

Good Soil IBKB professionals

Gids: Index voor bodemkwaliteit in
Brussel (IBKB)



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels



Good Soil

Inhoudsopgave

WAT IS DE IBKB ?	3
WAAROM EEN IBKBPro ?	4
1. Enkele concepten en definities	4
IBKBPro -METHODOLOGIE	5
1. Terreinwerk	5
1.1. <i>Bepaling van de homogene zones</i>	5
1.2. <i>Veldwerk – Monsterneming</i>	6
1.3. <i>Aanvullende opmerkingen</i>	7
2. Te meten parameters	8
2.1. <i>Terreinmetingen</i>	8
2.2. <i>Parameters van het laboratorium</i>	10
3. Bepaling van de IBKBPro	12
3.1. <i>Berekeningsmethode</i>	12
3.2. <i>Interpretatie</i>	13
4. Interpretatie van de IBKBPro	14
5. Analyses van de diensten en bedreigingen	15
5.1. <i>Analyses van de ecosysteemdiensten</i>	15
5.2. <i>Analyse van de bedreigingen</i>	17
6. Advies	18
Bijlage: Referenties	18

WAT IS DE *IBKB*?

De Index voor bodemkwaliteit in Brussel is een **bewustmakingsindex** rond het belang van de bodem en de rollen die de bodem speelt in de goede werking van ons leefmilieu en dus ook van onze samenleving.

De bodem verleent zowel onze samenleving als het leefmilieu een hele waaier aan diensten: denk maar aan het substraat waarop de planten groeien die aan de basis liggen van onze voedselketen, de filtratie van regenwater of de opslag van atmosferische koolstof. De bodemkwaliteitsindex past binnen de Good Soil-strategie. Het doel van die strategie is de kwaliteit van de bodems in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest te beschermen en te verbeteren.



De *IBKB* is een unieke en globale score die wordt toegekend aan elk onderzocht kadastraal perceel. Ze is gebaseerd op een kwantitatieve analyse van een tiental bodemparameters. De globale index wordt verkregen door het gemiddelde te berekenen van alle parameters die op verschillende plaatsen op een perceel zijn gemeten. Het doel is om de variabiliteit van de bodemkwaliteit van een perceel weer te geven.

WAAROM EEN *IBKB^{Pro}*?

De *IBKB^{Pro}* wil projectdragers, landschapsarchitecten, studiebureaus, stedenbouwkundigen enz. bewustmaken van het feit dat de bodem een niet-hernieuwbare natuurlijke hulpbron is waarmee rekening moet worden gehouden van bij het ontwerp van een project. De index is een aanvulling op de verplichtingen die voortvloeien uit de geldende wetgeving inzake bodemvervuiling.



Via deze index wil Leefmilieu Brussel ervoor zorgen dat de projectdragers het begrip **bodemkwaliteit** zo vroeg mogelijk integreren in het ontwerp van hun stedenbouwkundige projecten. **Het idee daarbij is om een zo goed mogelijk evenwicht te vinden tussen het toekomstige gebruik van de bodem en de huidige kwalitatieve toestand ervan.** Op die manier kunnen de bodems van betere kwaliteit gebruikt worden voor *de ontwikkeling van de natuur* en de biodiversiteit, de landbouw, koolstofsekwestratie of

regenwaterinfiltratie. De bodems van minder goede kwaliteit¹ kunnen dan weer worden gebruikt voor gebouwen, wegen enz. Dat alles vormt de basis van een duurzaam bodembeheer, zoals reeds bestaat in landen als Zwitserland, Duitsland enz.

1. Enkele concepten en definities

Alvorens in detail te treden over de *IBKB^{Pro}*, verduidelijken we enkele definities zodat alle lezers van dit document de verschillende concepten op dezelfde manier begrijpen.

Bodem: de bodem vormt het raakvlak tussen gesteente, lucht en water. De bodem bestaat uit verschillende horizontale lagen van organische en minerale materie. Die organisatie is het resultaat van de verwerking van het moedergesteente en de afbraak van organisch materiaal dat op het oppervlak is afgezet. De dikte van de bodem varieert van enkele centimeters tot meerdere meters, afhankelijk van het klimaat, de topografie, de samenstelling en de leeftijd. De bodem herbergt meer dan een kwart van de levende soorten op aarde en het merendeel daarvan bevindt zich in de eerste 30 centimeter van de bodem, d.w.z. het meest zuurstofrijke deel.

Bodemkwaliteit: de bodemkwaliteit is de toestand van de bodem waarmee hij alle ecosysteefuncties die hij ondersteunt kan vervullen. De bodemkwaliteit omvat chemische, fysische en biologische aspecten.

Kwaliteitsbodem: een bodem wordt als kwaliteitsbodem beschouwd als hij in staat is om een maximaal aantal ecosysteemdiensten te verlenen.

Ecosysteemdiensten van de bodem: dit zijn alle diensten die de bodem levert aan het leefmilieu en dus ook aan onze samenleving. Zonder deze diensten zou het leefmilieu zoals wij het vandaag kennen niet bestaan. De bodem zorgt voor productverstrekking (productie van drinkwater, voedingsmiddelen), heeft een regulerende functie (filteren van oppervlaktewater, sekwestratie van

¹ Verwijst niet naar de mechanische kwaliteit van de bodems. Zie definitie op pagina 2.

atmosferische koolstof), verleent culturele diensten (behoud van archeologisch erfgoed, ondersteuning van groene ruimten) en ondersteunende diensten (voor de fauna en flora, recyclage van de elementen H₂O, C, N, P, ...).

IBKB^{Pro}-METHODOLOGIE

Voor elk onderzocht gebied van een of meerdere percelen dient de deskundige die de **IBKB^{Pro}** moet bepalen de volgende aanpak te volgen:

- a. Bepaling **van de homogene zones** op de site, vanuit het standpunt van de bodem, op basis van de geofysische, pedologische en historische parameters van de zone;
- b. **Monsterneming** van de bodem en overzicht van de waarnemingen op het terrein voor elke homogene zone van de site;
- c. **Metingen op het terrein en laboratoriumanalyses** van de bodemstalen;
- d. **Berekening** van de **IBKB^{Pro}** voor elke zone en interpretatie van de **BBKI^{Pro}**;
- e. **Analyse** van de ecosysteemdiensten (via de **IPSE_i**) en de bedreigingen op de site op basis van de ingezamelde gegevens.

1. Terreinwerk

1.1. Bepaling van de homogene zones

Bij deze eerste stap worden op de te onderzoeken site zones met relatief homogene bodemeigenschappen bepaald. Het terreinbezoek is essentieel om de bodem waar te nemen, te zien en te voelen. Daarnaast kan de expert zich baseren op wat de buurtbewoners vertellen of op lucht- en satellietbeelden van de zone. Hij dient zijn keuzes te motiveren.

Hierna volgt een niet-exhaustieve reeks criteria die kunnen helpen bij het bepalen van de homogene zones op een kadastraal perceel:

- a) Op basis van terreinwaarnemingen
 - Topografie
 - accumulatiezone, valleibodem
 - erosiezone, helling
 - stabiele zone, relatief vlakke zone
 - Oppervlaktegebruik
 - bos, woud
 - het type vegetatie kan een aanwijzing geven over het type bodem
 - vochtige zone, moerassige zone
 - graszone
 - antropogene zone (grind, bestrating, dolomiet ...)
 - Op basis van waarnemingen (visueel en manueel) van de eerste centimeters van de bodem
 - bodemtextuur
 - bodemkleur
 - bodemstructuur

- b) Raadpleging van kaarten
- Inventaris van de bodemtoestand
 - BruGIS
 - BruCiel
 - Topografische kaarten

Belangrijke opmerkingen:

- A. **ondoordringbare zones** (gebouw, betonplaten...) worden **niet in aanmerking genomen** bij de berekening van de *IBKB^{Pro}*. Het is echter essentieel om te weten welk percentage deze zones innemen op het volledige perceel. Met deze informatie moet rekening worden gehouden om een uitspraak te kunnen doen over de relevantie van de algemene index (representativiteit).
- B. Om de interpretatie van het rapport voor de opdrachtgever van de studie te vergemakkelijken, tracht de expert in de mate van het mogelijke niet meer dan **5 tot 7 homogene zones per site** te bepalen. Soms zal het dan ook nodig zijn om zones met gelijksoortige kenmerken samen te voegen.

1.2. Veldwerk – Monsterneming

Voor een volledig onderzoek van het terrein moeten verschillende soorten strategieën op het terrein worden toegepast.

- a) Kluit aarde (0-30 cm diep)
- Extractie met (steek)spade (35 cm op ± 15 cm);
 - Extractie op een representatieve plek van de homogene zone;
 - Van elke kluit aarde moet de geografische locatie worden bepaald;
 - Bij de extractie van de kluit aarde moet de structuur ervan bewaard blijven;
 - De meeste testen/analyses gebeuren op kluiten aarde.

Aantal te nemen kluiten aarde:

	Per homogene zones		
	<1Ha	1-10 Ha	>10Ha
Aantal kluiten aarde	1/1000m ² Met een minimum van 1	1/3500m ²	1/5000m ²

NB: Het aantal kluiten aarde wordt naar boven afgerond op de dichtstbijzijnde eenheid

- Voorbeeld: op een perceel met een oppervlakte van 17Ha (beschouwd als één homogene zone) worden maximaal 34 kluiten genomen.

- b) Sondering (tot maximaal 1 m)
- Enkel met grondboor;
 - Uitgevoerd dans un endroit représentatif de la zone homogène ;
 - Van elke boring moet de geografische locatie worden bepaald;
 - Elke boring moet worden omschreven per bodemhorizont (textuur, kleur, vochtigheid, antropogene elementen, ruwe elementen => dikte van de horizontale laag) en eventueel worden gefotografeerd. Gelet op de diepte van 1 meter voor elke monsterneming, zal het misschien mogelijk zijn de diepte van de bodem, de

aanwezigheid van een verdichte laag of van onderliggende sporen van hydromorfie te meten.

Aantal uit voeren sonderingen:

	Per homogene zones		
	<1Ha	1-10 Ha	>10Ha
Aantal sonderingen	1/2000m ² Met een minimum van 1	1/5500m ²	1/7000m ²

NB: Het aantal sonderingen wordt naar boven afgerond op de dichtstbijzijnde eenheid

- Voorbeeld: op een perceel van 17Ha (beschouwd als 1 homogene zone) worden maximaal 24 monsternemingen verricht.

Indien de expert het nodig acht, kan hij afwijken van de hierboven vermelde regels en het aantal monsters en boringen aanpassen aan het type en de omvang van het project.

c) Samengestelde monsters aan de oppervlakte

- Met behulp van een grondboor met bemonsteringshuis.
- Het aantal samengestelde monsters moet in overeenstemming zijn met de volgende voorschriften:

	Per homogene zone		
	<1 ha	1-10 ha	>10 ha
Aantal samengestelde monsters	12	12 minimum + 1/3500 m ²	12 minimum + 1/5000 m ²

N.B.: Het aantal samengestelde monsters wordt afgerond naar boven

1.3. Aanvullende opmerkingen

Bovenop dit alles, lijst de expert ook de volgende punten op:

- Textuur²;
- Eventuele aanwezigheid van een korst aan de oppervlakte;
- Eventuele aanwezigheid van aanaardingen in de bodemprofielen (sintel, baksteen...);
- Organoleptische aanwijzingen in de boorprofielen of kluiten;
- Beschrijving van de wortelontwikkeling en -dichtheid in de kluiten grond en bioturbatie;
- Kleur;
- Als het perceel is opgenomen in de inventaris van de bodemtoestand is het noodzakelijk om de categorie ervan te kennen.
- Aanwezigheid van invasieve soorten

Deze aanvullende punten kunnen worden gebruikt om de uitleg in het deel Analyses van lokale ecosysteemdiensten te ondersteunen en te contextualiseren (punt 4).

² Textuur: het relatieve aandeel van verschillende minerale elementen (gekaracteriseerd door hun grootte) aanwezig in de fijne aarde van een bodem. Textuur en kleigehalte kunnen in situ worden bepaald aan de hand van organoleptische waarnemingen en eenvoudige manipulaties (bv. worsttest)

Belangrijke opmerking:

Om ervoor te zorgen dat de waarnemingen, de metingen ter plaatse en de monsternemingen zo representatief mogelijk zijn, is het belangrijk om ze in de juiste **weersomstandigheden** uit te voeren. Concreet betekent dit dat de vochtigheid van de bodem dicht bij de **maximale watercapaciteit** van de bodem moet liggen (minstens 48 uur na overvloedige regenval). Is de bodem te droog, dan zal het moeilijk zijn om de monsters te nemen en zal de biologische activiteit waarschijnlijk sterk vertraagd zijn. Als de bodem te nat is, bestaat het risico dat men de bodem verdicht en moeite heeft om de structuur te achterhalen.

2. Te meten parameters

De fysische, biologische en chemische parameters die moeten worden gemeten, werden in twee categorieën ingedeeld: metingen uitgevoerd op het terrein en metingen uitgevoerd in een laboratorium. Per kluit of per monsterneming moet één enkel monster worden geanalyseerd.

2.1. Terreinmetingen

Indicator	Eenheid	Diepte, type monster en methode	Weging
Structuur	/	Kluit aarde Waarnemingen: 0-30 cm Methode: Vess-test of spadetest (zie nuttige links)	Broos , aggregaten vallen zeer gemakkelijk uit elkaar tussen de vingers: 5 pt Intact , aggregaten vallen gemakkelijk uit elkaar tussen de vingers: 4 pt Stevig , een groot deel van de aggregaten valt gemakkelijk uit elkaar tussen de vingers: 3 pt Compact , de kluit is moeilijk te breken met één hand: 2 pt Zeer compact , de kluit is zeer moeilijk te breken met één hand: 1 pt
Stabiliteit van de aggregaten	/	Kluit aarde Waarnemingen: 0-30 cm Methode: Slake-test (zie nuttige links)	Stabiele aggregaten , de kluit is nauwelijks gedegrademd, vorm van gevallen aggregaten intact, helder water: 5 pt Matig stabiele aggregaten , minder dan 1/3 van de kluit is gedegrademd en de aggregaten op de bodem van de pot hebben hun vorm behouden, licht troebel water: 3 pt Onstabiele aggregaten , de kluit is grotendeels afgebroken, troebel

			water en fijne deeltjes op de bodem van de pot: 1 pt
Verdichting	/	Met behulp van een penetrometer voorzien van een manometer (zie nuttige links) ³. Onderzoeksstrategie die overeenstemt met de 'kluit aarde' Indien geblokkeerd op exogeen materiaal, herhalen zo vaak als nodig op 1 m indien mogelijk	Geen verdichtingszone gediagnosticeerd: 5 pt Verdichte zone gediagnosticeerd: 1 pt
Hydraulische geleidbaarheid	K (m/s)	In situ aan de oppervlakte (Tests INFOFICHES: Matsuo, Porchet, Porchet Tube) Opgelet! Het aantal uit te voeren onderzoeken komt overeen met de 'kluit aarde'-strategie gedeeld door 3 (naar boven afgerond) gelijkmatig verdeeld over de gehele homogene zone	$\geq 10^{-4}$: 5 pt $10^{-5} \leq X < 10^{-4}$: 4 pt $10^{-6} \leq X < 10^{-5}$: 3 pt $10^{-7} \leq X < 10^{-6}$: 2 pt $< 10^{-7}$: 1 pt
pH ⁴	/	Kluit aarde Monsterneming: 0-30 cm pH-kit voor op het terrein	$6,5 \leq X < 7,5$: 5 pt $6 \leq X < 6,5$ of $7,5 \leq X < 8$: 4 pt $5,5 \leq X < 6$ of $8 \leq X < 8,5$: 3 pt $5 \leq X < 5,5$ of $8,5 \leq X < 9$: 2 pt $5 \geq$ of $9 \leq$: 1 pt

³ Bepaling en lokalisering van een compacte laag naargelang de diepte, te vergelijken met profiel- en terreinwaarnemingen voor interpretatie. Verzamelen van verdichtingsmetingen voor bijkomende informatie en interpretatie.

⁴ Aan te vullen met een pH-test_{HCL} ingeval pH >7 om de aanwezigheid van carbonaat te bepalen, in voorkomend geval op te nemen in de conclusies.

Waterhuishouding van de bodem	/	Kluit aarde Waarnemingen: 0-30 cm Hydromorfievlakken ⁵	Geen waarnemingen: 5 pt Roestvlekken (slick): 3 pt Blauwgrijze tot groene vlekken (permanente grondwaterlaag): 1 pt
-------------------------------	---	---	---

Legende:

- Structuur: organisatie van de vaste componenten van een bodem;
- Stabiliteit van de aggregaten: deze wordt gewaarborgd door de exsudaten van het bodemleven, die werken als een natuurlijk bindmiddel van de aggregaten ertussen;
- Verdichting: toename van de dichtheid en afname van de porositeit (lucht en water) van de bodem. Een verdichte bodem belemmert de wortelontwikkeling, vermindert de waterinfiltratie...
- Hydraulisch geleidingsvermogen: meet het vermogen van water om door de bodem te stromen;
- pH: de pH-waarde geeft de zuurtegraad van een bodem weer op een schaal van 1 tot 14. Een neutrale en evenwichtige bodem heeft een pH van 7. Een pH-waarde lager dan 7 wijst op een eerder zure bodem, en een pH-waarde hoger dan 7, wijst op een basische bodem.
- Waterhuishouding van de bodem: beoordeelt de mate van hydromorfie van de bodem;
- Het aantal verdichtings- en hydraulische geleidbaarheidsproeven wordt bepaald naar gelang de oppervlakte van de homogene zones van het terrein:

2.2. Parameters van het laboratorium:

Indicator	Eenheid	Diepte, type monster en analysemethode	Weging	
CEC tot pH neutraal	cmol/kg	Monsterneming: 0-30 cm Samengesteld monster Metson (NF X31-130) OF Cobaltihexamine (norm ISO 23470)	≥ 35 : 5 pt $25 \leq X < 35$: 4 pt $15 \leq X < 25$: 3 pt $8 \leq X < 15$: 2 pt < 8 : 1 pt	
P	mg/100g droge materie	Monsterneming: 0-30 cm Samengesteld monster Extractie met ammoniumacetaat + EDTA bij pH 4,65 (methode van Lakanen en Erviö)	$\geq 10,9$: 5 pt $8,2 \leq X < 10,9$: 4 pt $6,1 \leq X < 8,2$: 3 pt $4 \leq X < 6,1$: 2 pt < 4 : 1 pt	Vruchtbaarheidsparameters⁶ Gemiddelde punten

⁵ Index die in aanmerking moet worden genomen met uitzondering van natuurlijke wetlands.

⁶ Deze puntenberekening is gebaseerd op de meest voorkomende situaties; bij aanwezigheid van bodems met extreme kenmerken (zeer zandige of zeer kleiige, zeer zure of zeer basische bodems, enz.) zullen deze punten moeten worden genuanceerd.

		Techniek: chloroform fumigatie	< 242: 1 pt
Totaal organische koolstof	% m.s.	Monsterneming: 5-15 cm	≥ 3,3: 5 pt
		Samengesteld monster	1,6 ≤ X < 3,3: 4 pt
		Springer-Klee (methode Anne) of droge verbranding (ISO 10694)	1,3 ≤ X < 1,6: 3 pt
			1,2 ≤ X < 1,3: 2 pt
			< 1,2: 1 pt

Legende:

- CEC: deze waarde beschrijft het vermogen van de bodem om de mineralen voor de planten op te slaan. Hoe hoger deze waarde, hoe hoger het aantal kationen dat wordt vastgehouden (grootte van de "koelkast" neemt toe). De CEC-waarde van een bodem hangt af van de hoeveelheid klei en organische stof die hij bevat, maar ook van de aard van deze elementen en de pH-waarde van de bodem.
- Rapport C/N : décrit la teneur relative en carbone et en azote dans le sol et permet de juger du degré de décomposition (minéralisation) de la matière organique par les organismes vivants ;
- Microbiële biomassa: hoeveelheid koolstof van levende organismen die zich in de bodemmicroben (bacteriën, schimmels) bevinden;
- Carbone organique total : Mesure du carbone organique dans le sol. Permet d'évaluer indirectement la quantité de matière organique dans le sol. Egalement un indicateur de la capacité du sol à stocker le carbone (opéré par les micro-organismes).
- De vruchtbaarheidsparameters worden hier beoordeeld aan de hand van de concentratie fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg) en calcium (Ca) in de bodem. De resultaten moeten bij de interpretatie worden genuanceerd in het licht van de andere factoren die van invloed zijn op de vruchtbaarheidsparameters (textuur, pH en CEC)

3. Bepaling van de *IBKB^{Pro}*

3.1. Berekeningsmethode

Op basis van de verschillende resultaten van de analyses (kluit aarde, boring, samengestelde monsters) kunnen de referentiewaarden voor elke parameter per homogene zone worden bepaald. Hiervoor zal de expert in sommige gevallen het rekenkundige gemiddelde van bepaalde parameters moeten berekenen.

Via die referentiewaarden kunnen vervolgens de punten worden toegekend voor de berekening van de *IBKB^{Pro}*. De berekeningsmethode wordt hierna toegelicht.

Deze formule moet worden toegepast binnen elke homogene zone (*i*)

$$IBKB_i^{Pro} = \left(\frac{\sum(P_i^{Terrein})}{N_{Pt}} + \frac{\sum(P_i^{Labo})}{N_{Pl}} \right) * \frac{100}{X}$$

Waarbij

- *IBKB_i^{Pro}* : brusselse bodemkwaliteitsindex binnen een homogene zone *i*
- *P_i^{Terrein}* : Toegekende punten voor elke terreinparameter van de homogene zone *i*
- *P_i^{Labo}* : Toegekende punten voor elke laboratoriumparameter van de homogene zone *i*
- *N_{Pt}* : Aantal parameters opgenomen in '2.1 terreinmetingen'
- *N_{Pl}* : Aantal parameters opgenomen in '2.2 parameters van het laboratorium'

- X : maximum aantal punten volgens de betrokken parameters

De globale $IBKB^{Pro}$ van het perceel wordt verkregen via de volgende formule:

$$IBKB_G^{Pro} = \frac{\sum (IBKB_i^{Pro} * A_i)}{A_I}$$

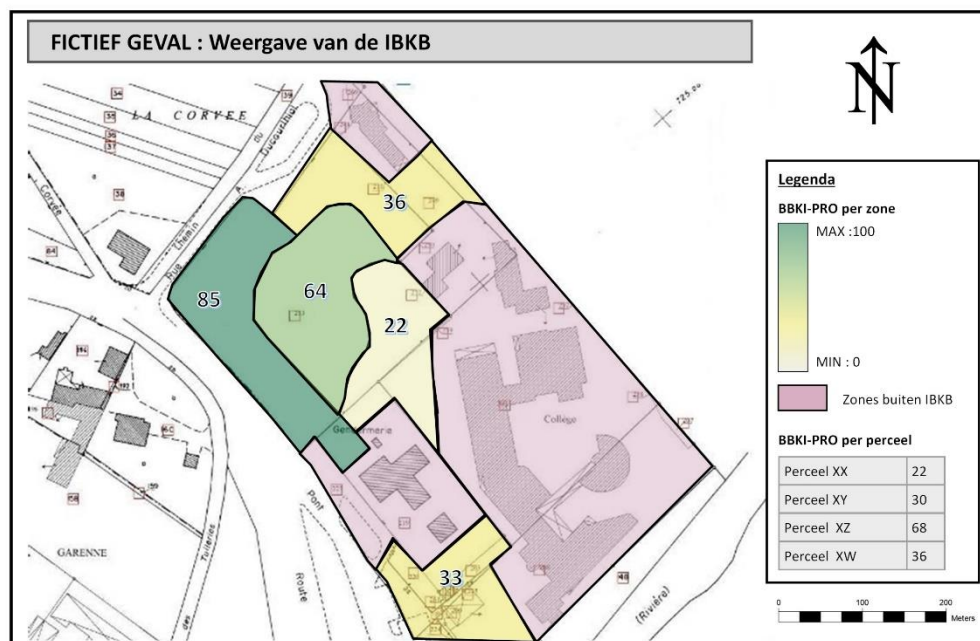
Waarbij

- $IBKB_G^{Pro}$: algemene Brusselse bodemkwaliteitsindex voor het hele perceel
- A_i : oppervlakte van de homogene zone i op het perceel
- A_I : oppervlakte van alle homogene zones van het perceel

Om het jullie gemakkelijker te maken kunnen jullie het “Excel” bestand downloaden dat beschikbaar is op onze webpagina $IBKB^{Pro}$.

3.2. Interpretatie

De $IBKB^{Pro}$ is een bewustmakingsinstrument waarmee projectdragers het begrip bodemkwaliteit zo vroeg mogelijk kunnen integreren in het ontwerp van hun stedenbouwkundige projecten. Om de interpretatie van de index voor de opdrachtgever van de studie te vergemakkelijken, gebruikt de expert een kaart van dit type:



Afbeelding 1: voorbeeldweergave van een fictief geval met vijf homogene zones

A. De expert houdt rekening met de eventuele klasse van de inventaris van de bodemtoestand, om de index te nuanceren waar nodig.

B. De expert spreekt zich uit over de betrouwbaarheid van de index, met name op basis van het aantal parameters dat werd opgenomen in de analyse of op basis van de omvang van de bebouwde zone van het perceel.

IBKB ^{Pro}	Klasse	Interpretatie
Tussen 100 en 75	Bodem van klasse 1	Bodem heel rijk aan leven, zonder gebruiksbeperking Bodems van klasse 1 zijn bodems heel rijk aan bodemleven met weinig beperkingen wat het gebruik betreft. Dit zijn gronden met optimale fysische, chemische en biologische parameters die hoogwaardige ecosysteemdiensten leveren. De bodem wordt goed gedraineerd en is productief voor de meerderheid van de inheemse plantensoorten. Bodems van klasse 1 zijn bodems die behouden en behandeld dienen te worden met veel zorg. Deze bodems dienen zo veel als mogelijk permeabel, niet verdicht en begroeid te blijven. Het is eveneens wenselijk om deze gronden niet uit te graven, of desbetreffend, ter plaatse te hergebruiken.
Tussen 74 en 50	Bodem van klasse 2	Bodem vrij rijk aan leven, met weinig gebruiksbeperkingen Bodems van klasse 2 zijn bodems vrij rijk aan bodemleven met een aantal beperkingen wat betreft de ecosysteemdiensten die zij kunnen leveren. Voor deze bodems moeten conservatieve maatregelen worden genomen om de achteruitgang ervan in de toekomst te beperken/voorkomen en/of de bodem-water- en bodem-luchtverhoudingen te verbeteren/optimaliseren indien de bodems worden gecultiveerd. Deze bodems zijn nog voor verbetering vatbaar wat hun fysische, chemische en biologische parameters betreft. Het verdient de voorkeur deze bodems zo doorlaatbaar mogelijk te houden, hun vegetatie in stand te houden of te stimuleren en verdichting te voorkomen. Indien deze grond moet worden afgegraven, moet worden nagegaan of hij ter plaatse kan worden hergebruikt of vooraf kan worden verbeterd.
Tussen 49 en 25	Bodem van klasse 3	Bodem gemiddeld rijk aan leven, met gebruiksbeperkingen Bodems van klasse 3 zijn matig gedegradeerde bodems met beperkingen voor de ecosysteemdiensten die ze kunnen leveren. Deze bodems zijn matig levend en zullen moeten worden verbeterd om op lange termijn ecosysteemdiensten van hoge kwaliteit te kunnen leveren. Indien deze bodems worden uitgegraven, zouden ze op lange termijn specifieke (ex situ) behandelingen kunnen ondergaan om verbeterd te worden of, in overeenstemming met de met de wetgeving van kracht in het BHG, (ter plaatse) te hergebruiken voor een welbepaald gebruik aangepast aan de geplande ecosysteemdiensten.

Tussen 24 en 0	Bodem van klasse 4	Bodem arm aan leven, met sterke gebruiksbeperkingen Bodems van klasse 4 zijn sterk gedegradeerde bodems met veel gebruiksbeperkingen. Ze leveren heel weinig kwaliteitsvolle ecosystemendiensten. Deze bodems zijn arm aan leven. Ze hebben specifieke maatregelen op lange termijn nodig om verbeterd te worden zodat ze ecosystemendiensten van betere kwaliteit te kunnen leveren.
----------------	--------------------	---

5. Analyses van de diensten en bedreigingen

5.1. Analyses van de ecosystemendiensten

Met behulp van de metingen en waarnemingen op het terrein zal ook de prestatie van elke ecosystemedienst binnen elke homogene zone kunnen worden beoordeeld ($IPSE_i$).

Hoewel de te overwegen diensten talrijk zijn, hebben we er vier prioritaire geselecteerd, dit in overeenstemming met de plannen die verdedigd worden door het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en gevalideerd in het kader van onze Good Soil-strategie. Het gaat om de volgende diensten:

- de dienst ter ondersteuning van plantengroei en habitats voor biodiversiteit (herbergen van fauna en flora);
- de dienst inzake voedselvoorziening (productie van voedingsmiddelen);
- de dienst voor regulering van de watercyclus (filteren van oppervlaktewater, sekwestratie van atmosferische koolstof);
- de dienst voor regulering van het klimaat (koolstofopslag).

Meer informatie vindt u op onze internetpagina: [de diensten die geleverd worden door de bodems](#).

Met elke ecosystemedienst stemmen parameters overeen die specifiek zijn voor de kwaliteit ervan en die moeten worden opgenomen in de berekening van de subindexen per ecosystemedienst.

Deze indicatoren zijn opgenomen in de volgende tabel:

TERREINMETINGEN	Ondersteuning voor plantengroei en habitats voor biodiversiteit	Voedselvoorziening	Regulering van de watercyclussen	Regulering van het klimaat
Structuur	X	X	X	X
Stabiliteit van de aggregaten	X	X	X	X
Verdichting	X	X	X	
Hydraulische geleidbaarheid			X	
pH (HCl-test)	X	X		
Waterhuishouding van de bodem (hydromorfie)	X	X	X	
Textuur			X	
Invasieve soorten	X			

LABORATORIUMMETINGEN	Ondersteuning voor plantengroei en habitats voor biodiversiteit	Voedselvoorziening	Regulering van de watercyclussen	Regulering van het klimaat
CEC	X	X		
Voedingsstoffenstatus (P, K, Mg, Ca)	X	X		
Verhouding C/N	X	X		
Microbiële biomassa	X	X		
COT	X	X		X

Wat de textuur en de invasieve soorten betreft die niet opgenomen zijn in de algemene parameters, is de weging als volgt:

AANVULLENDE MAATREGELEN	Eenheid	Diepte van de analyse en methodologie	Weging
Textuur	U, E, L G A, P, Z S	0-30 cm Kluit aarde Granulometrische analyse uitgevoerd in een laboratorium Bodemclassificatie Lefebure et al, 2018	Z S: 5 pt P: 4 pt L G A: 3 pt E: 2 pt U: 1 pt
Invasieve exotische soorten (planten)	/	Visuele waarnemingen	Afwezigheid: 5 pt Aanwezigheid op een oppervlakte kleiner dan 15% van de homogene zone: 3 pt Aanwezigheid op een oppervlakte groter dan of gelijk aan 15% van de homogene zone: 1 pt

De berekening van de prestatie-index voor elke ecosysteemdienst ($IPSE_i$) gebeurt op gelijkaardige wijze als de $IBKB^{Pro}$:

$$IPSE_i = \left(\frac{\sum(P_i^{Terrein})}{N_{Pt}} + \frac{\sum(P_i^{Labo})}{N_{Pl}} \right) * \frac{100}{X}$$

Waarbij

- $IPSE_i$: Prestatie-index van de Ecosysteemdienst X van de Brusselse bodems in een homogene zone i
- $P_i^{Terrein}$: Toegekende punten voor elke terreinparameter van de betreffende ecosysteemdienst van de homogene zone i
- P_i^{Labo} : Toegekende punten voor elke laboratoriumparameter van de betreffende ecosysteemdienst van de homogene zone i
- N_{Pt} : Aantal parameters opgenomen in de parameters 'terreinmetingen'
- N_{Pl} : Aantal parameters opgenomen in de parameters 'laboratoriummetingen'

- X : maximaal aantal punten in functie van de overeenstemmende parameters voor de ecosysteemdienst.

Om u te helpen met deze formules, kan u het Excel-bestand downloaden dat beschikbaar is op de internetpagina van de *IBKB^{Pro}*.

De door de bodem geleverde ecosysteemdiensten worden beoordeeld op basis van de volgende drempelwaarden:

$IPSE_i$	Beoordeling
$\geq 70\%$	Bereikt
$40\% \leq X < 70\%$	Toereikend
$X < 40\%$	Onvoldoende

De expert vat deze informatie samen in een overzichtstabel voor elke homogene zone (zie voorbeeld hieronder). In die tabel kan de lezer via een kleurensysteem snel de ecosysteemdiensten achterhalen die door een bodem ofwel worden bereikt, of daarentegen toereikend of onvoldoende behaald worden.

Bovendien zal de expert ook **één of meerdere kaarten van de studiezone** maken om de ruimtelijke variabiliteit (tussen de homogene zones) aan te tonen van de ecosysteemdiensten.

Ecosysteemdienst	$IPSE_i$	Beoordeling	Verantwoording
1. Ecosyst. Dienst	X	<i>Bereikt</i>	<i>De resultaten van test X in combinatie met die van test Y ondersteunen onze interpretatie. Daarom is de Ecosyst. Dienst 1 bijzonder goed vervuld in deze zone</i>
2. Ecosyst. Dienst	X	<i>Onvoldoende</i>	...
3. Ecosyst. Dienst	X	<i>Niet van toepassing</i>	...
4. Ecosyst. Dienst	X	<i>Toereikend</i>	...

5.2. Analyse van de bedreigingen

Naar analogie met de tabel met de ecosysteemdiensten wordt bij het verslag van de *IBKB^{Pro}* een tabel gevoegd met de bedreigingen voor de bodems in de bestudeerde zone. Indien nodig kan ook een kaart met de locatie van de bedreigingen worden opgesteld.

Bedreigingen	Locatie	Verantwoording
1. Bedreiging	<i>Zone A</i>	<i>Waarnemingen op het terrein (zie foto's) + analyseresultaat van de parameters X en Y</i>
2. Bedreiging	<i>Zone B</i>	...
3. Bedreiging	-	<i>Niet van toepassing</i>
4. Bedreiging	<i>Zone D</i>	...
5. Bedreiging	-	<i>Niet van toepassing</i>

Lijst met de voornaamste bedreigingen voor de bodems in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (niet-exhaustief):

- a) Bodemverharding
- b) Erosie
- c) Verdichting
- d) Verlies van organisch materiaal
- e) Verlies/vermindering van biologische activiteit

Meer informatie vindt u op onze website: [De bodem onder druk](#).

6. Advies

De bodemexpert kan indien nodig een advies formuleren om de bodemkwaliteit te verbeteren, de ontwikkeling van een ecosysteemdienst te bevorderen en/of de strijd aan te binden tegen een bedreiging voor de bodem.

Een te lage CEC-waarde kan bijvoorbeeld worden gecompenseerd met toevoer van organisch materiaal.

Dit punt is afhankelijk van het niveau van concretisering van het lopende project en de wensen van de opdrachtgever van de studie.

Bijlage: Referenties

Test	Français
VESS test	Guimarães, R.M.L., Ball, B.C., and Tormena, C.A. (2011) adaptée de Boizard, H. et al., in Baize, D. et al., (2013), Evaluation Visuelle de la Structure des horizons de surface des sols cultivés (VESS) , Canton de Vaud, INRA, Hepia, 2018
Slake test	Lambert, M., Vlamincq, N., Maughan, N., Richelle, L., Visser, M., (2018), Guide d'observation et pistes d'action pour des sols vivants en maraîchage , Laboratoire d'Agroécologie de l'Université Libre de Bruxelles
Verdichting: penetrometrische staaf	Tomis, V., Turillon, C., Duparque, A., (2018), Guide méthodique de la tige « pénétro » , projet Sol-D'Phy
	Nederlands
	English