

INDICATOR: EVOLUTIE VAN DE ONDOORLAATBAARHEIDSGRAAD VAN DE BODEM

THEMA: WATER EN AQUATISCH MILIEU

1 BELANG VAN DE INDICATOR EN ELEMENTEN VOOR INTERPRETATIE

Vraag achter de indicator:

Hoe verandert het aandeel ondoorlatende oppervlakken in het gewest in de loop van de tijd?

Context van de indicator:

- Milieuproblematiek die aan de basis ligt van de indicator: impact van verstedelijking op de watercyclus, de bodemgezondheid, de vergroening, het klimaat (hitte-eilanden)
- Keuze van de indicator: Europa heeft zichzelf strategische doelen gesteld als het gaat om het ruimtebeslag van de bodem (zie de 'te behalen kwantitatieve doelstellingen' hieronder). In het daaruit voortvloeiende voorstel voor een richtlijn inzake bodemmonitoring en -veerkracht is de mate van ruimtebeslag en ondoorlaatbaarheid van de bodem één van de indicatoren voor de gezondheidstoestand van de bodem.
- Brusselse context: De mate van ondoorlaatbaarheid van de bodem in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werd in kaart gebracht tijdens een studie in 2006, evenals de evolutie ervan sinds 1955. Een update van deze kaart was nodig, niet alleen om de **overstromingsrisicobeoordeling** te herzien, maar ook om de stadsuitbreiding en de andere **milieueffecten** ervan te beoordelen.
De opvolging van deze indicator is ook nodig om de uitvoering van maatregelen tegen de ondoorlaatbaarheid van de bodem te beoordelen, met name in het kader van geïntegreerd regenwaterbeheer (GRW), de Brusselse Good Soil-strategie, die in 2024 is aangenomen in toepassing van de Europese strategie en de toekomstige richtlijn inzake bodemgezondheid, en de Europese wet inzake natuurherstel die in 2024 is aangenomen.

Te bereiken kwantitatieve doelstellingen en, desgevallend, statuut van de streefdoelen:

- Op mondiaal niveau:
Een van de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen van de Verenigde Naties (15.3) is om tegen 2030 'de woestijnvorming tegen te gaan, aangetast land en gedegradeerde bodem te herstellen, ook land dat wordt aangetast door woestijnvorming, droogte en overstromingen, en te streven naar een wereld die qua landdegradatie neutraal is'.
- Op Europees niveau:
Europa heeft zichzelf tegen 2050 'nul netto ruimtebeslag' van bodems tot doel gesteld. De Bodemstrategie voor 2030 van de Europese Commissie neemt deze doelstelling over en **verplicht de lidstaten om ambitieuze doelen te stellen voor het terugdringen van het netto ruimtebeslag tegen 2030** op nationaal, regionaal en lokaal niveau en om verslag uit te brengen over de geboekte vooruitgang. Dit heeft geresulteerd in een voorstel voor een richtlijn inzake bodemmonitoring en -veerkracht. In dat voorstel wordt het concept 'ruimtebeslag' omschreven als de omzetting van natuurlijk en half natuurlijk landschap in kunstmatig land, evenals het verlies van het vermogen van de bodem om ecosysteemdiensten te leveren.
Daarnaast verplicht de Europese Natuurherstelwet, die in 2024 is aangenomen, de lidstaten om tegen 2030 20% van de terrestrische habitats te herstellen en tegen 2050 alle ecosystemen die hersteld moeten worden. Stedelijke gebieden moeten hun groene ruimten en bomenbestand in stand houden.
- Op Brussels niveau:
Op gewestelijk niveau is er nog geen kwantitatieve doelstelling vastgelegd. De in 2024 goedgekeurde Brusselse Good Soil-strategie voorziet in een verminderingstraject tegen 2050, voorafgegaan door een studie. Ze voorziet ook in



compensatie van ruimtebeslag van nieuwe grond door de bescherming en het herstel van bodems van hoge kwaliteit.

2 METHODOLOGISCHE FUNDERINGEN

Definitie:

Deze kaart toont de ondoorlatende oppervlakken waar regenwater niet of moeilijk in de bodem kan infiltreren. Ze is opgesteld ter vergelijking met eerdere kaarten die zijn opgesteld tussen 1955 en 2006 tijdens een eerdere studie met:

- Een methodologie die zo dicht mogelijk bij de in 2006 gebruikte methodologie ligt,
- Hetzelfde studiegebied als dat van 2006 (97,7% van het gewest)

Eenheid:

Binaire classificatie van pixels doorlatende/ondoorlatende oppervlakken:

- Raster 1m x 1m voor 2022
- Raster 60cm x 60 cm voor 2006.

Ondoorlaatbaarheidsgraad (%) van pixels (100 m x 100 m ofwel 1 ha) voor 1955, 1970, 1985, 1993, 2006

Vervolgens kan een cartografische behandeling worden toegepast om het ondoorlaatbaarheidspercentage (%) van een bepaalde zone te berekenen (het aandeel ondoorlaatbare pixels ten opzichte van het totale aantal pixels in de afgebakende zone).

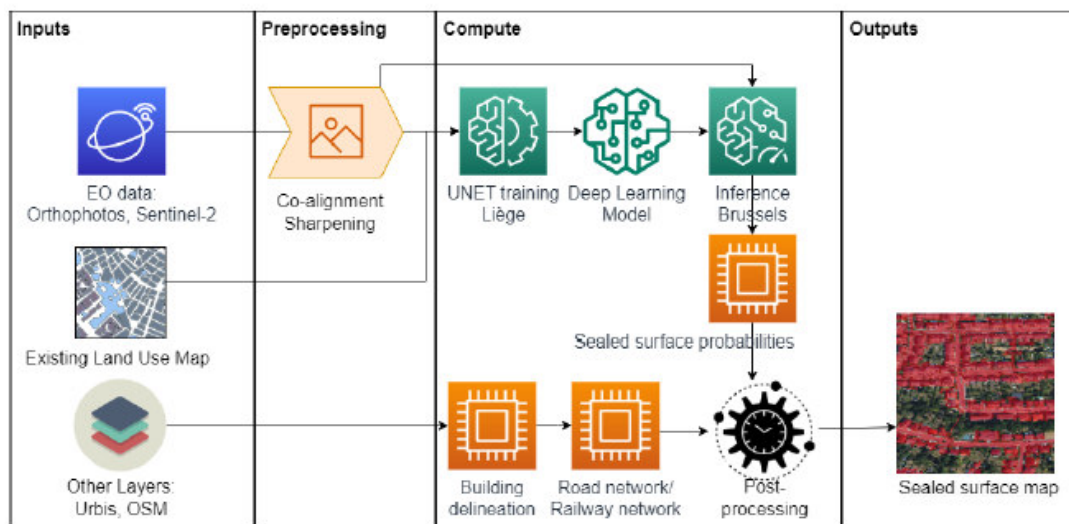
De kaart voor 2022, met een resolutie van 1 m, werd gebruikt om het percentage van 2022 te berekenen dat wordt weergegeven in de grafiek van de trends in ondoorlaatbaarheid in het Brussels Gewest sinds 1955 en in die van de gemeenten tussen 2006 en 2022.

Berekeningswijze en aangewende gegevens:

De methodologie wordt gedetailleerd beschreven in het WEO-studieverslag 2023 (deel 1 en 2 van het verslag) en in het IGEAT-ULB van 2006 (zie bibliografische referenties). Ze maakt gebruik van artificiële intelligentie: een **deep learning-model**.

De verschillende modelvormingsfasen zijn:

- Voorverwerking (*preprocessing*)
- Training (*compute/training*)
- Toepassing of voorspelling (*compute/inference*)
- Nabewerking (*compute/post-processing*).



Schema van de methodologie (uit het WEO-verslag, 2023)

Alle modelvormingsfasen, van voorbehandeling tot toepassing, zijn identiek aan die voor de kaart van de ondoorlatende oppervlakken van 2022. Zie voor een beschrijving de andere methodologische fiche, die betrekking heeft op de indicator: Ondoorlaatbaarheidspercentage van de bodem.

Voor de studie van 2006 werden andere brongegevens gebruikt:

- Satellietgegevens van Landsat (resolutie: 30 m) en Quickbird (resolutie: 2,4 m),
- Orthofoto van UrbIS van 31 maart 2004 (resolutie: 10 cm).

Wat de nabewerking betreft, werd in de studie van 2022, net als in 2006, de UrbIS-laag van de waterzones gebruikt:

UrbIS-lagen 2006*	UrbIS-lagen 2022	Classificatie van het oppervlak
Wb : Waterzones	UrbAdm_STRETCH_OF_LAND : type : WB	Doorlatend
	UrbAdm_BLOCK : type: WB	

Er werd ook **extra nabewerking** uitgevoerd op het resultaat om de invloed van de modelverschillen in de vergelijking te verminderen. Er werden verschillende andere UrbIS-lagen gebruikt:

UrbIS-lagen 2006*	UrbIS-lagen 2022	Classificatie van het oppervlak
Ss : Straatoppervlakken	UrbAdm_STREET_SURFACE_LEVEL0 : type: S, I, B, PB, A, W, C, AC, IC, K, SC, IL	Ondoorlatend
Bu : Gebouwen	UrbAdm_BUILDING	Ondoorlatend
Rb : Spoorwegzones	UrbAdm_RAIL	Doorlatend
Gb : Groene zones	UrbAdm_BLOCK : type : GB	Doorlatend
* Het jaar van de UrbIS-lagen die zijn gebruikt in de IGEAT-ULB-studie wordt niet vermeld		

De lagen die de ondoorlaatbaarheid verhogen, zijn straatoppervlakken en gebouwen. De lagen die de ondoorlaatbaarheid verlagen, zijn de spoorweggebieden en de groene zones. Onthoud dat in het model van 2022 deze bodembedekkingen werden geclassificeerd volgens de voorspellingen van het model.

Bron van de aangewende gegevens:

WEO-studie uit 2023, uitgevoerd voor rekening van Leefmilieu Brussel (zie bibliografische referenties)

ULB-IGEAT-studie 2006 (zie bibliografische referenties)

Aanbevolen periodiciteit voor het bijwerken van de indicator:

Een update zou binnen 5 jaar moeten plaatsvinden.

3 OPMERKINGEN AANGAANDE DE METHODOLOGIE OF DE INTERPRETATIE VAN DE INDICATOR

Beperking van de indicator en gebruiksvoorzorgen:

Prestatie van het model van 2006 vergeleken met het model van 2022

De nauwkeurigheid van de modellen van 2006 en 2022 werd vergeleken met behulp van de orthofoto van UrbIS van 2004 (de brongegevens voor de studie van 2006) en dezelfde 7.600 verificatiepixels (19 blokken van 400 pixels) als voor het model van 2022 (zie de details in de methodologische fiche met betrekking tot de indicator voor het ondoorlaatbaarheidspercentage van de bodem):

Ondoorlaatbare oppervlakken	Model van 2006	Model van 2022
Precisie	94,3%	96,0%
Recall	79,4%	88,8%
f-score	86,3%	92,3%

De prestatie van het model van 2022 is beter dan die van 2006:

- Op het vlak van nauwkeurigheid (% pixels die door het model als ondoorlaatbaar worden geclassificeerd en ook daadwerkelijk ondoorlaatbaar zijn)
- Op het vlak van recall (% echte ondoorlaatbare zones die correct zijn geclassificeerd in het model)
- De f-score is het harmonisch gemiddelde van deze twee variabelen (correcte voorspelling van ondoorlatende oppervlakken).



Verdere analyse wees uit dat dit verschil in nauwkeurigheid **vooral betrekking had op privéterrein (terrassen, parkeerplaatsen) en kleine paden**. De verschillen in geschatte ondoorlatende oppervlakken tussen 2006 en 2022 moeten daarom in perspectief worden geplaatst.

Vergelijking van de modellen inclusief 6 extra verificatieblokken

Daarnaast zijn er 6 interessante zones geselecteerd waarvan het bodemgebruik tussen 2006 en 2022 aanzienlijk is veranderd. En voor elk werd een verificatieblok geëvalueerd, in totaal 2400 pixels:

- De gevangenis van Haren (van doorlatend naar ondoorlatend),
- De campus van het Bordet-Erasmusziekenhuis (van doorlatend naar ondoorlatend),
- Het braakland Josafat (van ondoorlatend naar doorlatend),
- Het park aan de Ninoofsepoort (van ondoorlatend naar doorlatend),
- Thurn & Taxis (gemengd),
- Deltadriehoek (gemengd).

De modelvormingsfout (vergelijking van het verschil in gesimuleerde ondoorlatende oppervlakken in 2006 en 2022) voor de 25 blokken is 1,59%. Het model voor 2022 is in staat om veranderingen in ondoorlatende oppervlakken tussen 2006 en 2022 te identificeren (98% correlatie).

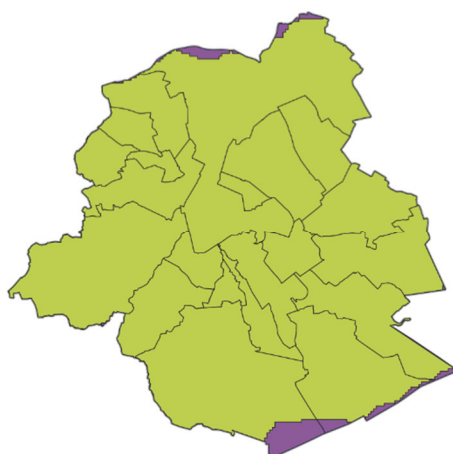
Voorzorgsmaatregelen voor gebruik

Het studiegebied bestrijkt niet het hele Brussels Hoofdstedelijk Gewest (97,7% - zie hieronder in §7 - Dekking in tijd en ruimte). Het stopte bij de grenzen van de stroomgebieden van de Zenne en de Woluwe. Kleine zones ten noorden en zuiden van het Zoniënwoud zijn niet opgenomen. **De zones die zijn uitgesloten van de analyse zijn echter overwegend doorlatend**, wat een vertekening introduceert in de schatting van het percentage ondoorlatende oppervlakken.

De gemeenten waarvan het grondgebied onvolledig is in het studiegebied zijn:

Gemeente	Totaal oppervlak (ha)*	Oppervlak opgenomen in het studiegebied (ha)	Deel opgenomen in het studiegebied (%)	Oppervlak uitgesloten van het studiegebied (ha)
Studiegebied				
Stad Brussel	3.309	3.216	97,2%	93
Oudergem	897	883	98,4%	14
Ukkel	2.287	2.098	91,7%	189
Watermaal-Bosvoorde	1.298	1.226	94,5%	72
Variaties gekoppeld aan veranderingen in gemeentegrenzen (UrbIS-gegevens)				
Jette	519	516	99,4%	3
Anderlecht	1.791	1.790	99,9%	1
Sint-Pieters-Woluwe	894	893	99,9%	1
Brussels Hoofdstedelijk Gewest	16.242	15.870	97,7%	372

* Landregister per gemeente, 2022, Statbel



Partie de la Région bruxelloise

Deel van het Brussels Gewest

- Incluse dans l'analyse
Dat is opgenomen in de analyse
- Exclue de l'analyse
Dat is uitgesloten van de analyse

Moeilijkheden eigen aan de methodologie:

- Beperking van methodologische vertekening door verschillen tussen de studies uit 2006 en 2022.
- Datum van de UrbIS-brongegevens gebruikt in de studie van uit 2006 niet vermeld.

Aanvullende of alternatieve indicatoren ("ideale" indicator):

- Types en doorlaatbaarheid van bodembedekkingen
- Bodemgebruik (gebouwen, wegen, groene zones, waterzones, enz.)

Gegevens ter aanvulling (voor de interpretatie of verfijning van de analyse...):

- Vergroeningspercentage
- Vegetatiebedekking
- Voorzieningen voor GRB (geïntegreerd regenwaterbeheer)

4 VERBANDEN MET ANDERE INDICATOREN OF GEGEVENS (UIT HET RAPPORT OVER DE STAAT VAN HET LEEFMILIEU)

- Groene ruimten en biodiversiteit – Vegetatiebedekking in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- Groene ruimten en biodiversiteit – Fragmentatie van de natuurlijke habitats
- Klimaat – De hitte-eilanden van Brussel in kaart gebracht
- Kartering - Beoordeling en beheer van de overstromingsrisico's

5 VOORNAAMSTE INSTELLINGEN BETROKKEN BIJ HET ONTWIKKELEN VAN GELIJKAARDIGE INDICATOREN (EUROPESE UNIE, BELGIË, ANDERE INDIEN PERTINENT)

- Europees Milieuagentschap – Indicator 'Imperviousness and imperviousness change in Europe' <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/imperviousness-and-imperviousness-change-in-europe>
- Waals Gewest: Etat de l'environnement wallon - « Imperméabilisation des sols » <http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/SOLS%20Focus%201.htm>
- Vlaams Gewest: Departement Omgeving, Indicator « Verharding » <https://indicatoren.omgeving.vlaanderen.be/indicatoren/verharding> en Jaarlijkse bodemafdekkingskaart Vlaanderen <https://omgeving.vlaanderen.be/nl/jaarlijkse-bodemafdekkingskaart-vlaanderen-jaarbak>

6 BIBLIOGRAFISCHE REFERENTIES (METHODOLOGIE, INTERPRETATIE)

- WEO, juli 2023. 'Kaart van de ondoorlatende oppervlakken van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2022'. Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel. Deel 1 en 2. 54 pp. Beschikbaar (enkel in het Frans) op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Rapport_Partie_1-2_Carte_Impermeable_Bruxelles_vf.pdf
Deel 3 - Waterdoorlatende bekledingen, groendaken, sportterreinen. 20 pp. Beschikbaar (enkel in het Frans) op: https://document.environnement.brussels/opac_css/doc_num.php?explnum_id=11044
- ULB-IGEAT (S. Vanhuysse, J. Depireux en E. Wolff), oktober 2006. 'Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale'. Studie in opdracht van het ministerie van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest – AED – Directie Water. Beschikbaar (enkel in het Frans) op: https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/STUD_2006_ImpermeabiliteSolsRB_C
- VERORDENING (EU) 2024/1991 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 24 juni 2024 inzake natuurherstel en tot wijziging van Verordening (EU) 2022/869. P.B. van 29.7.2024. 93 pp. Beschikbaar op: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202401991
- EUROPESE COMMISSIE, november 2021. 'EU-bodemstrategie voor 2030 - profiteren van de voordelen van een gezonde bodem voor mens, voedsel, natuur en klimaat'. COM/2021/699 def. Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's. 30 pp. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0699>



- Voorstel voor een RICHTLIJN VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD inzake bodemmonitoring en -veerkracht, juli 2023. COM/2023/416 def. 75 pp+21 pp bijlagen. Beschikbaar op: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A52023PC0416>
- LEEFMILIEU BRUSSEL, aangenomen in mei 2024. 'Good Soil-strategie. Naar een geïntegreerd en duurzaam beheer van de Brusselse bodems'. 17 pp. Beschikbaar op: <https://leefmilieu.brussels/goodsoil>

7 DEKKING IN TIJD EN RUIMTE

Beschikbare tijdreeks:

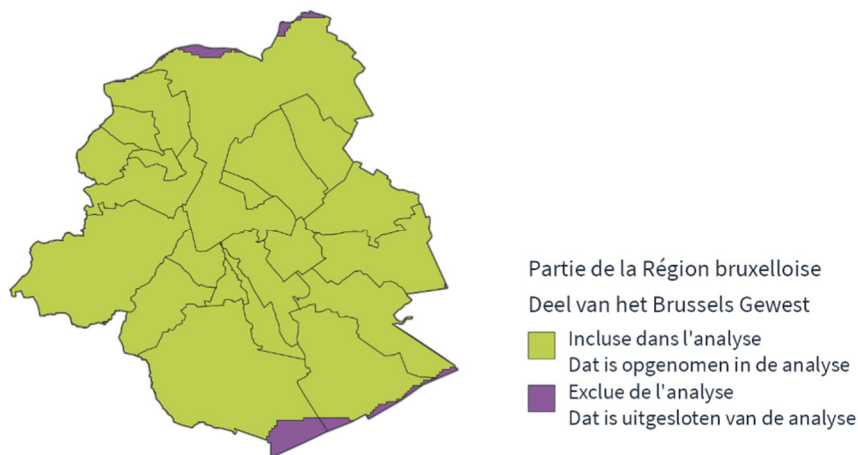
1955, 1970, 1985, 1993, 2006 en 2022

Ruimtelijke dekking van de gegevens:

Raster 1 m x 1m - 2022

Raster 100 m x 100 m (1 ha) - 1955, 1970, 1985, 1993, 2006

97,7% van de oppervlakte van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (zie §3 voor meer details)



Datum waarop de indicator voor het laatst werd bijgewerkt:

Juli 2024

Datum waarop deze methodologische fiche voor het laatst werd bijgewerkt:

Juli 2024