁷⁷, glas⁷⁸, grind⁷⁹, hout⁸⁰, isolatie⁸¹, kalkzandsteen⁸², koper⁸³, kunststoffen⁸⁴, overige metalen⁸⁵, papier⁸⁶, staal & ijzer⁸⁷ en zand⁸⁸.

⁷² Hydro. (2021). "Aluminium recycling"

⁷³ CE Delft. (2020). "Hergebruik straatbakstenen" & Deltares. (2009). "Sediment management and the renewability of floodplain clay for structural ceramics"

⁷⁴ Gespreksverslag interview Cascade

⁷⁵ Roof2Roof. (jaar onbekend). "Bitumenrecycling"

⁷⁶ VVM Cement. (2019). "Cementtypes"

⁷⁷ Eurogypsum. (2010). "European Life Cycle Assessment on Plasterboard: European Environmental Declaration"

⁷⁸ Vlagglas recycling. (2019). "Jaarverslag 2019"

⁷⁹ Gespreksverslag rondetafel grind

⁸⁰ RUG. (2021). "Duurzaam spaanplaat" & Pfeiderer. (jaar onbekend). "Circulaire Economie"

⁸¹ Plastics Recyclers Europe. (2019). "25 Years of making Plastics Circular", Cobouw. (2010). "Houtwolcementplaten Basiskennis Bouwkunde, de houtwolcementplaat is nog altijd onverminderd populair als afbouwproduct", Rockwool Benelux Holding. (2015). "MVO-verslag" & Knauf. (2020). "Nieuw afvalretourprogramma Knauf Insulation"

⁸² Calduran. (2015). "Grondstoffen"

⁸³ Copper Alliance. (jaar onbekend). "Copper Environmental Profile"

⁸⁴ Plastics Recyclers Europe. (2019). "25 Years of making Plastics Circular"

⁸⁵ Eurostat. (2021). "Circular material use rate by material type"

⁸⁶ Papierrecycling Nederland. (jaar onbekend). "Het PRN-systeem"

⁸⁷ Bouwend Nederland. (2019). "Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw- en infrabedrijven", Gespreksverslag bouwen met staal & Gespreksverslag Tata Steel

⁸⁸ Tauw. (2018). "Verkenning naar de betekenis van circulaire economie voor de grondketen" & Gespreksverslag rondetafel grond en zand

7 MKI en CO₂-emissies

7.1 Berekening MKI en CO₂ GWW

De gww profielen bevatten inzicht in de typen en hoeveelheid items die toegepast worden in de gww assets. DuboCalc bevat data over de MKI en ingebedde CO₂-emissies van deze items. Deze gegevens per asset zijn gecombineerd om de MKI en ingebedde CO₂-emissies voor uitbreidings-nieuwbouw te berekenen. De gegevens per item zijn gebruikt om de MKI en ingebedde CO₂-emissies voor vervangende nieuwbouw en reconstructie/groot onderhoud te berekenen (aan de hand van de hoeveelheid te vervangen of aan te brengen items bij deze ingrepen). In bijlage B (tabblad GWW Profielen Producten) zijn de MKI en CO₂-emissies per item en profiel weergegeven.

Voor de export van de gww-profielen is net als bij de materiaalstromen nog een vermenigvuldigingsfactor toegepast bij de vertaling naar de MKI en ingebedde CO₂-emissies. Deze factor beschrijft het aantal vervangingen over de levensduur van een asset. In de resultatenexport van Dubocalc worden namelijk automatisch het aantal vervangingen over de levensduur van het project meegenomen. Zo wordt de hoeveelheid van een item met een werkelijke levensduur van 10 jaar binnen een project met een levensduur van 100 jaar met 10 vermenigvuldigd. Om inzicht te krijgen in de MKI en ingebedde CO₂-emissies van het eenmalig aanbrengen of vervangen van een item of asset zijn de MKI en ingebedde CO₂-emissies gedeeld door deze factor. In bijlage B (tabblad GWW Profielen Materialen) is de werkelijke levensduur en de factor waardoor gedeeld wordt weergegeven per item.

In zowel de MKI als de ingebedde CO₂-emissies zijn de verschillende levensfasen van een product meegenomen, waaronder de productie (A1-3 in de LCA benaming), de bouwphase (A4-5), de gebruiksfase (B) en de sloop- en verwerkingsfase (C en D). Transport valt ook onder deze fasen.

De MKI en ingebedde CO₂-emissies per product en gebouw zijn vervolgens gekoppeld aan de productiecijfers voor nieuwbouw en reconstructie, om zo de MKI en ingebedde CO₂-emissies uitkomsten te genereren. Het gaat hierbij dus om een gesommeerde MKI waarde voor de totale gww.

7.2 Berekening MKI en CO₂ B&U

Om de MKI en ingebedde CO₂-emissies van de verschillende referentiegebouwen en aangebrachte en vervangen producten bij herstel, verbouw en onderhoudsingenrepen in de b&u is eerst de MKI en ingebedde CO₂-emissies voor alle producten die aanwezig zijn in de profielen en ingrepen vastgesteld. Hiervoor is gebruik gemaakt van GPR Materiaal versie 5.2.1, dat per product inzicht verschaft over de MKI en een reeks individuele milieueffecten (waaronder de ingebedde CO₂-emissies) van een product. In tegenstelling tot de MPG wordt de MKI waarde in GPR over de totale BVO en levensduur berekend. Hier worden in principe dus ook product-vervangingen in meegenomen over de levensduur van een project in GPR, waardoor de MKI en ingebedde CO₂-emissies mogelijk meerdere aangebrachte producten weergeeft. Door te rekenen met een levensduur van het project in GPR van 1 jaar zijn vervangingen voorkomen in de MKI berekening.

In zowel de MKI als de ingebedde CO₂-emissies zijn de verschillende levensfasen van een product meegenomen, waaronder de productie (A1-3 in de LCA benaming), de bouwphase (A4-5), de gebruiksfase (B)⁸⁹ en de sloop- en verwerkingsfase (C en D). Transport valt ook onder deze fasen.

⁸⁹ Exclusief energiegebruik dat samenhangt met het gebruik van het gebouw zelf.

De MKI en ingebedde CO₂-emissies per product zijn vervolgens gekoppeld aan de profielen en herstel, verbouw en onderhoudsingrepen, om de MKI en ingebedde CO₂-emissies te genereren per ingreep. Het gaat hierbij dus om een gesommeerde MKI waarde voor de totale b&u.

Categorie 3 data

Voor zowel de gww als de b&u wordt de MKI berekend door de optelsom te maken van de MKI van de toegepaste producten (of items in de gww) die zijn opgenomen in de Nationale Milieudatabase. Deze producten kunnen onderverdeeld worden in 3 categorieën: Categorie 1: Merkgebonden data van fabrikanten en toeleveranciers, Categorie 2: Merkongebonden data (merkloos) van groepen van fabrikanten en/of toeleveranciers en branches, en Categorie 3: Merkongebonden data (merkloos) van Stichting Nationale Milieudatabase.

Een belangrijk onderscheid tussen deze categorieën is dat voor categorie 3 producten de productkaarten en basisprofielen openbaar beschikbaar zijn. Deze productkaarten en basisprofielen bieden inzicht in de materiaalsamenstelling en -massa van deze producten. Categorie 1 en 2 producten bieden dit inzicht niet. Omdat het in kaart brengen van materiaalstromen een essentieel onderdeel is van dit onderzoek, is de keuze gemaakt om uit te gaan van categorie 3 producten uit de Nationale Milieudatabase. Slechts bij een aantal uitzonderingen is uitgegaan van categorie 2 data in de b&u, waar geen alternatieve categorie 3 producten beschikbaar waren, zoals balansventilatiesystemen en muren gemaakt van gipsblokken. In deze gevallen is de materiaalsamenstelling en -massa van deze producten uit andere bronnen verkregen.

De keuze voor categorie 3 data maakt het mogelijk om de materiaalstromen te modelleren. Hier staat tegenover dat voor categorie 1 en 2 data een toetsing plaatsvindt op representativiteit van de data. De MKI uitkomsten zullen voor categorie 1 en 2 data naar alle waarschijnlijkheid representatiever zijn. Het ontbreken van materiaalsamenstelling- en producten in deze categorieën maakte de data echter slecht toepasbaar voor dit onderzoek. Voor de verbetering van de methodiek in de toekomst is toegankelijkheid van de materiaalsamenstelling en -massa in combinatie met categorie 1 en 2 producten een aandachtspunt.

Bijlage A Bewerkingen op de BGT

SQL queries zijn gebruikt om de voorraad van assets uit de BGT te extraheren ten behoeve van het areaal. De tabel "latest" verwijst naar de gebruikte versie van de BGT database (juli 2021). Per assettype wordt de informatie opgeslagen en samengevoegd. Voor de 'objectbegintijd' wordt uitgegaan van een maximale vertraging van registratie van 1,5 jaar voor sluis, gemaal en spoor, en een half jaar voor de overige assets. Dit houdt in dat sluizen, gemalen en sporen met een registratiedatum van juni 2021 nog zijn meegenomen in het areaal van 2019.

De SQL queries zijn als volgt opgebouwd en te lezen:

- Voor het '=' teken staat de naam van de asset die geëxtraheerd wordt (bijv. kleine brug (hout)).
- Vervolgens worden meerdere kolommen geselecteerd uit de BGT database (bijv. bronhouder).
- Daarna wordt aangegeven welke waardes opgezocht moeten worden (bijv. de som van het oppervlakte).
- Vervolgens wordt met een aantal 'where' statements aangegeven waar de data aan dient te voldoen. Zo wordt bijv. gefilterd op objecten die nog geen 'eindregistratie' hebben. Of worden er bepaalde lengtes gespecificeerd.

Voor bruggen hebben we de cohorten bijvoorbeeld als volgt geclassificeerd:

- Kleine brug (hout): is kleiner dan 10m en heeft een oppervlakte kleiner dan 40m².
- Brug 40m (beton): is groter dan 10m en kleiner dan 60m.
- Brug 80m (staal): is groter dan 60m

Na het ophalen van de assets (bijv. brugdelen) uit de BGT wordt de data verder verrijkt. Er zijn assets (bijv. brugdelen) met veel onbekende waarden. Voor brugdelen zijn er bijvoorbeeld onbekende waarden in de kolommen: overbruggingsbeweegbaar (true, false, onbekend), typeoverbruggingsdeel (dek, landhoofd, etc, onbekend) en hoortbijtypeoverbrugging (brug, viaduct, etc, onbekend). Omdat er een significante hoeveelheid onbekende waarden is, is besloten door middel van extrapolatie de ontbrekende waardes te vullen. De onbekende overbruggingsdelen zijn geclassificeerd aan de hand van de bekende overbruggingsdelen (aan de hand van de ratio's tussen de bekende waarden in de bovengenoemde kolommen). We gaan er dus impliciet van uit dat de objecten zonder onbekende waarden representatief zijn voor de objecten met onbekende waarden. Deze aanname kent een mate van onzekerheid.

```
## set query for kleine brug hout
queries["kleine brug (hout)"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS
"bronhouderCode", "hoortbijtypeoverbrugging", "typeoverbruggingsdeel",
"overbruggingsbeweegbaar", \
    COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
    SUM(ST_Area(geometrie_vlak)) AS "area_m2", \
    SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM "latest".overbruggingsdeel \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2020/07/01\') AND \
    ("eindregistratie" IS NULL) AND \
    ("objecteindtijd" IS NULL) AND \
    (("bgt_status")::text = \'bestaand\':text) AND \
    (((("typeoverbruggingsdeel")::text = \'dek\':text) OR ("typeoverbruggingsdeel" IS NULL) AND \
    (((("hoortbijtypeoverbrugging")::text = \'brug\':text) OR ("hoortbijtypeoverbrugging" IS NULL)
AND \
    (ST_Length(geometrie_vlak) < 10) AND \
    (ST_Area(geometrie_vlak) >= 0) AND \
    (ST_Area(geometrie_vlak) < 40)) \
```



```

GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "hoortbijtypeoverbrugging",
"overbruggingsbeweegbaar", "typeoverbruggingsdeel"

### set query for 40m brug
queries["brug 40m (beton)"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS
"bronhouderCode", "hoortbijtypeoverbrugging", "typeoverbruggingsdeel",
"overbruggingsbeweegbaar", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area(geometrie_vlak)) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM "latest".overbruggingsdeel \
WHERE (("object begintijd" < \'2020/07/01\') AND \
("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
(((("typeoverbruggingsdeel")::text = \'dek\'::text) OR ("typeoverbruggingsdeel") IS NULL) AND \
(((("hoortbijtypeoverbrugging")::text = \'brug\'::text) OR ("hoortbijtypeoverbrugging") IS NULL)
AND \
(ST_Length(geometrie_vlak) >= 10) AND \
(ST_Length(geometrie_vlak) < 60) AND \
(ST_Area(geometrie_vlak) >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "hoortbijtypeoverbrugging",
"overbruggingsbeweegbaar", "typeoverbruggingsdeel"

### set query for 80m brug
queries["brug 80m (staal)"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS
"bronhouderCode", "hoortbijtypeoverbrugging", "typeoverbruggingsdeel",
"overbruggingsbeweegbaar", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area(geometrie_vlak)) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM "latest".overbruggingsdeel \
WHERE (("object begintijd" < \'2020/07/01\') AND \
("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
(((("typeoverbruggingsdeel")::text = \'dek\'::text) OR ("typeoverbruggingsdeel") IS NULL) AND \
(((("hoortbijtypeoverbrugging")::text = \'brug\'::text) OR ("hoortbijtypeoverbrugging") IS NULL)
AND \
(ST_Length(geometrie_vlak) >= 60) AND \
(ST_Area(geometrie_vlak) >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "hoortbijtypeoverbrugging",
"overbruggingsbeweegbaar", "typeoverbruggingsdeel"

### set query for algemeen viaduct
queries["algemeen viaduct"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS
"bronhouderCode", "hoortbijtypeoverbrugging", "typeoverbruggingsdeel",
"overbruggingsbeweegbaar", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area(geometrie_vlak)) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM "latest".overbruggingsdeel \
WHERE (("object begintijd" < \'2020/07/01\') AND \
((((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
(((("typeoverbruggingsdeel")::text = \'dek\'::text) OR ("typeoverbruggingsdeel") IS NULL)) AND \

```

```

((((("hoortbijtypeoverbrugging")::text = \'viaduct\'::text) OR ("hoortbijtypeoverbrugging") IS
NULL)) AND \
(ST_Length(geometrie_vlak) >= 0)) AND \
(ST_Area(geometrie_vlak) >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "hoortbijtypeoverbrugging",
"overbruggingsbeweegbaar", "typeoverbruggingsdeel"

```

set query for fietspad

```

queries["fietspad"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen", "plus_fysiekvoorkomen", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.wegdeel \
WHERE ("objectbegin tijd" < \'2020/07/01\' ) AND \
((((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
((((("bgt_functie")::text = \'fietspad\'::text) OR ("bgt_functie") IS NULL)) AND \
(ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
(ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen",
"plus_fysiekvoorkomen";'

```

set query for autosnelweg

```

queries["autosnelweg"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen", "plus_fysiekvoorkomen", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.wegdeel \
WHERE ("objectbegin tijd" < \'2020/07/01\' ) AND \
((((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
((((("bgt_functie")::text = \'rijbaan autosnelweg\'::text) OR ("bgt_functie") IS NULL)) AND \
(ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
(ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen",
"plus_fysiekvoorkomen";'

```

set query for N-WEG

```

queries["n-weg"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen", "plus_fysiekvoorkomen", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.wegdeel \
WHERE ("objectbegin tijd" < \'2020/07/01\' ) AND \
((((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
((((("bgt_functie")::text = \'rijbaan regionale weg\'::text) OR ("bgt_functie")::text = \'rijbaan
autoweg\'::text)) AND \
(ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
(ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \

```



```

GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen",
"plus_fysiekvoorkomen";

### set query for gebiedsonsluiting weg
queries["gebiedsonsluiting weg"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS
"bronhouderCode", "bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen", "plus_fysiekvoorkomen", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.wegdeel \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2020/07/01\') AND \
((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
(("bgt_functie")::text = \'rijbaan lokale weg\'::text) AND \
(ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
(ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen",
"plus_fysiekvoorkomen";

### set query for voetpad
queries["voetpad"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen", "plus_fysiekvoorkomen", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.wegdeel \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2020/07/01\') AND \
((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
(("bgt_functie")::text = \'voetpad\'::text) OR (("bgt_functie")::text = \'voetgangersgebied\'::text)
AND \
(ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
(ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_functie", "bgt_fysiekvoorkomen",
"plus_fysiekvoorkomen";

### set query for tunnel
queries["tunnel"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \
SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.tunneldeel \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2020/07/01\') AND \
((("eindregistratie" IS NULL) AND \
("objecteindtijd" IS NULL) AND \
(("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
(ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
(ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1);

### set query for sluis
queries["sluis"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_type", "plus_type", \
COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2", \

```

```

SUM(ST_Length(geometrie_vlak)) AS "length_m" \
FROM latest.kunstwerkdeel \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2021/07/01\') AND \
      (((("eindregistratie" IS NULL) AND \
          ("objecteindtijd" IS NULL) AND \
          (("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
          (("bgt_type")::text = \'sluis\'::text) AND \
          (ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
          (ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
      GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_type", "plus_type";'

#%%% set query for gemaal
queries["gemaal"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_type", "plus_type", \
      COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
      SUM(ST_Area("geometrie_vlak")) AS "area_m2" \
FROM latest.kunstwerkdeel \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2021/07/01\') AND \
      (((("eindregistratie" IS NULL) AND \
          ("objecteindtijd" IS NULL) AND \
          (("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
          (("bgt_type")::text = \'gemaal\'::text) AND \
          (ST_Length("geometrie_vlak") >= 0)) AND \
          (ST_Area("geometrie_vlak") >= 0)) \
      GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_type", "plus_type";'

#%%%

#%%% set query for spoor
queries["spoor"] = 'SELECT bronhouder, substr("bronhouder",1,1) AS "bronhouderCode",
"bgt_functie", \
      COUNT("ogc_fid") AS "aantal", \
      SUM(ST_Length("geometrie_lijn")) AS "length_m" \
FROM latest.spoor \
WHERE (("objectbegintijd" < \'2021/07/01\') AND \
      (((("eindregistratie" IS NULL) AND \
          ("objecteindtijd" IS NULL) AND \
          (("bgt_status")::text = \'bestaand\'::text)) AND \
          (("bgt_functie")::text = \'trein\'::text) OR (("bgt_functie")::text = \'tram\'::text)
OR(("bgt_functie")::text = \'sneltram\'::text) AND \
          (ST_Length("geometrie_lijn") >= 0)) \
      GROUP BY bronhouder, substr("bronhouder",1,1), "bgt_functie";'

```

Bijlage B Profielen, oorsprong, classificaties en databases

Bijlage B is als aparte excel beschikbaar. Bijlage

8 C Geraadpleegde bronnen

Aedes, benchmark-rapporten, www.aedes.nl/aedesbenchmark/benchmarkresultaten-en-publicaties.

Autoriteit woningcorporaties (2020), Staat van de corporatiesector 2020, Den Haag.

Betoninfra (2013), Veilige breedte van fietspaden, www.static.betoninfra.nl/assets/Kennis/Archief/Fietspaden/veilige-breedte-van-fietspaden.pdf?v=1557133047.

Bouwend Nederland (2019), Handvat duurzaam materiaalgebruik voor bouw- en infrabedrijven, Zoetermeer.

Calduran (2015), Grondstoffen, Harderwijk.

CBS (2020), Aantal transformaties en kenmerken van transformaties in de woningvoorraad, 2018-2019, Den Haag.

CBS (2020), Woningtransformaties in kantoorpanden, 2017-2018, Den Haag.

CE Delft (2020), Klimaatimpact van betongebruik in de Nederlandse bouw, Delft.

CE Delft (2020), Hergebruik straatbakstenen, Delft.

CE Delft (2021), Nulmeting en zwaartepuntanalyse kunstwerken RWS, Delft.

Cobouw (2010), Houtwolcementplaten Basiskennis Bouwkunde, de houtwolcementplaat is nog altijd onverminderd populair als afbouwproduct, Zeist.

Copper Alliance (2018), Copper Environmental Profile, Washington D.C..

Deltares (2009), Sediment management and the renewability of floodplain clay for structural ceramics, Delft.

Demmink, E., Huurman, M. (2016), De landing van de Nederlandse asfaltmarkt, CROW Infradagen, Arnhem.

EAPA (2019), Asphalt in figures 2019, Brussel.

EIB (2015), Investeren in Nederland, Amsterdam.

EIB (2019), Materiaalstromen, milieu-impact en energieverbruik in de woning- en utiliteitsbouw, Amsterdam.

EIB (2022), Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2022, Amsterdam.

EIB, Vereniging Eigen Huis (2022), enquête onder woonconsumenten, Amsterdam.

Eurogypsum (2010), European Life Cycle Assessment on Plasterboard: European Environmental Declaration, Brussel.

Eurostat (2021), Circular material use rate by material type, Brussel.

H2H Advies (2017), Rapportage Monitoring bouwgrondstoffen 2015-2016, Arnhem.

Hydro (2021), Aluminium recycling.

KNB (2020), Jaarverslag 2019 KNB, Den Haag.

Knauf (2020), Nieuw afvalretourprogramma Knauf insulation, Gilze.

MacDonald, M. (2017), Audit BOV-kosten lokaalspoor vervoerregio's, Den Haag.

Minister van I&W (2021), Vaststelling van de begrotingsstaat van het Mobiliteitsfonds (A) voor het jaar 2022, Den Haag.

Ministerie van BZK (2019), WoON2018, Den Haag.

Ministeries van I&W, LNV en BZK (2020), Deltaprogramma 2021 – Koersvast werken aan een klimaatbestendig Nederland, Den Haag.

NVLB (2020), Structuuronderzoek 28 De handel in bouwgrondstoffen in Nederland van 2010 tot en met 2019, Hoofddorp.

Papierrecycling Nederland (2019), Het PRN-systeem, Hoofddorp.

Pfleiderer, Circulaire Economie, 's-Hertogenbosch.

Plastics Recyclers Europe (2019), 25 Years of making Plastics Circular, Brussel.

Probos (2020), Duurzaam geproduceerd hout op de Nederlandse markt in 2017, Wageningen.

Probos (2020), Meer hoogwaardig gebruik van Nederlands hout, Wageningen.

Prorail (2018), Methode voor toerekening van kosten aan het minimumtoegangspakket 2017 ProRail, Utrecht.

Provincie Noord-Holland (2005), Waarom brandt het licht hier? – Openbare verlichting op provinciale wegen in Noord-Holland, Haarlem.

Rockwool Benelux Holding (2015), MVO-verslag, Roermond.

Roof2Roof, Bitumenrecycling, Vijfhuizen.

RUG. (2021). Duurzaam spaanplaat, Groningen.

RWS (2019), Kustgenese 2.0, Utrecht.

SGS Search (2022), meerjarige onderhoudsplannen voor kantoren, Heeswijk.

Stichting RIONED (2013), Riolerings in beeld, Ede.

Stichting RIONED (2016), Het nut van stedelijk waterbeheer, Ede.

Tauw (2018), Verkenning naar de betekenis van circulaire economie voor de grondketen, Deventer.

Tauw (2021), Gemalen ontwerp, advies & inspectie – projectenoverzicht, Deventer.

TNO (2020), LCA Achtergrondrapport voor brancherepresentatieve Nederlandse asfaltmengsels 2020, Utrecht.

Tour de Force (2021), Nationaal toekomstbeeld Fiets op hoofdlijnen – inventarisatie van de opgave voor de schaalsprong Fiets.

Vlaskglas recycling. (2019), Jaarverslag 2019, Zoetermeer.

VVM Cement (2019), Cementtypes, Antwerpen.

W/e Adviseurs, LBP Sight (2019), Materialisatie referentiebouwwerken, Rijswijk.

BGT database, geraadpleegd juli 2021.

Nationale Milieudatabase, categorie 3 LCA-rapporten, Rijswijk.

Nationale Milieudatabase, categorie 3 productkaarten, Rijswijk.

www.agv.nl/faq/projecten/dijkverbetering-de-aa/hoe-hoog-moet-de-dijk-zijn

www.betonhuis.nl/cement/cementmarkt-nederland

www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/verwerking-grond/cijfers

www.bouwkosten.nl

www.bouwkostenkompas.nl

www.dubocalc.nl/nieuws/dubocalc-objectenbibliotheek

www.dgmr.nl/beng

www.hhnk.nl/wegenoverdracht-west-friesland

www.htm.nl/werkzaamheden/projecten

www.magazines.rijksoverheid.nl/ienw/ienw-specials/2019/07/een-grote-en-urgente-opgave

www.milieudatabase.nl/database/nationalemilieudatabase/

www.milieudatabase.nl/viewNMD

www.nieman.nl/specialismen/energie-en-duurzaamheid/epc-rc-vanaf-01-01-2015

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/10/renovaties-in-de-utiliteit-2020.pdf>

www.syswov.datawonen.nl



Koninginneweg 20
1075 CX Amsterdam
t (020) 205 16 00
eib@eib.nl
www.eib.nl