

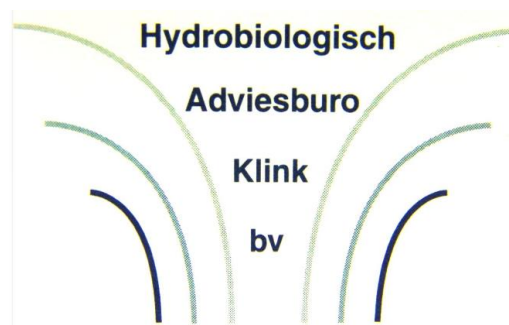
LESA Oosterbeek-Doorwerth

Onderdeel aquatische macrofauna



De platworm *Polycelis felina*, waarschijnlijk verdwenen uit het onderzoeksgebied

Foto: (https://live.staticflickr.com/977/40171900350_8cd95440a1_b.jpg)



LESA Oosterbeek-Doorwerth. Onderdeel aquatische macrofauna

Alexander Klink

Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en mededelingen nr. 166. Versie 27 november 2025 (HAK Project 690)

**In opdracht van het Gelders Landschap en Kastelen
Contactpersoon André de Bonte (GLK)**

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	I
1. SAMENVATTING	2
2. INLEIDING	4
3. METHODEN	5
4. TYPOLOGIE VAN HET ZOETE NEDERLANDSE OPPERVLAKTEWATER.....	6
5. PRESENTATIE VAN DE GEGEVENS	10
6. RESULTATEN	14
7. DISCUSSIE	42
8. CONCLUSIES.....	46
9. LITERATUUR	47
BIJLAGE 1. LIJST VAN ONDERZOCHE MONSTERS	49
BIJLAGE 2. FOTO'S VAN DE MONSTERPUNTEN VAN DIT ONDERZOEK.....	53

1. Samenvatting

Allereerst wordt de unieke combinatie van omgevingsfactoren geschetst die verantwoordelijk is voor de natuurwaarden op de Veluwe. De combinatie van stuwwal met een sterk verhang, uittredend grondwater van goede kwaliteit maken dat de beken op de oost- en zuidflank van de Veluwe een levensgemeenschap hebben die verder alleen in het Zuid-Limburgse Heuvelland te vinden is. Daarnaast bepalen de kleischotten in de ondergrond de kwaliteit van het toestromende grondwater als zijnde zacht. Bij het ontbreken ervan is het water zuur. Hard water komt pas voor in de lagere delen en de Gelderse Vallei.

In dit onderzoek is de mogelijkheid met beide handen aangegrepen om het hydrobiologisch onderzoek van de periode 1977 -2024 samen te vatten en verslag te doen van de veranderingen in de Duno, Seelbeek, Hoge Oorsprong, Hemelse Berg, Zuiderbeek en Slijpbeek gedurende deze 47 jaar.

Met behulp van de EKR-score van de Kaderrichtlijn Water zijn alle 165 monsters ingedeeld in ecologische klassen en dit leidt er toe dat de ecologische situatie volgens deze methodiek in deze periode niet achteruitgegaan is en er plaatselijk zelfs vooruitgang is geboekt, met uitzondering van twee sprengen die al decennia droog staan.

Met een ander instrument, het nog in ontwikkeling zijnde EBEO 2.0 van de STOWA kon achterhaald worden dat in dit specifieke onderzoeksgebied saprobie door bladval, gebrek aan stroming en slib de belangrijkste negatieve factoren zijn en het aandeel grind de belangrijkste positieve factor. Deze factoren zijn onderling afhankelijk en hierin is de stroming sturend.

In tegenstelling tot de EKR-score wijst het wel en wee van zeldzame en kenmerkende soorten op een afname ten opzichte van de vroegere situatie. Het verdwijnen van twee zeldzame koud-minnende platwormen (*Crenobia alpina* en *Polycelis felina*) wijst op een stijging

van de temperatuur in de beken, die vanaf 1986 is gestegen van gemiddeld 9 naar 13°C.

Het op soortniveau beoordelen van de situatie leidt hier tot een aanzienlijke nuancering van de huidige ecologische toestand in vergelijking met de EKR-score.

Samen leidt dit er toe dat de ecologische situatie nog als goed wordt beoordeeld. De afhankelijkheid van voldoende grondwater is echter zo groot dat een verdere reductie van kwel zal leiden tot een enorme degradatie van de natuurwaarden.

Voor instandhouding van de huidige waarden dient ecologisch beheer te worden toegepast om verstopping door blad te voorkomen.

Maatregelen moeten worden voorbereid om de grondwatervoorraad weer aan te vullen, door vergroting van de neerslagberging. Daarnaast moeten onttrekkingen worden verplaatst waardoor ze geen bedreiging meer vormen voor dit Natura 2000 gebied.

2. Inleiding

Aanleiding van dit onderzoek is de vraag van GLK hoe de sprenggebeken in Doorwerth en Oosterbeek er ecologisch aan toe zijn. De aanleiding van die vraag is weer terug te vinden in het herstelprogramma beken van de Provincie Gelderland (2023).

Alvorens hierop in te gaan, wordt aan de hand van drie macrofaunasoorten een karakterisering gegeven van het oppervlaktewater van het Heuvelland in Nederland, waar de Veluwe deel van uitmaakt (kaart 1), gevolgd door de verspreiding van deze soorten op de Veluwe (kaart 2). De ligging van de oude en huidige monsterpunten worden weergegeven op kaart 3.

Vervolgens zijn de beken onderzocht conform het macrofaunaprotocol voor de KRW (Bijkerk, 2014) en beoordeeld door de KRW maatlat voor de bovenlopen van heuvellandbeken (type R4b).

Tenslotte zijn de mogelijke bedreigingen in kaart gebracht door de EBEO 2.0 database (in concept) van de STOWA te gebruiken om het ecologische profiel van de afzonderlijke monsterpunten te berekenen voor de huidige en de, in het verleden uitgevoerde inventarisaties. Hierdoor ontstaat niet alleen een beeld van de huidige ecologische situatie, maar kan deze ook worden vergeleken met die in het verleden. Daarnaast geeft het ecologische profiel ook een duidelijk inzicht in de meest belangrijke milieufactoren die van belang zijn voor achteruitgang en kunnen dus worden vertaald naar herstelmaatregelen voor deze beken.

3. Methoden

3.1. Monsternamen en opwerking

De macrofauna is bemonsterd met een standaard macrofaunanet met een maaswijdte van 0,5 mm. De monsters zijn levend uitgezocht en geconserveerd in 96% ethanol. De determinaties zijn, waar mogelijk, uitgevoerd tot op soort niveau, met behulp van de aangewezen literatuur in het handboek hydrobiologie (Bijkerk (red.) 2014) en aangevuld met recentere publicaties.

3.2. Dataset van de macrofauna

De oude gegevens van de macrofauna zijn afkomstig van Claessens (1978) voor Duno, Seelbeek en Hoog Oorsprong, Werkgroep Sprengen en Beken op de Veluwe (1982) en de verwerking daarvan door Popma (1982) en Provincie Gelderland Dienst Milieu en Water (1990). Deze gegevens zijn aangevuld met de, door Waterschap Vallei en Veluwe en Waterschap Rijn en IJssel, beschikbaar gestelde gegevens, waarvoor dank.

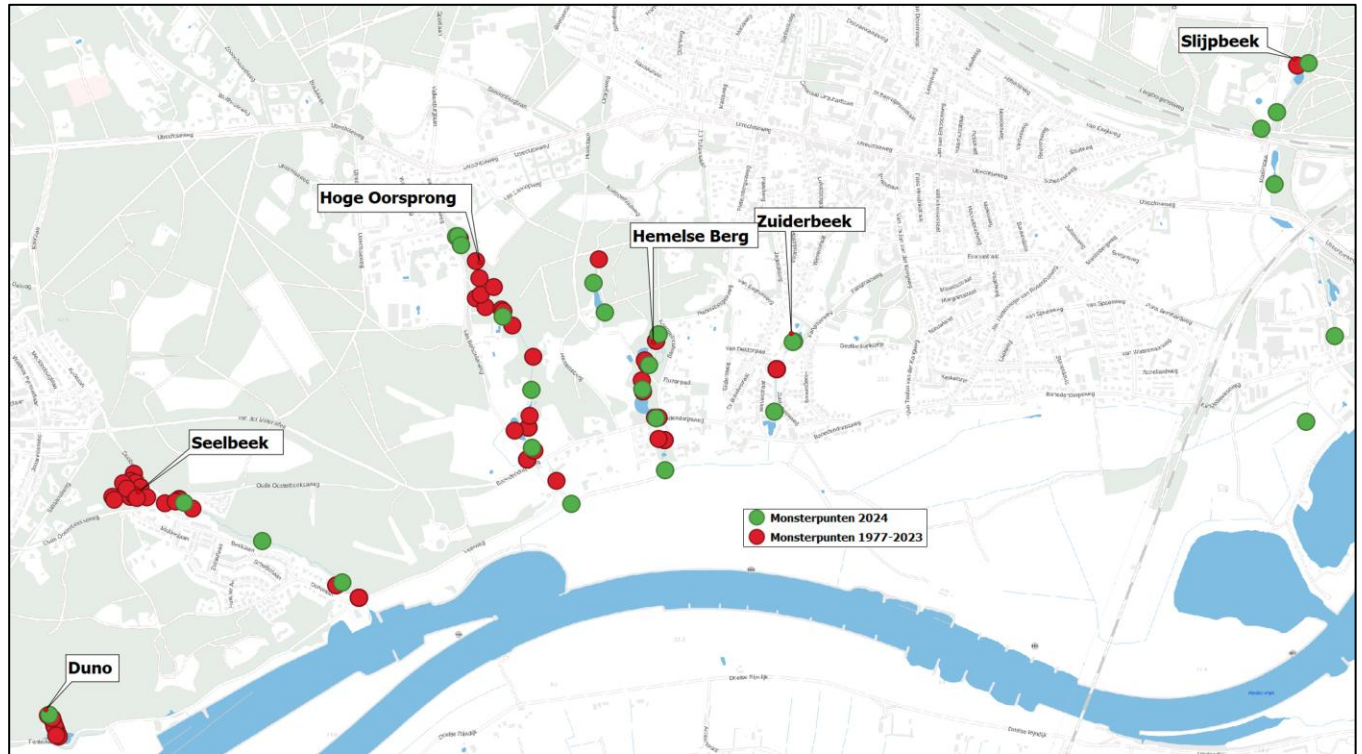
De gegevens van deze 165 monsters zijn vermeld in Bijlage 1.

Tabel 1. Overzicht van de bemonsterde locaties

Mp	Locatie	X-coörd	Y-coörd	Datum
K1	Duno	183532	442451	2-4-2024
K2	Seelbeek	183996	443189	2-4-2024
K3	Seelbeek	184265	443055	4-4-2024
K4	Seelbeek	184541	442912	4-4-2024
K5	Hoge Oorsprong	184932	444115	9-4-2024
K6	Hoge Oorsprong	184939	444115	9-4-2024
K7	Hoge Oorsprong	184949	444085	9-4-2024
K8	Hoge Oorsprong	185093	443836	8-4-2024
K9	Hoge Oorsprong	185191	443582	8-4-2024
K10	Hoge Oorsprong	185195	443380	8-4-2024
K11	Hoge Oorsprong	185329	443185	23-4-2024
K12	Hemelse Berg	185406	443953	15-4-2024
K13	Hemelse Berg	185444	443850	15-4-2024
K14	Hemelse Berg	185630	443774	11-4-2024
K15	Hemelse Berg	185596	443667	11-4-2024
K16	Hemelse Berg	185575	443583	11-4-2024
K17	Hemelse Berg	185622	443483	4-4-2024
K18	Hemelse Berg	185652	443302	23-4-2024
K19	Zuiderbeek	186097	443750	15-4-2024
K20	Zuiderbeek	186092	443747	15-4-2024
K21	Zuiderbeek	186029	443506	15-4-2024
K22	Slijpbeek M'dael	187869	444717	22-4-2024
K23	Slijpbeek Mariëndaal	187760	444547	17-4-2024
K24	Slijpbeek Mariëndaal	187705	444489	17-4-2024
K25	Slijpbeek Mariëndaal	187750	444297	17-4-2024
K26	Slijpbeek	187958	443768	22-4-2024
K27	Slijpbeek	187860	443470	17-4-2024

3.3. Ligging van de monsterpunten

Op kaart 3 is de ligging van de monsterpunten weergegeven. In groen de punten van dit onderzoek en in rood de eerder onderzochte punten.



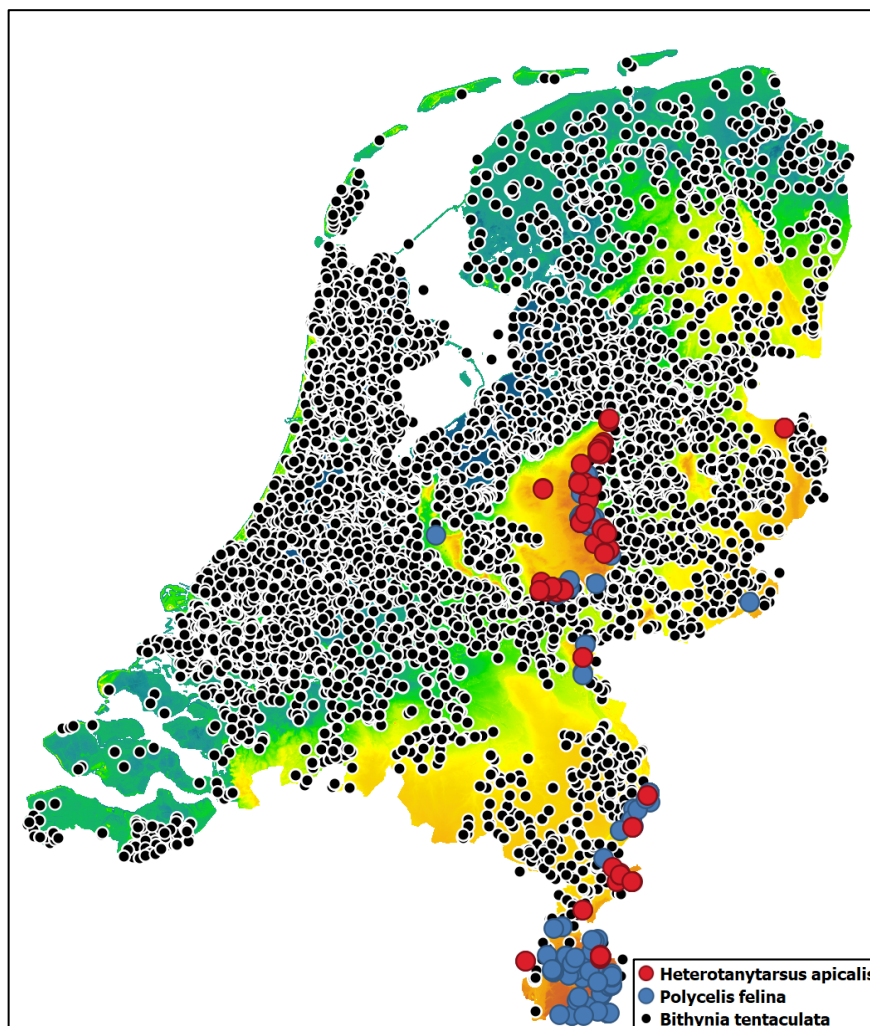
Kaart 1. Ligging van de huidige (groen) en eerdere monsterpunten (rood)

4. Typologie van het zoete Nederlandse oppervlaktewater

Op basis van 3 macrofaunasoorten kan een karakterisering worden gemaakt van het zoete oppervlaktewater naar hardheid. Dit is een zeer handige tool omdat de 1000-en macrofaunamonsters die vanaf 1976 zijn geanalyseerd en opgeslagen in de database van de Waterschappen hierdoor zijn in te delen in 3 categorieën op basis van een Dansmuglarve, een Platworm en een Huisjesslak.

De drie indicatoren (ontleend aan ongepubliceerde gegevens van de auteur) zijn:

- *Heterotanytarsus apicalis*, een dansmuglarve die leeft in bronnen en bovenlopen van beken die gevoed worden met zuur regenwater.
- *Polycelis felina* (foto voorblad) een platworm die leeft in bronnen en bovenlopen van beken die gevoed worden met zacht water dat in enige mate is verrijkt met kalk en bicarbonaat en daardoor een neutrale zuurgraad heeft. Deze brongebieden worden op de Veluwe gekenmerkt door het voorkomen van “kleischotten” in de ondergrond (Werkgroep Sprengen en Beken, 1982).
- *Bithynia tentaculata*, is een huisjesslak met een dikke kalkschaal, die voorkomt in allerlei stilstaande en stromende wateren met een hoog kalk- en bicarbonaatgehalte (hard water).



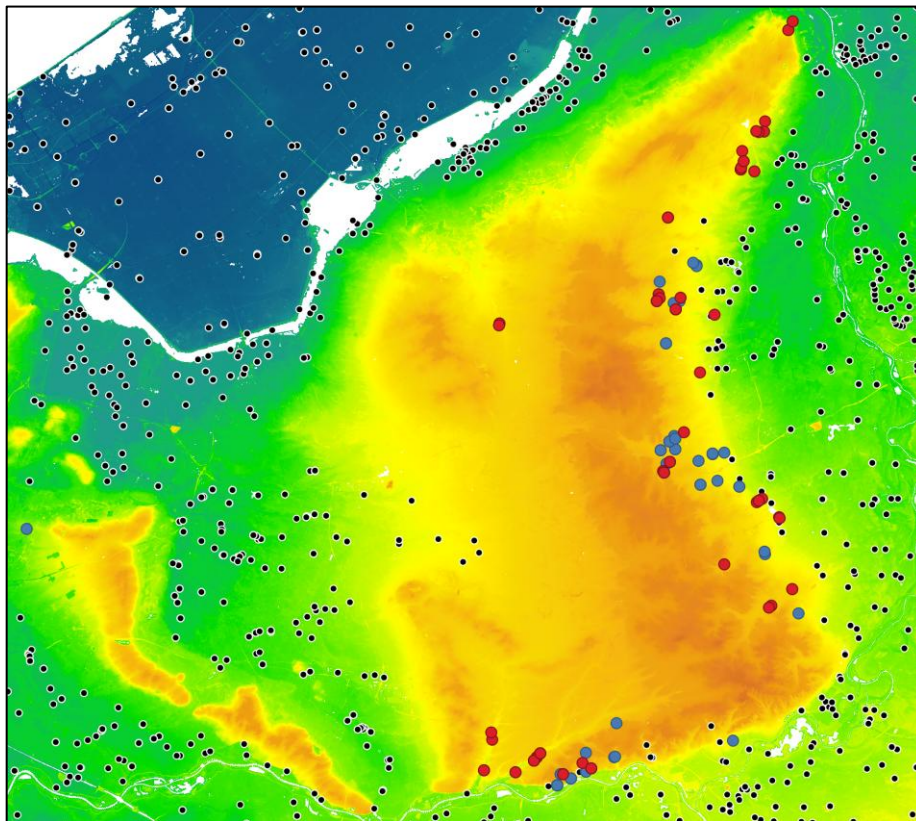
Kaart 2. Verspreiding van de 3 indicator-soorten in Nederland

Kaart 1. Typologie van zoet oppervlaktewater in Nederland.

Op kaart 1 is te zien dat de hoofdverspreiding van *Heterotanytarsus apicalis* op de Veluwe ligt, met verspreide vindplaatsen in de stuwwal van Ootmarsum en Nijmegen. Verder komt de soort voor in grote delen van Limburg. De verspreiding van *Polycelis felina* vertoont een soortgelijke verspreiding, maar is in het kalkrijke Zuid Limburg veel algemener. De huisjesslak *Bithynia tentaculata* komt vrijwel overal voor in de lagere delen van Nederland, waar het water niet te brak is.

Op kaart 2 is ingezoomd op de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug. Hier zien we dat de indicatoren van zuur en zacht water beperkt zijn tot de sprengbeken van de oost en zuid Veluwe en een zure

bovenloop van de Hierdense Beek. Van de Utrechtse Heuvelrug is bij Zeist een recente vindplaats van *P. felina* ontdekt (Waarneming.nl).



Kaart 3. Verspreiding van de 3 soorten op de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug

Op kaart 3 is te zien dat er op het Veluwemassief drie intrekgebieden zijn waar regenwater domineert:

- Noordoostflank tussen Heerde en Hattem
- Brongebied van de Hierdense Beek
- Beken bij Renkum en Heelsum

De brongebieden met zacht water komen voor langs de oostrand vanaf Vaassen tot Rozendaal en in de omgeving van Oosterbeek, Arnhem. In alle gevallen zijn hier ook plaatselijk zure bronnen en bovenlopen te vinden.

In het projectgebied zijn er twee zure sprengen te onderscheiden (Seelbeek en Hoge Oorsprong) en in de middenloop van de Zuiderbeek is de “zure mug” ook aangetroffen. De “zachte platworm” is in alle onderzochte beken waargenomen, behalve in de Slijpbeek.

5. Presentatie van de gegevens

De resultaten worden in drie delen gepresenteerd:

1. Van alle oude en huidige monsters (totaal 165) wordt de E(cologische) K(waliteits) R(atio) bepaald van de Kaderrichtlijn Water (KRW), volgens het betreffende STOWA protocol voor natuurlijke bronnen en bovenlopen in het heuvelland (type R4b (van der Molen et al., 2024)). Hiermee is de ecologische kwaliteit vast te stellen in het heden en verleden.
2. Op basis van EBEO 2.0 is voor iedere soort het ecologische profiel bepaald en daarmee het ecologische profiel van de monsters van 2020 en recenter (38 in totaal). Aan de hand van de hierbij betrokken factoren is uitgerekend welke factoren statistisch de meeste variantie verklaren met de EKR-score. Hierbij komen knelpunten naar voren, die bij het beheer kunnen worden weggenomen ten behoeve van het ecologische herstelvormen en dus bij het beheer van het grootste belang zijn voor het ecologische herstel.
3. Tot slot is van de zeldzame en kenmerkende soorten een overzicht gemaakt hoe het vanaf 1977 (eerste genomen monsters) met hen is gesteld in het projectgebied.

5.1. Ecologische kwaliteitsratio (EKR)

In het onderstaande wordt per beek een vergelijking gemaakt tussen de ecologische waardering in 5 perioden (1977-1987, 1990 – 1999, 2000 – 2009, 2010 – 2019 en 2020-2024). In de eerste periode is een grootschalig onderzoek uitgevoerd naar alle beken op de Veluwe, met als doel om een Nationaal Landschap Veluwe op te richten, om zo een betere bescherming te bieden voor de natuurwaarden van deze beken (Werkgroep Sprengen en Beken op de Veluwe, 1982). In de daarop volgende periode (1990 – 2020) is een beperkt aantal monsters geanalyseerd door Waterschap Vallei en Veluwe en Waterschap Rijn en IJssel. Daarna is in de Duno (2020) en Seelbeek (2020-2021) onderzoek uitgevoerd (Klink, 2022) en het huidige onderzoek heeft in 2024 plaatsgevonden. Van iedere beek (gebied) wordt, op de legger van de waterschappen als ondergrond, aangegeven wat de EKR is van de afzonderlijke monsters. Hierbij wordt de volgende kleurschaal gehanteerd (tabel 2).

Tabel 2. Kleurschaal voor EKR-klassen

Kleur	Klasse	Grenzen
	Hoogste	0,9-1,0
	Hoog	0,8-0,9
	Beter	0,7-0,8
	Goed	0,6-0,7
	Niet goed	< 0,6

5.2. Ecologisch profiel volgens EBEO 2.0 (in prep.)

EBEO 2.0 is in ontwikkeling om te kunnen beoordelen welke milieufactoren problemen (kunnen) veroorzaken voor de ecologische kwaliteit van de macrofaunagemeenschap. Voor zover bekend is nog geen ervaring opgebouwd over de toepasbaarheid van dit instrument. In het huidige onderzoek gaat het om de bescherming van de beken in het Natura 2000 gebied tussen Doorwerth en Oosterbeek. Hierbij is het cruciaal om zicht te krijgen op de factoren die een bedreiging vormen voor deze natuurwaarden en welke beheersmaatregelen moeten worden genomen om achteruitgang te stoppen en herstel te stimuleren. In het navolgende zal duidelijk moeten worden of EBEO 2.0 in potentie en/of in de praktijk een bruikbaar instrument is of kan zijn voor herstel van de betreffende beken in het onderzoeksgebied.

In de EBEO 2.0 database zijn van 2300 macrofauna-soorten de ecologische preferenties bepaald van in totaal 9 milieufactoren onderverdeeld in 54 klassen.

Tabel 2. Overzicht van het aantal milieufactoren en het bijbehorende aantal klassen in de EBEO 2.0

Milieufactoren	Aantal klassen
zoet - marien	5
saprobie	4
zuur - basisch	4
voedselrijkdom	5
± stagnant	4
± permanent	5
± ondiep	9
± klein	9
substraat	9
Totaal	54

Allereerst zijn de klassen van iedere graduele parameter teruggebracht tot één getal door ze een wegingsfactor mee te geven (bv zoet = 1* en

marien = 10*) en daarna te middelen. De klassen van de discrete parameters (zoals substraat bv. onderverdeeld is naar slib, zand, planten etc.). is verdeeld over de substraten waarbij de soort voorkomt (slib 33%, zand 33% en planten 33%). Daarna zijn al deze uitkomsten genormaliseerd tot een schaal van 0 tot 10.

Vervolgens zijn de aantallen van de soorten onderverdeeld in abundantieklassen volgens de EKR protocollen (van der Molen et al, 2024) en zijn de milieufactoren gewogen naar abundantieklasse en zijn de scores voor de monsters berekend per milieufactor.

Tenslotte zijn per milieufactor deze uitkomsten via lineaire regressie vergeleken met de EKR-scores, die een schatting zijn van de ecologische kwaliteit op basis van de soortensamenstelling en abundantieklasse, maar niet van de milieufactoren. In tabel 3 staan de uitkomsten van deze vergelijkingen.

Tabel 3. Verklaarde variantie (R^2) tussen de milieufactor en de EKR-score

Factor versus EKR-score	R^2
saprobie	0,80
stagnant	0,68
slib	0,52
grind	0,49
hout	0,37
fijne detritus	0,34
vast	0,32
grove detritus	0,24
waterplanten	0,21
stenen	0,20
zuurgraad	0,06
trofie	0,06
zand	0,02

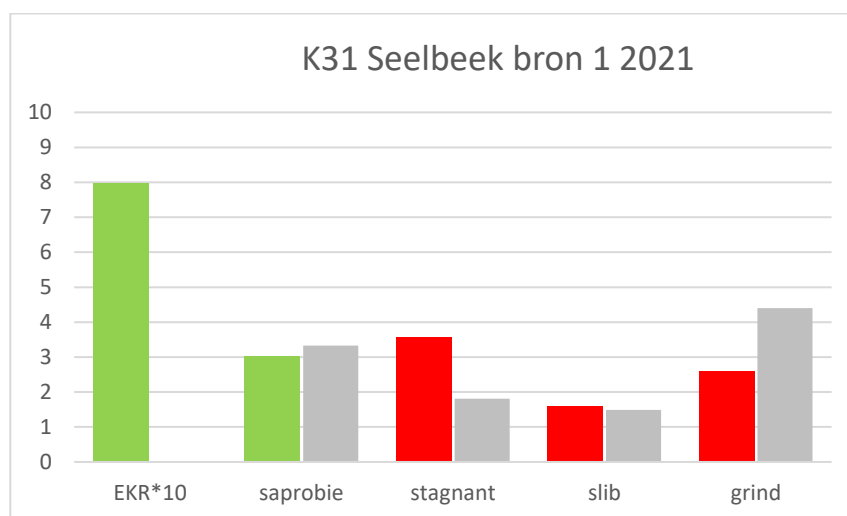
Alleen de factoren saprobie, stagnant, slib en grind zijn verder uitgewerkt:

- Saprobie is de mate van organische verontreiniging. In de meeste oppervlaktewateren is dan sprake van lozing van mest of effluent van een zuiveringsinstallatie. In deze beken wordt de saprobie bepaald door de mate waarin vallend blad door de stroming wordt afgevoerd. Is de stroming zo gering dat het blad zich kan ophopen, dan wordt het uiteindelijk afgebroken, waardoor zuurstofloosheid ontstaat en de faunagemeenschap sterk degradeert.
- Stagnant is de mate waarin stroming afwezig is. Als zodanig hebben saprobie en stagnant dan ook een sterke onderlinge relatie ($R^2 = 0,75$). Bij ontbreken van stroming hoopt blad zich op en ontstaat een zuurstoftekort (saprobie).
- Slib. Het gehalte aan slib wordt berekend door de mate waarin de fauna een voorkeur of afkeer heeft van slib. Slib ontstaat bij

afbraak van blad en zal zich, bij gebrek aan voldoende stroming (stagnant), ophopen en zuurstofloosheid (saprobie) veroorzaken. Duidelijk is ook hier de onderlinge samenhang tussen slib en saprobie ($R^2 = 0,62$) en slib en stagnant ($R^2 = 0,48$).

- Grind als vierde belangrijke milieufactor staat voor de aanwezigheid van grind enerzijds en de aanwezigheid van flinke stroming zodat het grind niet bedekt wordt door zand, slib of blad. Dit is dan ook de enige van deze milieufactoren die een negatieve relatie heeft met saprobie, ($R^2 = -0,56$); stagnant ($R^2 = -0,52$) en slib ($R^2 = -0,39$).

Om een indruk te krijgen of een bepaalde milieufactor van belang kan zijn boven andere factoren is van elk van deze 4 factoren bepaald in hoeverre ze in een bepaald monster afwijken van de “gemiddelde” situatie. De werkelijk score is de EBEO waarde en de gemiddelde situatie is de EKR-score berekend uit de regressievergelijking tussen EKR en factor. Het verschil tussen beide geeft een beeld in hoeverre het monsterpunt voor de betreffende factoren afwijkt van de gemiddelde situatie. In figuur 1 wordt hiervan een voorbeeld gegeven voor de meest oostelijke bron van de Seelbeek in 2021.



Figuur 1. EKR-score en de milieufactoren op dat monsterpunt (rood of groen) vergeleken met de waarde berekend uit de regressievergelijking tussen EKR-score en betreffende factor (grijs).

Links staat de EKR-score (* 10 voor gelijke schaal), waarbij de indeling is gehanteerd als in tabel 2, met die uitzondering dat de klasse niet goed in de grafiek is vervangen door de werkelijke kleur van de EKR klasse. In deze paar gevallen is dat de kleur geel (ontoereikend).

In de grafiek zien we dat de werkelijke saprobie is marginaal lager dan de berekende en bij deze EKR-score is geen sprake van zuurstofloosheid. Zowel stagnant als grind wijken negatief af van het gemiddelde zodat gebrek aan stroming de factor is die ter plaatse kan

worden aangepakt door deze bron ecologisch verantwoord te schonen (Schaafsma, 2022 in Klink, 2022). Zulks natuurlijk onder de voorwaarden dat er voldoende grondwater ter beschikking is.

5.3. Zeldzame soorten

In zowel de EKR-score als de EBEO milieufactor berekening komt onvoldoende naar voren of en hoe de totale biodiversiteit is veranderd. Het wel en wee van (zeer) zeldzame en kenmerkende soorten wordt per beek gepresenteerd in een tabel die onderverdeeld is in verschillende perioden.

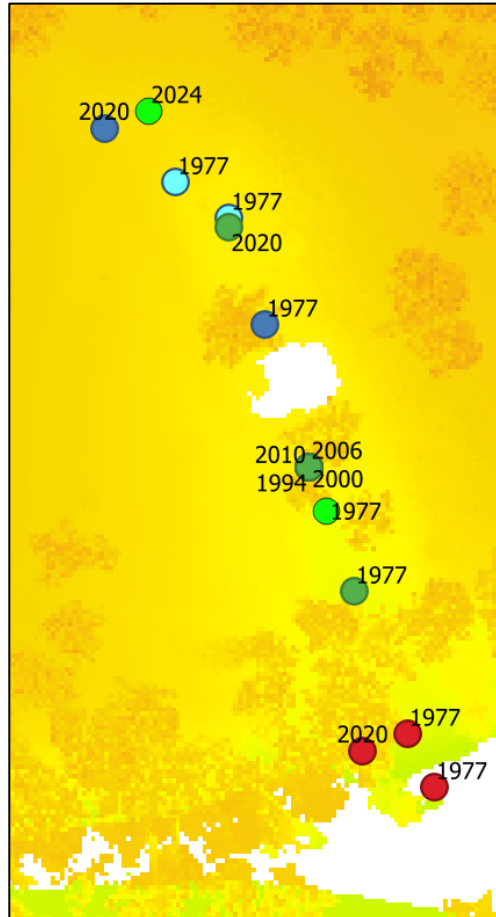
6. Resultaten

De resultaten zullen per beek worden gepresenteerd in een achtergrondkaart (legger van de waterschappen Vallei en Veluwe en Rijn en IJssel met daarop de EKR-score en de, met EBEO 2.0 berekende milieufactoren (saprobie, stagnant, slib en grind). Ook wordt een overzicht gegeven van het wel en wee van (zeer) zeldzame soorten in de periode 1977 – 2024.

6.1. Duno

EKR-Score

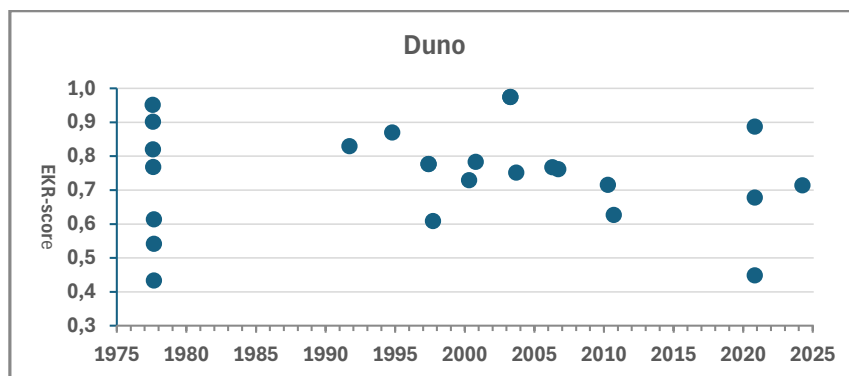
Van de Duno zijn 23 macrofaunamonsters achterhaald over de periode 1977 – 2024. OP kaart 4 is de EKR score weergegeven (legenda tabel 2).



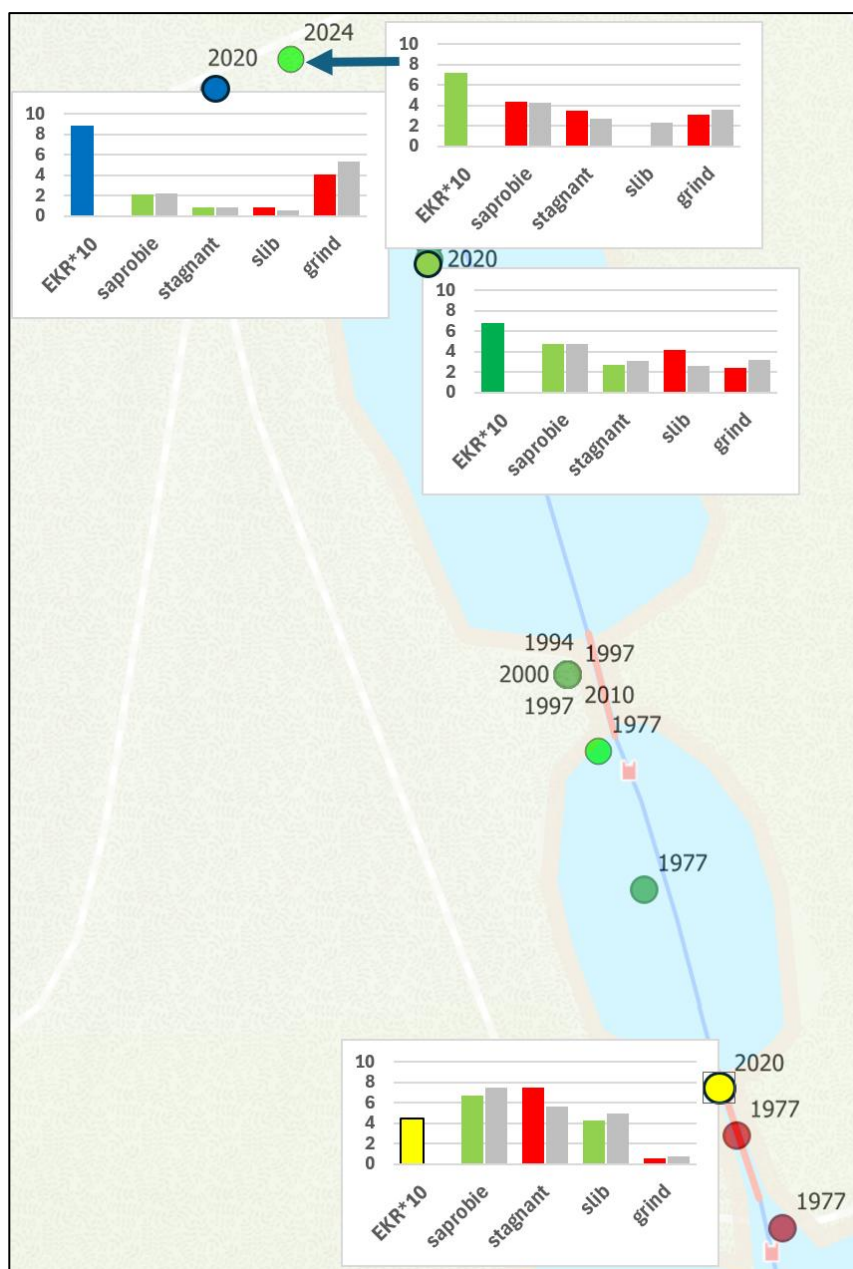
Kaart 4. EKR-score van de monsterpunten van de Duno.

Vrijwel alle monsters van de Duno voldoen aan goede EKR-score of beter. De uitzonderingen (in rood) zijn de benedenstroomse monsters die niet stromen (1977) en het in 2020 genomen monster in de uitstroom, waar de cascade van gemetseld grind geen goed substraat vormt voor de macrofauna. Ondanks dat in 2018 het hele gebied op de schop is gegaan, scoren de recente monsters ook goed of beter.

In grafiek 1 is het verloop van de EKR in de tijd weergegeven. Hieruit blijkt in 2010 dat de EKR-score daalt en dat gedeeltelijk herstel in 2020 optreedt.



Grafiek 1. Verloop van de EKR-score in de tijd
EBEO 2.0



Kaart 5. Duno, ecologisch profiel volgens EBEO 2.0

In de bronkop wordt in 2020 de bijna hoogste EKR-score berekend. Het ecologische profiel wordt gekenmerkt door een zeer lage score voor saprobie en stagnant. Het slibgehalte is marginaal hoger dan passend bij de EKR score en het grind scoort lager. Enkele meters benedenstrooms is de EKR-score aanzienlijk afgenomen en zijn saprobie en stagnant verdubbeld in waarde. Voor slib zijn geen indicatoren aanwezig en grind is vergelijkbaar met de bronkop. In het doorstroommoeras (met een recente vestiging van Paarbladig goudveil) blijven de saprobie en stagnant vergelijkbaar, maar het slibgehalte stijgt enorm ten opzichte van bovenstrooms. Het benedenstroomse monster in de uitstroom ligt in vastgemetseld grind en stroomminnende fauna ontbreekt. Hierdoor volgt een lage EKR-score en hoge waarden voor saprobie en stagnant.

Wel en wee van zeldzame soorten.

In tabel 4 zijn de zeldzame en kenmerkende soorten van bovenlopen van heuvellandbeken gevolgd van af 1977.

Tabel 4. Verloop zeldzame soorten in de Duno

Duno	1977-	1990-	2000-	2010-	2020-
Periode	1989	1999	2009	2019	2024
Aantal monsters	7	4	6	2	4
<i>Apatania fimbriata</i>	4				
<i>Beraeodes minutus</i>	2				
<i>Polycelis felina</i>	268	3	2326	8	
<i>Crenobia alpina</i>	395	1	599	11	
<i>Micropterna sequax</i>	17	8	263	13	
<i>Orthocladus frigidus</i>		1	100	25	
<i>Lebertia stigmatifera</i>		1	175	1	
<i>Lebertia bracteata</i>			18		
<i>Polypedilum convictum</i>			3		
<i>Crunoecia irrorata</i>	187	4	379	6	17
<i>Tvetenia discoloripes</i>	341	35	3131	32	4
<i>Simulium costatum</i>	351		16	12	8
<i>Thaumalea testacea</i>	29		5	12	3
<i>Elmis aenea</i>	2				7
<i>Tinodes assimilis</i>		1		15	7
<i>Sperchon longissimus</i>			3		1
<i>Agapetus fuscipes</i>				5	2
<i>Beraea maurus</i>					3
<i>Lebertia glabra</i>					2
<i>Paracricotopus niger</i>					1
<i>Polypedilum pullum</i>					9
Totaal aantal soorten	10	8	12	11	12
Verdwenen 1977-2019					9
Verschenen vanaf 1990					7 (2)

(2) Is het aantal soorten watermijten, deze worden pas vanaf 1990 gedetermineerd.

In tabel 4 is in rood aangegeven welke soorten niet in de laatste periode (2020-2024) zijn aangetroffen. In groen juist de soorten die pas na 1989 zijn waargenomen. De kokerjuffer *Apatania fimbriata* is alleen in 1977 aangetroffen. De platwormen *Polycelis felina* en *Crenobia alpina*, eens massaal in de bovenloop, lijken te zijn verdwenen. Vlak voor de restauratiewerken van 2018 is nog actief gezocht naar deze soorten, maar tevergeefs (med. Ciska van der Genugten GLK). Van de nieuwe vestigingen is die van de steenvlieg *Nemurella pictetii* opmerkelijk in de zin dat deze bronbewoner niet eerder in de Duno is aangetroffen. De muggelarve *Paracricotopus niger* is een soort die aan een opmars bezig is in het heuvelland (med. M. Korsten, waterschap Limburg). De aantallen per monster schommelen sterk per periode. Van de recente soorten kan worden opgemerkt dat hun aantallen nog erg laag zijn en dat het systeem zich nog aan het herstellen is van de restauratie. In de laatste twee regels staat het aantal soorten genoemd die vanaf 2020 niet meer zijn waargenomen

en de soorten die zich gevestigd hebben vanaf 1990. In dit geval zijn er 9 verdwenen en 7 (waarvan 2 watermijten) hebben zich gevestigd.

Resumé

De EKR-score voldoet aan de KRW normen, maar de allerhoogste scores zijn van 1977. De bronkop heeft een goed ecologisch profiel (EBEO 2.0), dat snel afneemt naar het doorstroommoeras, waar slib zich ophoopt. Vooral het verdwijnen van grote populaties zeldzame platwormen in het recente verleden, komt in de discussie nog nader aan bod.

6.2. Seelbeek

EKR-Score

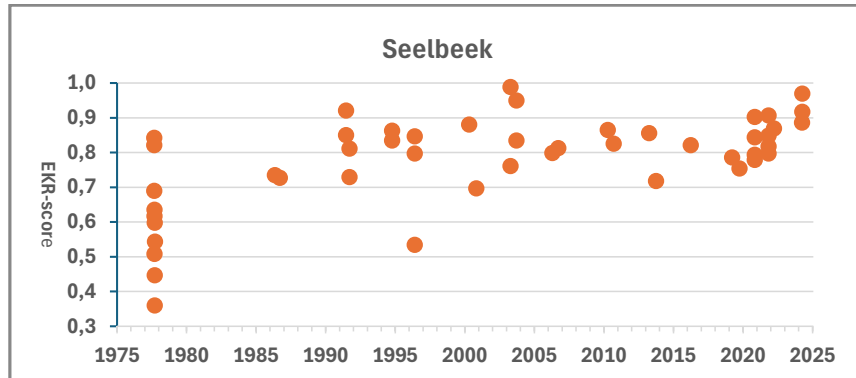
Van de Seelbeek zijn 45 macrofaunamonsters bekend sinds 1977. Op kaart 6 is de EKR score weergegeven (legenda tabel 2)



Kaart 6. EKR-score van de monsters van de Seelbeek.

Op kaart 6 zijn de scores van alle monsters ingetekend. Het brongebied, maar ook de bovenloop van de Seelbeek bevat een aantal monsters met onvoldoende kwaliteit (in rood). In het brongebied gaat het om de vijvers die toen en ook nu een dikke laag slib bevatten van opgehoopt blad. De beek zelf zal destijds nog in de nasleep hebben gezeten van de afgebroken HEVEA fabriek en de aanbouw van de nieuwe woonwijk. De beek zelf scoort inmiddels de hoogste klasse. Het brongebied vertoont een grillig verloop van de EKR-score, die overigens wel voldoet aan de KRW-richtlijn.

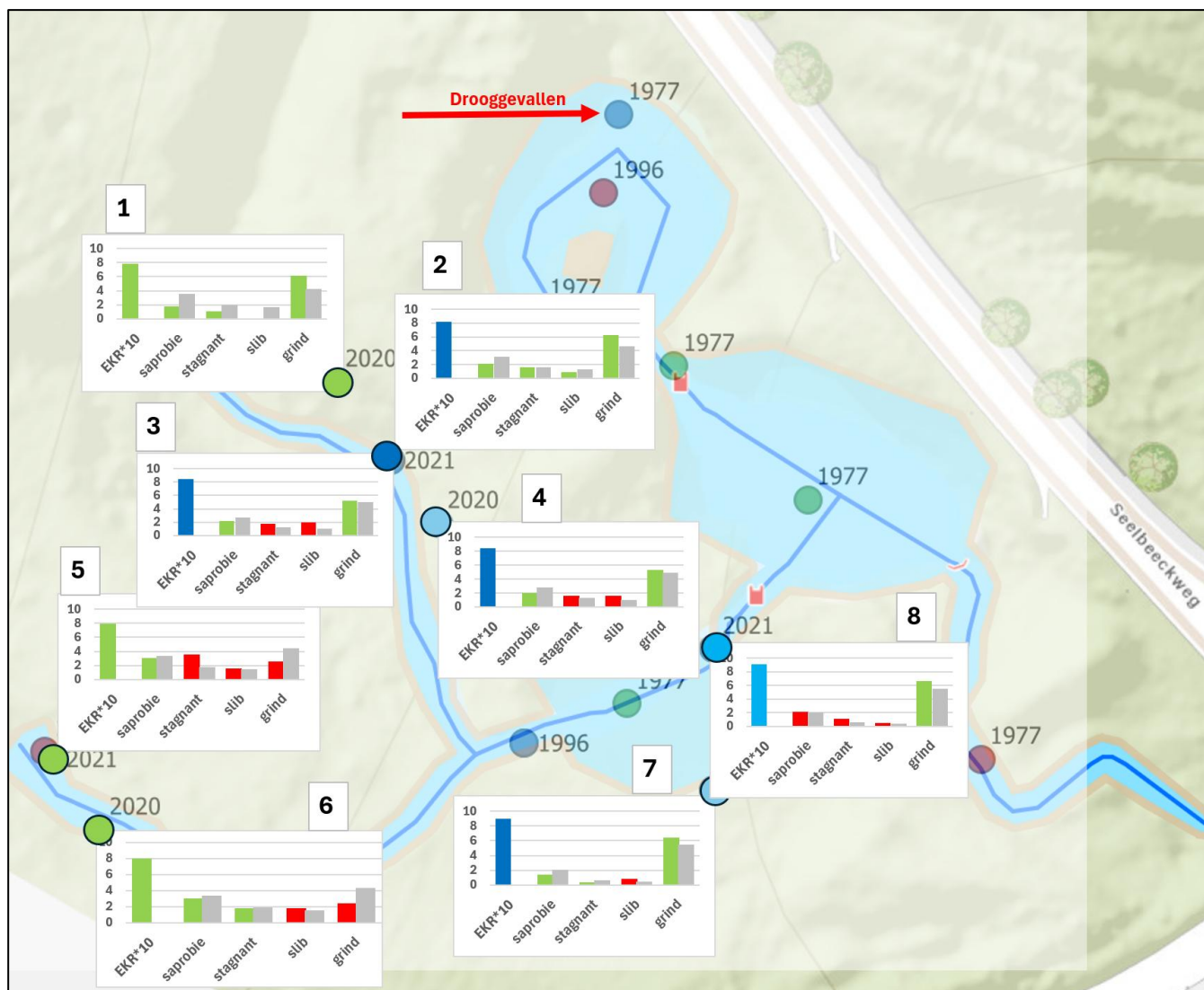
In grafiek 2 is het verloop van de EKR in de tijd weergegeven. Hieruit blijkt dat geen schokkende veranderingen zijn opgetreden in de onderzoeksperiode.



Grafiek 2. Verloop van de EKR-score in de tijd

EBEO 2.0

Op kaart 7 staan de ecologische profielen van de monsters in het brongebied ingetekend.



Kaart 7. Brongebied van de Seelbeek met het ecologisch profiel volgens EBEO 2.0

De meest noordelijke bron is na 1977 drooggevallen (rode pijl).

De bronnen zijn genummerd 1 t/m 6. De monsterpunten 7 en 8 zijn de stromende bovenlopen. De saprobie is op alle punten laag (< 2,5). Dit geldt ook voor stagnant en slib. Dit geldt niet voor de score voor grind. Deze schommelt tussen 5 en 7 in de monsters 1-4 en 7-8, terwijl monsters 5 en 6 maar een waarde hebben < 3. Dit komt ook tot uitdrukking in de EKR-score die voor deze monsters groen is en voor de overige monsters (m.u.v. mp. 1) blauw. In dit brongebied is er een fragiel evenwicht tussen aanvoer van grondwater (kwel) en ophoping van blad, waardoor vooral hier alert moet worden gehandeld als de balans doorslaat naar ophoping van blad.

Wel en wee van zeldzame soorten.

In tabel 5 zijn de zeldzame en kenmerkende soorten van bovenlopen van heuvellandbeken gevolgd van af 1977.

Tabel 5. Verloop zeldzame soorten in de Seelbeek

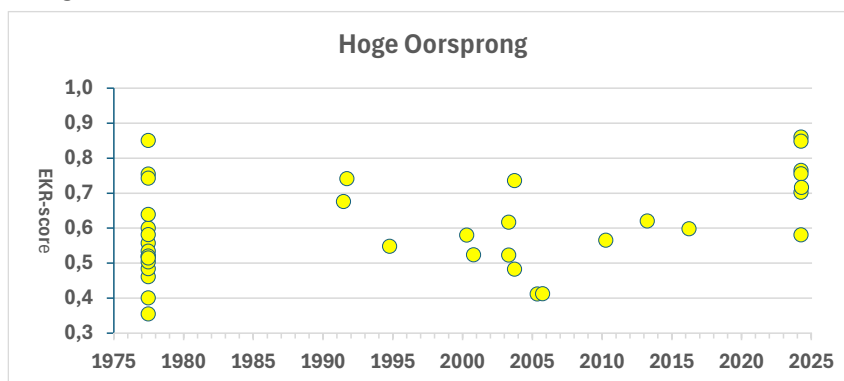
Seelbeek	1977-	1990-	2000-	2010-	2020-
Periode	1989	1999	2009	2019	2024
Aantal monsters	12	10	8	7	8
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	13				
<i>Tinodes assimilis</i>	13				
<i>Thaumalea testacea</i>	1			2	
<i>Elmis aenea</i>	1		7	2	
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>		2			
<i>Micropterna lateralis</i>		7			
<i>Micropsectra roseiventris</i>		1			
<i>Paratanytarsus austriacus</i>		1			
<i>Sperchon setiger</i>		2			
<i>Aturus fontinalis</i>			1		
<i>Sperchon glandulosus</i>			2		
<i>Sperchon vaginosus</i>				1	
<i>Chaetocladius laminatus</i>				1	
<i>Simulium aureum</i>				110	
<i>Polycelis felina</i>	436	48	141	18	3
<i>Tvetenia discoloripes</i>	22	111	2		2
<i>Agapetus fuscipes</i>	19	29	31	87	71
<i>Micropterna sequax</i>	61	15	194	134	49
<i>Simulium costatum</i>	12	16	243	56	178
<i>Nemurella pictetii</i>	33				3
<i>Polypedilum convictum</i>			21	11	71
<i>Sperchon thienemanni</i>			12	3	3
<i>Lebertia glabra</i>			16	12	15
<i>Sperchon compactilis</i>				1	1
<i>Lebertia stigmatifera</i>					19
<i>Beraea maurus</i>					1
<i>Polypedilum pullum</i>					1
Totaal aantal soorten	10	10	11	13	13
Verdwenen 1977-2019					14
Verschenen vanaf 1990					7 (3)

Opmerkelijk is dat het aantal kenmerkende en zeldzame soorten die ontbreken in de recente periode in kleine aantallen en ook vaak maar in één periode voorkomen. Zo duiden de eerste 4 soorten op zacht, maar niet zuur water, terwijl het volgende 5 tal gebonden is aan zuur water, getuige *Heterotanytarsus apicalis* (zie Hoofdstuk 3). Een relatie met de opschoning van het brongebied in begin jaren 90 (Schaafsma, 2010) is niet te leggen. Opmerkelijk ook hier de teruggang van de platworm *Polycelis felina*, waarvan er in 2020 nog maar 3 individuen zijn aangetroffen en daarna niet één meer. Vanaf 2000 heeft vestiging plaatsgevonden van watermijten, dansmuggen en een kokerjuffer.

Resumé

Een drooggevalen sprengkop en de teloorgang van de platworm *Polycelis felina* zijn de negatieve ontwikkelingen. De fauna in het bronnencomplex en de beek zijn momenteel op orde, volgens EKR-score en EBEO 2.0. De bronnen zijn echter zeer kwetsbaar voor verstopping met blad en ook de toevoer van voldoende grondwater blijft een punt van aandacht. De grote veranderingen die de fauna heeft doorgemaakt vanaf 1977 tot 1977 lijken zich wat te normaliseren vanaf 2000 als de nieuwkomers zich blijvend vestigen.

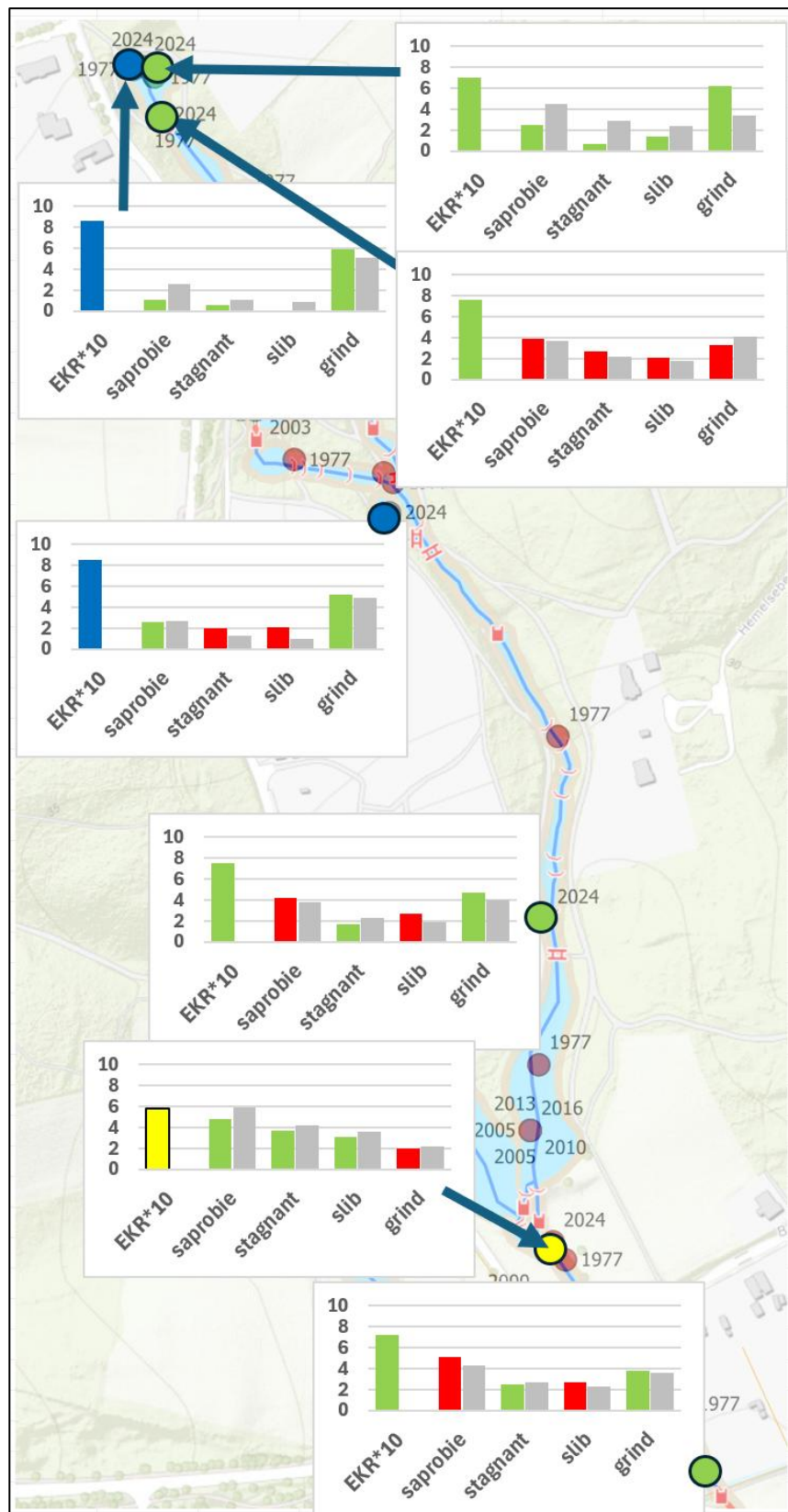
2004-2016. Op 15 maart 2008 werd de afronding van alle beekherstelwerken gevierd met een opening, waarna zware regenval de beek veranderde in een woeste bergstroom en er opnieuw herstelmaatregelen moesten worden uitgevoerd om de opgetreden erosie in te dammen (Schaafsma, 2010). Dit geweld kan goed geleid hebben tot de terugval in de EKR-score. In 2024 zijn de scores weer op het oude niveau. Alleen het monster beneden de beverdam is dan nog niet goed.



Grafiek 3. Verloop van de EKR-score in de tijd.

EBEO 2.0

Op kaart 9 staan de ecologische profielen van de monsters van de Hoge Oorsprong ingetekend.



Kaart 9. Hoge Oorsprong met het ecologisch profiel van de monsters volgens EBEO 2.0

De ecologische situatie in 2024 is een stuk gunstiger dan bijna 50 jaar eerder. Op één na alle monsters voldoen aan de KRW-norm. Het ecologische profiel van de westelijke bronkop is uitstekend voor alle

parameters. De oostelijk kop heeft een hogere saprobie en slib door een bladpakket in de bron. Deze situatie is onveranderd na de eerste waterval. In de bron west van het grothuisje is de EKR-score hoog en de saprobie is laag en het grind is hoog. De beek net bovenstrooms de grote vijvers heeft een goede EKR-score, die vooral door saprobie en slib niet in de hoge klasse uitkomt. Het monster benedenstrooms de beverdam scoort onvoldoende door hoge saprobie en stagnerend en de lage waarde voor grind. Dit zijn de typische gevolgen van de opstuwing. In de uiterwaarden is de EKR-score weer goed. Dit is vooral te danken aan de relatief hoge waarde van grind.

Wel en wee van zeldzame soorten.

Tabel 6. Verloop van zeldzame soorten in de Hoge Oorsprong

Hoge Oorsprong Periode	1977- 1989	1990- 1999	2000- 2009	2010- 2019	2020- 2024
Aantal monsters	16	3	8	3	7
<i>Silo nigricornis</i>	1				
<i>Simulium aureum</i>	1				
<i>Micropsectra pallidula</i>	51				
<i>Nemurella pictetii</i>	26				
<i>Beraeodes minutus</i>	190		63		
<i>Polycelis felina</i>	5			1	
<i>Beraea pullata</i>		2	29		
<i>Bdellocephala punctata</i>		1	5		
<i>Adicella reducta</i>			6		
<i>Pisidium pulchellum</i>			483		
<i>Thienemanniella acuticornis</i>			1		
<i>Lebertia dubia</i>			112	10	
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>			13	1	
<i>Arrenurus leuckarti</i>				1	
<i>Micropterna sequax</i>	1	1		1	4
<i>Elmis aenea</i>	1		5		3
<i>Tvetenia discoloripes</i>	51	48	122		168
<i>Agapetus fuscipes</i>	5				1
<i>Beraea maurus</i>	1				1
<i>Crunoecia irrorata</i>				1	9
<i>Lebertia glabra</i>				1	8
<i>Polypedium convictum</i>					56
<i>Thaumalea testacea</i>					2
<i>Lebertia stigmatifera</i>					4
<i>Lebertia fimbriata</i>					1
<i>Sperchon longissimus</i>					1
<i>Micropsectra junci</i>					1
<i>Micropterna lateralis</i>					1
Totaal aantal soorten	11	4	10	7	10

Ondanks de positieve ontwikkelingen in EKR en EBEO 2.0 berekeningen, is in tabel 6 een enorme achteruitgang te zien in het aantal zeldzame soorten.

De enige soort die in de onderzochte beken alleen in Hoge Oorsprong is aangetroffen is de platworm *Bdellocephala punctata*, een soort die vooral voorkomt in laagveenplassen met veel vegetatie (Den Hartog, 1962; Kalkman, 2008). In de Hoge Oorsprong is de soort verzameld door het waterschap in de oostelijke vijver benedenstrooms en in het stroompje westelijk van de van Borsseleweg. Ook de andere platworm *Polycelis felina* is recent niet meer aangetroffen. Aangezien

de fauna-bemonstering in de periode 2000 – 2009 heeft plaatsgevonden in 2003 en 2005, komt de calamiteuze afvoer van 2008 hierin niet naar voren. Wel is te zien dat alle verstoringen hun weerslag hebben in de periode 2010-2019. Hopelijk is nu een periode van herstel aangebroken. Bemoedigend is de recente vestiging van de druppelbronmug (*Thaumalea testacea*) in de bovenste bronkop, evenals de zeldzame kokerjuffers *Crunoecia irrorata* en *Micropterna lateralis*.

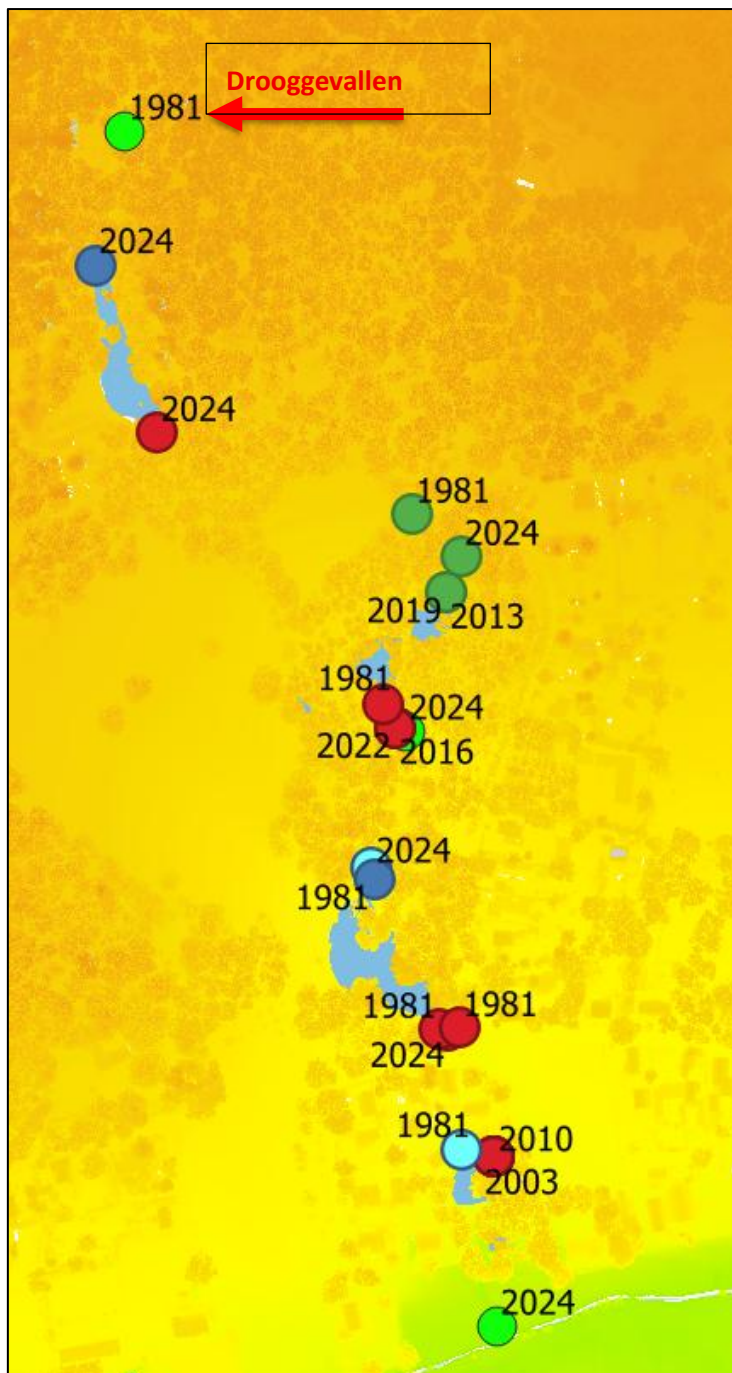
Resumé

Een sterke verbetering in de EKR-score vanaf de jaren 70 heeft niet geleid tot het behoud van groot aantal zeldzame en karakteristieke soorten. Er zijn wel aanwijzingen dat zich na de calamiteit van 2008 langzaam een periode van herstel aandient.

6.4. Hemelse Berg

EKR-Score

Van de Hemelse Berg zijn 36 macrofaunamonsters bekend sinds 1981. Op kaart 10 is de EKR score weergegeven (legenda tabel 2).

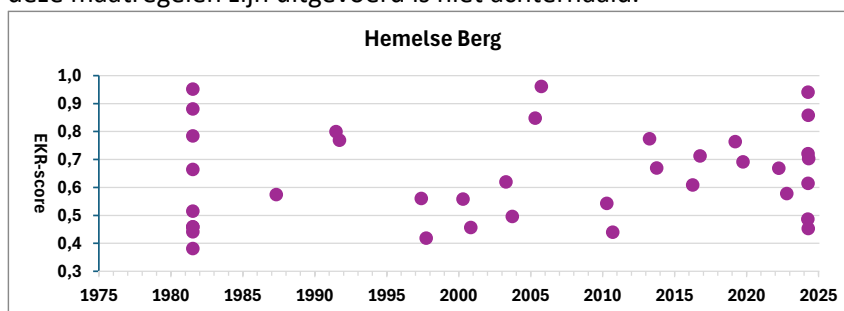


Kaart 10. EKR-score van de monsters van de Hemelse Berg.

De bovenste sprengkop aan de Hoofdlaan is na 1981 drooggevallen. De meeste monsters behoren tot de klasse goed tot hoog en hoogste. De monsters die onvoldoende scores zijn de uitstroom van vijvers. Dit geldt voor de Eendjesvijver, de bronvijver bij de Hoofdlaan en de grote vijver langs de Benedendorpse weg. Ook de beek ter plaatse van de

duiker bij de Hoofdlaan scoort onvoldoende in 2002 en 2022, maar is goed in 2024.

In grafiek 4 is het verloop van de EKR in de tijd weergegeven. Na een ernstige daling in de periode 1997 – 2003, treedt sterk herstel op in 2005, gevolgd door een tweede daling in 2010. Daarna is sprake van een duidelijk herstel, waarbij de zeer hoge score uit het verleden weer wordt gehaald. De beekherstelwerkzaamheden zoals onderhoud, vijvers baggeren en het herstel van de bron van de Gielenbeek, zijn mogelijk de oorzaak van de sterke daling van de EKR-score. Wanneer deze maatregelen zijn uitgevoerd is niet achterhaald.

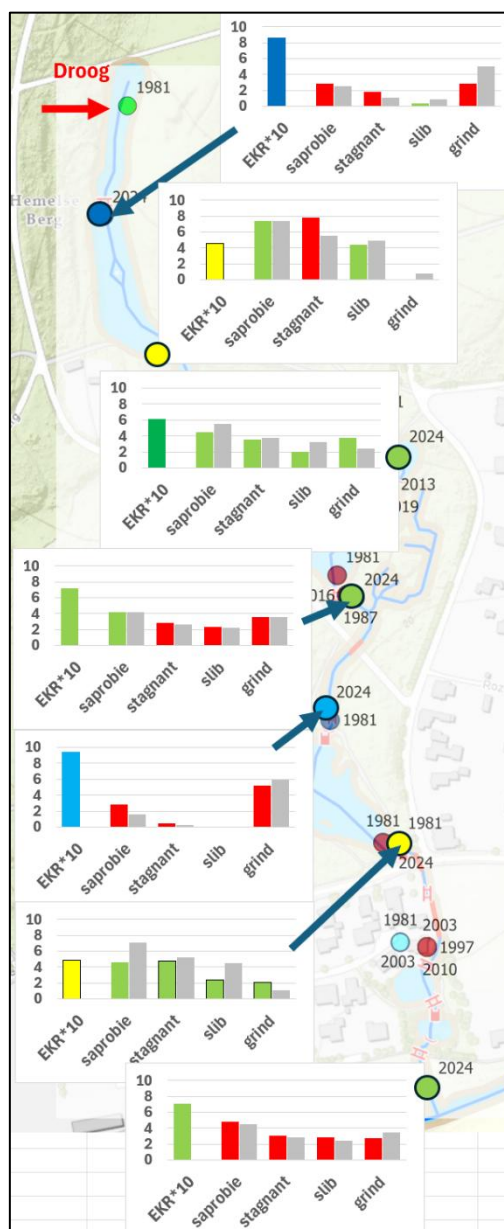


Grafiek 4. Verloop van de EKR-score in de tijd

EBEO 2.

De sprengkop bovenstrooms de Eendjesvijver is heeft een hoog niveau, maar moet worden geschoond omdat het kwelwater nu door een dik bladpakket stroomt. De saprobie en stagnant en slib zijn nog laag, maar de lage score voor grind geeft aan dat de stroming te wensen overlaat.

De Eendjesvijver heeft een uitstroom in een doodlopend moeras. Saprobie, stagnant en slib zijn erg hoog, wat veroorzaakt wordt door het voeren van de eenden in de vijver.



Kaart 11. Hemelse Berg met het ecologische profiel van de monsters volgens EBEO 2.0

De herstelde bron van de Gielenbeek aan de Kneppelhoutseweg heeft een goede EKR-score en zal naar verwachting nog toenemen bij verdere kolonisatie van bronbewoners. Het ecologische profiel laat zien dat het uit de grond spuitende water toch een relatief hoge saprobie heeft.

De Gielenbeek bij de Hoofdlaan scoort “beter” op de EKR-maatlat en het ecologische profiel beantwoord daaraan. De Gielenbeek bij de Waterval boven de grote vijver heeft een maximale EKR-score en het ecologische profiel is goed. De saprobie is aanzienlijk lager dan op het vorige punt, maar nog wel aan de hoge kant.

De Gielenbeek beneden de grote vijver aan de Benedendorpseweg scoort onvoldoende en het ecologische profiel geeft relatief hoge

waarden aan voor saprobie en stagnant. Mogelijk dat ook hier het voeren van eenden (deel van) het probleem is.

In de uiterwaard stroomt de Gielenbeek hard, maar ondanks dat blijft de saprobie en slib relatief hoog en grind laag.

Wel en wee van zeldzame soorten.

Tabel 7. Verloop van zeldzame soorten op de Hemelse Berg.

Hemelse Berg	1977-	1990-	2000-	2010-	2020-
Periode	1989	1999	2009	2019	2024
Aantal monsters	9	4	6	8	9
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	1				
<i>Paratanytarsus austriacus</i>	1				
<i>Orthocladius frigidus</i>	6				
<i>Helophorus flavipes</i>	2				
<i>Polycelis felina</i>	40			340	
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	2				
<i>Thienemanniella acuticornis</i>	1			4	
<i>Micropterna lateralis</i>		11			
<i>Simulium trifasciatum</i>		9			
<i>Beraea pullata</i>			46		
<i>Lebertia dubia</i>			6	1	
<i>Macropelopia notata</i>				35	
<i>Lebertia minutipalpis</i>				5	
<i>Chaetopteryx major</i>				4	
<i>Sperchon thienemanni</i>				4	
<i>Arrenurus fontinalis</i>				3	
<i>Lebertia fimbriata</i>				1	
<i>Sperchon thienemanni</i>				4	
<i>Tvetenia discoloripes</i>	17	331	106	202	403
<i>Micropterna sequax</i>	19	16		24	2
<i>Agapetus fuscipes</i>	12		1	148	73
<i>Crunoecia irrorata</i>	40			180	1
<i>Lebertia stigmatifera</i>				15	4
<i>Thaumalea testacea</i>	10			10	3
<i>Tinodes assimilis</i>	12			2	2
<i>Beraea maurus</i>	3			1	2
<i>Micropsectra pallidula</i>	2				1
<i>Elmis aenea</i>		3	7	1	74
<i>Sperchon compactilis</i>			133		13
<i>Polypedilum convictum</i>			6		47
<i>Lebertia stigmatifera</i>			2	29	1
<i>Lebertia glabra</i>				4	231
<i>Micropsectra junci</i>					114
<i>Orthocladius lignicola</i>					1

Het aantal verdwenen soorten (18) overtreft het aantal huidige zeldzame en kenmerkende soorten (15). Twee soorten dansmuglarven (*Heterotrissocladius marcidus* en *Heteronaytarsus apicalis*) zijn verdwenen door het droogvallen van de spreng boven op de Hemelse Berg. In de periode 1990-2009 lijkt een dieptepunt bereikt te zijn in de biodiversiteit. Het aantal monsters ligt in die periode weliswaar lager dan ervoor en erna, maar het lijkt toch geen bemonsteringartefact te zijn dat zoveel zeldzame en kenmerkende soorten verdwenen zijn. Mogelijk kunnen beekherstelmaatregelen een verklaring hiervoor zijn.

Ook hier is de platworm *Polycelis felina* recent niet meer teruggevonden. Vanaf 2010-2019 zien we een sterk herstel van zeldzame soorten, Die vanaf 2020 weer verdwenen zijn. In 2024 wordt de dansmuglarve *Orthocladius lignicola* gevonden. Dit is een zeer zeldzame soort die met een guds-vormig gebit gangen maakt in hout en daardoor afhankelijk is van takken in de beek.

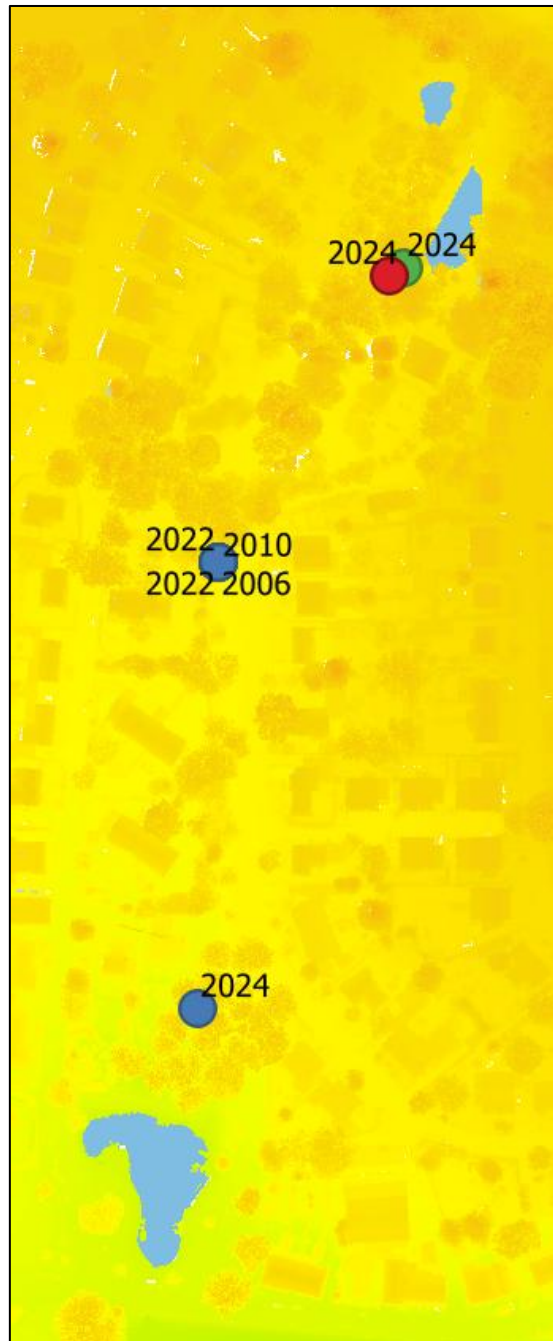
Resumé

De EKR-score van de monsters onder de vijvers is onvoldoende en het ecologische profiel wordt daar vooral gekenmerkt door hoge waarden voor saprobie en stagnant. Recent zijn de cijfers voor de bronnen en Gielenbeek hoger en wordt er geprofiteerd van herstel dat vanaf 2010 is ingezet. De oorzaak van de daaraan voorafgaande degradatie is niet achterhaald.

6.5. Zuiderbeek

EKR-Score

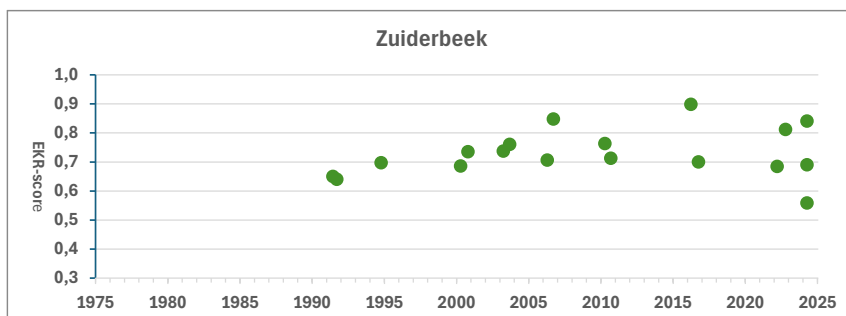
Van de Zuiderbeek zijn 16 macrofaunamonsters bekend sinds 1991, waarvan 13 op dezelfde locatie in het midden van de beek. Op kaart 12 is de EKR score weergegeven (legenda tabel 2).



Kaart 12. EKR-score van de monsters van de Zuiderbeek.

Op dat vaste meetpunt loopt de laagste score (goed) op vanaf 1991 naar hoger in 2022. Het meest noordelijke punt ligt in de Zomp en daar is nauwelijks stroming, alleen bij de waterval ligt een stroomversnelling. Hier is de EKR-score “goed” en in de beek benedenstrooms is de score “niet-goed”. Het meest benedenstroomse monster heeft een EKR van klasse “hoger”.

In grafiek 5 is het verloop van de EKR in de tijd weergegeven. Er treedt tussen 1991 en 2005 een stijging op in de EKR-score, die zich daarna handhaaft op dat niveau



Grafiek 5. Verloop van de EKR-score in de tijd.

EBEO 2.



Kaart 13. Zuiderbeek met het ecologische profiel van de monsters volgens EBEO 2.0

Het monster uit de stroomversnelling in de Zomp heeft een matige saprobie, lage stagnant en slib, maar ook een lage waarde voor grind, dat ter plaatse ook niet aanwezig is. Het monster na de

stroomversnelling stroomt nauwelijks. Hier scoort saprobie hoger en stagnant veel hoger dan op het vorige monster. Het monster benedenstrooms ligt in een snelstromend gedeelte van de beek. De saprobie en stagnant is hier weer lager, maar slib is hier hoger dan op de vorige punten.

Wel en wee van zeldzame soorten.

Tabel 8. Verloop van zeldzame soorten in de Zuiderbeek.

Zuiderbeek	1990-	2000-	2010-	2020-
Periode	1999	2009	2019	2024
Aantal monsters	3	6	4	3
<i>Beraea pullata</i>	1			
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	1			
<i>Simulium cryophilum</i>	1			
<i>Sperchon setiger</i> [1]	1			
<i>Polycelis felina</i>	6	7	1	
<i>Pisidium pulchellum</i>		576		
<i>Stempellinella brevis</i>		20		
<i>Nanocladius rectinervis</i>		127		
<i>Micropsectra pallidula</i>		3		
<i>Tinodes assimilis</i>			1	
<i>Agapetus fuscipes</i>	85	9950	313	32
<i>Tvetenia discoloripes</i>	52	3206	303	224
<i>Simulium costatum</i>	5	1811	17	121
<i>Elmis aenea</i>	3	312	29	54
<i>Micropterna sequax</i>	11	3	2	4
<i>Lebertia stigmatifera</i>	27		1	3
<i>Nemurella pictetii</i>	45			147
<i>Sperchon compactilis</i>		185	10	4
<i>Lebertia fimbriata</i>		103	42	23
<i>Lebertia glabra</i>		22	25	21
<i>Polypedilum convictum</i>		43	15	9
<i>Sperchon squamosus</i>		7	1	17
Totaal aantal soorten	12	15	13	12
Verdwenen 1991-2019				10
Verschenen vanaf 1990				5

Alle perioden worden gekenmerkt door een vaste groep van 5 zeldzame en kenmerkende soorten (zwart). De rode soorten van de periode 1990-2009 bewonen vooral de langzamer stromende bovenloopjes met een zand bodem (geen grind). Deze soortengroep, met daarbij de platworm *Polycelis felina*, verdwijnt en vanaf 2000 komen er 4 soorten watermijten en 1 dansmuglarve bij. Opvallend is herstel in de periode 2000 – 2009 met vooral hoge aantallen. Deze soorten verdwijnen vervolgens weer, maar opvallend constant zijn de soorten die standhouden vanaf 2000 tot 2024.

Resumé

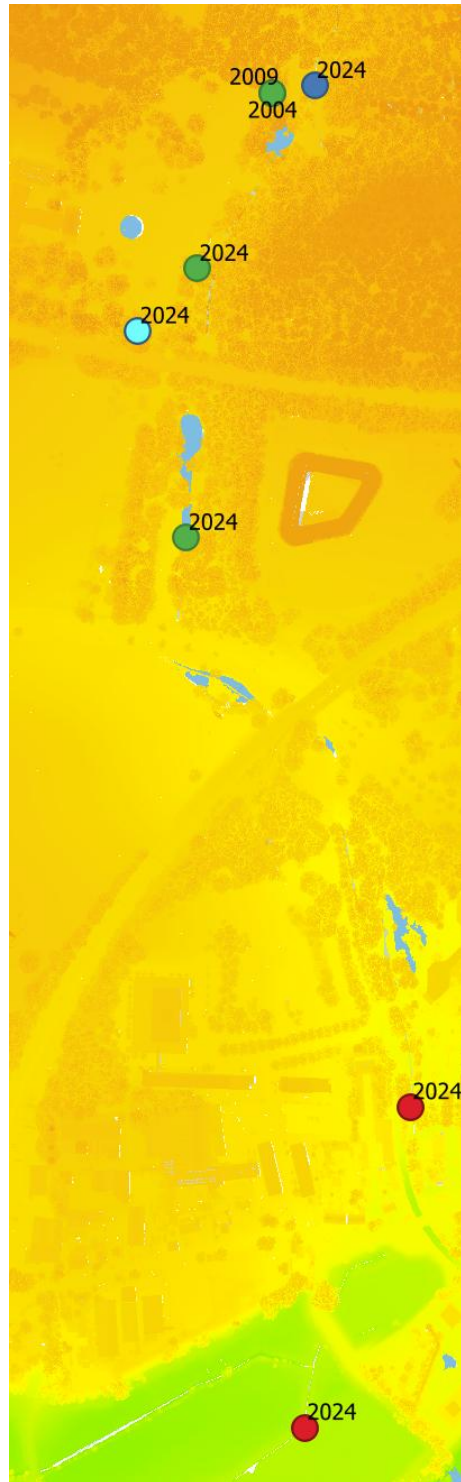
Het enige monster dat niet goed scoort op de EKR is het benedenstroomse monster in de Zomp. De toestroom van water is er minimaal, waardoor de stroomsnelheid onvoldoende is voor stroomminnende soorten (de stroomversnelling uitgezonderd). Soorten van trager stromende bovenlopen zijn recent niet meer aangetroffen. Dit zou veroorzaakt kunnen zijn door een toegenomen

debiet en/of versmalling van de bedding. Beekherstelmaatregelen zijn voor de Zuiderbeek niet achterhaald.

6.6. Slijpbeek

EKR-Score

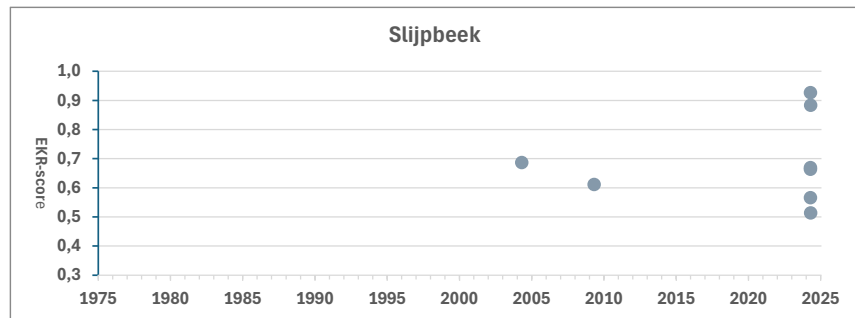
Van de Slijpbeek zijn 8 macrofaunamonsters bekend, waarvan 2 uit 2004 en 2009 en 6 van dit onderzoek. Op kaart 14 is de EKR score weergegeven (legenda tabel 2).



Kaart 14. EKR-score van de monsters van de Slijpbeek.

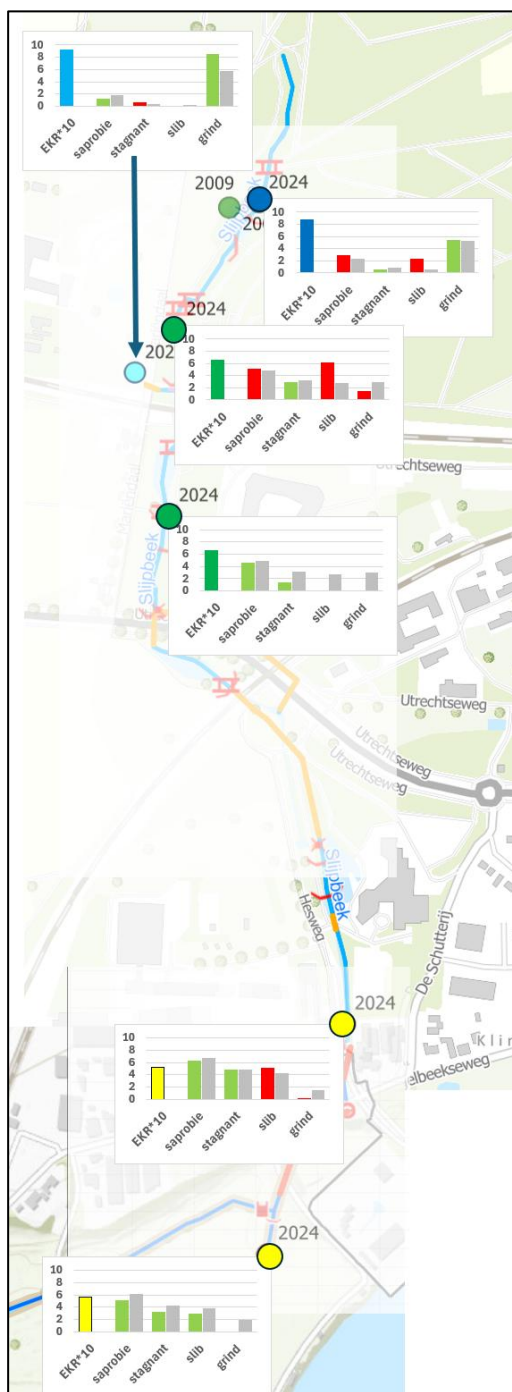
Op het landgoed Mariëndaal hebben alle monsters een EKR-score van goed of meer en op de Jacobiberg en in de uiterwaard is die onvoldoende. De topper is de westelijke zijtak net ten noorden van de spoordijk met een hoogste waardering. Deze tak bestaat hoofdzakelijk uit grind en stroomt snel. De noord-zuid lopende hoofdtak stroomt veel trager en de EKR-score is nog maar net goed.

In grafiek 6 is het verloop van de EKR in de tijd weergegeven. De score in 2004 en 2009 is in de bovenloop nog maar net goed en die van 2024 zijn beduidend beter.



Grafiek 6. Verloop van de EKR-score in de tijd

EBEO 2.0.



Kaart 15. Slijpbeek met het ecologische profiel van de monsters volgens EBEO 2.0

Het meest noordelijke monster heeft een ecologisch profiel dat past bij de EKR klasse "hoger". De saprobie is relatief laag evenals stagnerant en slib en grind is relatief hoog. Het monster nabij de ingang van het park scoort net goed en heeft al een beduidend hogere saprobie, stagnerant en vooral slib. De waarde voor grind ligt erg laag.

In de west-tak bij de spoordijk is saprobie minimaal, stagnerant zeer laag, slib afwezig en grind zeer hoog. Dit is overeenkomstig de EKR-score "hoogst".

Het volgende monster is de tweede waterval ten zuiden van de spoordijk. De saprobie is vergelijkbaar met het stroomopwaartse monster in de hoofdtak. Stagnant, slib en grind zijn laag en afwezig, zoals de situatie is in een waterval.

Van de meer stroomafwaartse monsters is die op de Jacobiberg het meest belast. De saprobie en slib is er hoger dan elders.

Het monster in de uiterwaard heeft een EKR-score van bijna goed. Ten opzichte van het vorige monster is de saprobie wat lager en vooral ook het slib. Door de geringe stroming is hier toch geen goede score behaald.

Wel en wee van zeldzame soorten.

Tabel 9. Verloop van zeldzame soorten in de Slijpbeek.

Slijpbeek	2000-	2020-
Periode	2009	2024
Aantal monsters	2	6
<i>Micropterna lateralis</i>	2	
<i>Tvetenia discoloripes</i>	7	144,5
<i>Polypedilum convictum</i>	82	6
<i>Micropterna sequax</i>	3	5
<i>Agapetus fuscipes</i>		17
<i>Simulium costatum</i>		27
<i>Lebertia stigmatifera</i>		5
<i>Thienemanniella acuticornis</i>		3
<i>Elmis aenea</i>		1
Totaal aantal soorten	4	7
Verdwenen 2000-2019		1
Verschenen vanaf 1990		5

In tegenstelling tot alle voorgaande tabellen met zeldzame en kenmerkende soorten is deze tabel wel erg kort en ook is dit de enige beek waarbij er meer soorten zijn verschenen dan verdwenen. Dit is tenminste deels het gevolg van het geringe aantal monsters. Van de soorten in groen is *Thienemanniella acuticornis* gevonden in de waterval, zijn favoriete biotoop. De watermijt *Lebertia stigmatifera* is, vreemd genoeg, verzameld op het slibrijke punt van de Jacobiberg. De overige soorten zijn afkomstig van de westtak en het noordelijke punt in de hoofdtak.

Resumé

De macrofauna op het park Mariëndaal is sterk verarmd, wat vooral tot uitdrukking komt in het zeer geringe aantal zeldzame en kenmerkende soorten. Een oorzaak is niet bekend. In 1995 zijn er baggerwerkzaamheden uitgevoerd (<https://www.bekenstichting.nl/oosterbeekse-beken>) die er op wijzen dat de kwaliteit te wensen overliet.

7. Discussie

De discussie omvat 3 onderwerpen:

- Geeft de EKR-score voldoende informatie voor duurzame inrichting en beheer van de beken?
- Wat is de bijdrage van het EBEO 2.0 instrument bij het vaststellen van de knelpunten en het herstel daarvan.
- Wat is de waarde van de analyse van het wel en wee van zeldzame soorten?

• 7.1. EKR-scores vanaf 1977

Grafiek 7. Compilatie van de EKR-scores van alle monsters



Grafiek 7. Trend van de EKR-scores van alle monsters in de tijd.

In grafiek 7 is voor alle 165 monsters de EKR-score per beek uitgezet tegen de datum. Door er tendlijnen in te tekenen krijgt deze “random” wolk van punten toch enige duiding. In de eerste plaats wijzen 5 van de 6 lijnen omhoog en alleen de Duno toont een licht dalende trend. De R^2 geeft de verklaarde variantie aan. Die is verwaarloosbaar bij alle lijnen behalve de Hoge Oorsprong en de Seelbeek, waar respectievelijk 15% en 36% van de variantie wordt verklaard. Daarnaast zien we dat

lage scores steeds minder vaak voorkomen in de meest recente monsters.

Het lijkt dus verantwoord om te concluderen dat de kwaliteit van de beken in het onderzoeksgebied vanaf 1977 tot 2024, volgens de EKR-scores, niet achteruit zijn gegaan en dat plaatselijk zelfs vooruitgang is geboekt.

EBEO 2.0 een bruikbaar instrument?

Tijdens dit onderzoek heeft zich de mogelijkheid voorgedaan om te snuffelen aan de EBEO 2.0 database en te ontdekken of en hoe deze tot instrument kan worden gemaakt voor beheer en herstel van de beken van dit onderzoek.

Allereerst moest er veel worden aangepast om met de database te kunnen rekenen (zie 4.2), omdat het aantal klassen per milieufactor getransformeerd moet worden naar één getal. Vervolgens bleken saprobie, stagnant, slib en grind de best verklarende factoren voor de EKR-score. Opmerkelijk hierbij is dat voedselrijkdom geen enkele invloed heeft op de EKR-score.

De EBEO 2.0 wijst er dus op dat een delicaat samenspel tussen deze factoren bepalend is voor de ecologische toestand van deze beken.

Toegesplitst op de gebieds-eigen situatie (geen lozingen van afvalwater op de beken en gelegen in een bosrijk natuurgebied) kan de volgende duiding aan deze bepalende factoren worden gegeven:

Saprobie = ophoping van organisch materiaal in de vorm van blad. Dit blad wordt bacterieel afgebroken waarbij zuurstof in het water wordt verbruikt en het zuurstofgehalte tot nul kan dalen.

Stagnante = een zodanig lage toestroom van grondwater dat blad zich kan ophopen en saprobie kan veroorzaken.

Slib = ophoping van modder, afkomstig van gevallen blad dat bij gebrek aan stroming niet wordt afgevoerd.

Grind = een dusdanig snelle stroming dat niet alleen slib en bladeren, maar ook zand wordt meegevoerd. Hierdoor krijgen de kenmerkende soorten van de heuvellandbeken hun favoriete habitat en worden de EKR-scores maximaal.

Juist deze constatering maakt het verschil tussen de EKR-score en deze EBEO berekeningen. In plaats van een getal komen er factoren boven drijven die sturing geven aan het systeem.

Het is uiteindelijk de stroomsnelheid die er voor zorgt dat blad wel of niet ophoopt en gaat rotten. Belangrijk is de realisatie dat deze beken niet natuurlijk zijn en vroeger, toen ze nog molens aandreven ook permanent geschoond moesten worden door de beekruimer, om de bedrijfsvoering van de molens niet in gevaar te brengen.

7.2. Wel en wee van zeldzame en kenmerkende soorten.

In tabel 9 is samengevat welke soorten zijn verdwenen uit de beken en welke zich hebben gevestigd.

Tabel 9. Verdwenen en verschenen soorten in de periode 1977 - 2024

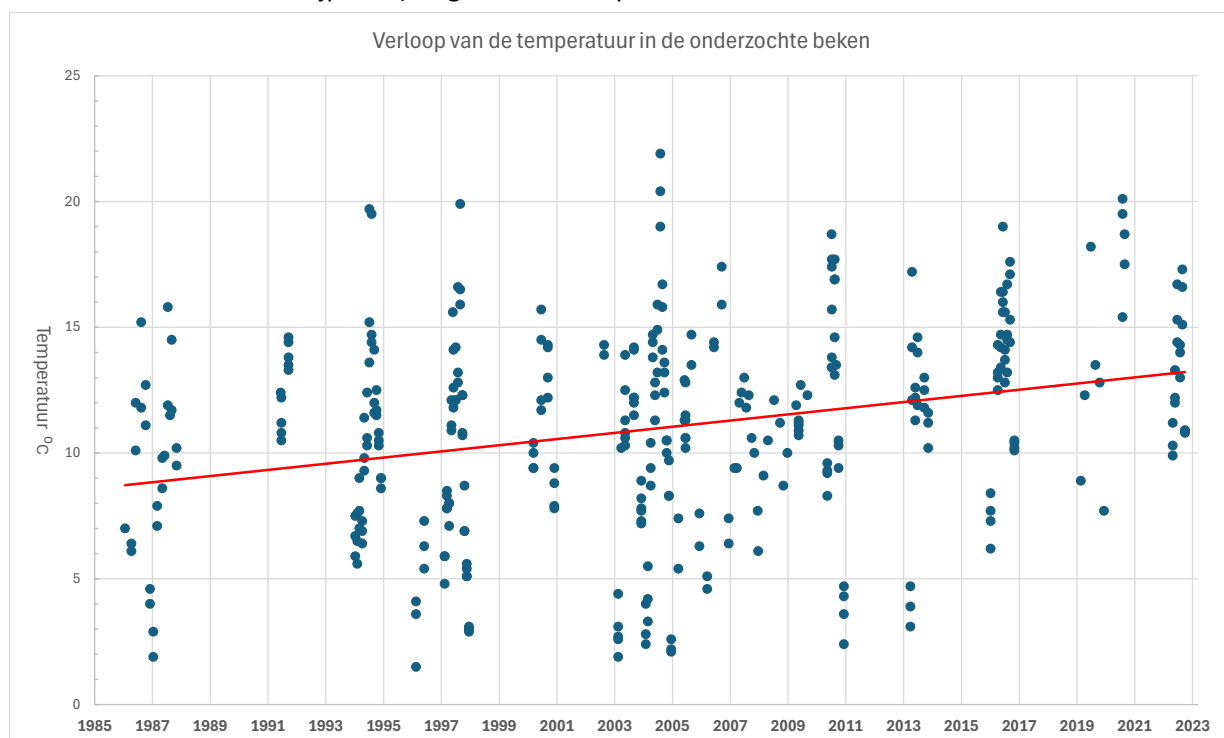
Soort	Duno	Seelbeek	Hoge Oorsprong	Hemelse Berg	Zuiderbeek	Slijpbeek
<i>Crenobia alpina</i>						
<i>Beraeodes minutus</i>						
<i>Polycelis felina</i>						
<i>Paratanytarsus austriacus</i>						
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>						
<i>Simulium aureum</i>						
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>						
<i>Micropterna lateralis</i>						
<i>Lebertia dubia</i>						
<i>Thienemanniella acuticornis</i>						
<i>Micropectra pallidula</i>						
<i>Beraea pullata</i>						
<i>Polypedilum pullum</i>						
<i>Polypedilum convictum</i>						
<i>Lebertia stigmatifera</i>						
<i>Sperchon compactilis</i>						
<i>Micropectra junci</i>						

In totaal zijn er 12 soorten verdwenen en 6 verschenen. De dansmuglarve *Thienemanniella acuticornis* is verdwenen uit de Hoge Oorsprong en Hemelse Berg en is in 2024 aangetroffen in de Slijpbeek. De verdwenen soorten behoren tot de Platwormen (2), Kokerjuffers (3), Kriebelmuggen (1), Watermijten (1) en Dansmuggen (5). De soorten die zich gevestigd hebben zijn: Watermijten (2) en Dansmuggen (4).

We gaan nader is op de Platwormen *Crenobia alpina* en *Polycelis felina*. De eerste is alleen in de Duno verzameld van 1977 tot 2010. *Polycelis felina* is in alle beken waargenomen behalve de Slijpbeek. Deze soort is op 3 individuen na (Seelbeek 2022) niet meer aangetroffen.

Van beide soorten is bekend dat ze zeer gevoelig zijn voor ammoniak (NH₃) (Alonso et al., 2006). De uit de ammonium (NH₄) berekende NH₃ gehaltes blijven veel lager dan de “no effect” concentratie van 0,12 mg NH₃-N/l (Alonso et al., 2006). Voor de temperatuur vonden Van der Velde en Cuppen (1981) dat *C. alpina* in een temperatuurbereik van 6-14 °C voorkomt, met een optimum bij 9-11 °C en dat *P. felina* voorkomt bij 6-15 °C met een optimum bij 10-12 °C. Kalkman (2008) vermeldt dat *C. alpina* ontbreekt bij een temperatuur > 14 °C en dat zelfs een korte temperatuurstijging lethaal is. Volgens Benitez-Alvares et al., (2023) is de optimum temperatuur voor *P. felina* 4°C en het maximum is 10 °C. (Durance en Ormerod (2007) scharen *C. alpina* bij de meest gevoelige soorten voor opwarming als gevolg van klimaatverandering.

In grafiek 8 is het temperatuurverloop van het beekwater (ex. Slijpbeek) uitgezet voor de periode 1986 -2023.



Grafiek 8. Temperatuur van het beekwater in de periode 1986-2023

De waarden in de grafiek overschrijden ook al in 1987 de tolerantiegrenzen voor beide platwormen ($T > 15\text{ °C}$). De trendlijn geeft aan dat de mediane temperatuur is gestegen van 9 naar 13 °C. Dit zal grotendeels het gevolg zijn van een afgenomen toestroom van grondwater. Naarmate er minder koud grondwater toestroomt, des te langer de verblijftijd van het water wordt en hoe meer het in de zomer zal opwarmen. Deze recente verdroging komt boven op de schatting dat 100 – 200 jaar geleden de beken 3 tot 4 maal zoveel water afvoerden dan tegenwoordig (Witte et al., 2019). Een verdwenen getuige van deze terugval in wateraanvoer is de Korenmolen in de Gielenbeek (Watermolen van Hooijer) die gesloopt is in 1863 (<https://www.bekenstichting.nl/oosterbeekse-korenmolen>).

Een korenmolen vraagt veel energie en heeft een debiet nodig van tenminste 50 ltr/s, waarbij overdag gemalen werd en 's nachts water kon worden opgespaard in de wijert (Slijkhuis en Warmerdam, 2025). De Gielenbeek heeft tegenwoordig in de benedenloop een debiet van 7 ltr/s (Witte, 2025), zodat het debiet met een factor 7 is afgenomen in de afgelopen 160 jaar.

8. Conclusies

Uniek landschap

De onderzochte beken behoren tot het heuvelland van Nederland en er komen van nature soorten voor die elders alleen in het Limburgse heuvelland voorkomen. Het water van de Veluwe beken op de oostelijke en zuidelijke flanken van de stuwwal is te typeren als zacht of zuur. Het water is zacht als er kleischotten in de ondergrond aanwezig zijn die het geïnfiltreerde regenwater bufferen. Ontbreken ze, dan blijft het water zuur. Hard water komt alleen voor in de lagere delen langs de Veluwe en in de Gelderse Vallei.

Deze abiotische randvoorwaarden maken van het stuwwallandschap een uniek landschap in Nederland waar terecht de status van Natura 2000 aan is toegekend.

Eindoordeel van EKR, EBEO en zeldzame soorten

- EKR goed. Twee sprengen zijn al lang geleden drooggefallen
- EBEO saprobie, stagnant, slib en grind zijn onderling afhankelijk en sturend is de stroming.
- Zeldzame soorten nemen af en wijzen op een sterke stijging van de watertemperatuur en dus ook op reductie van de toevoer van grondwater, die met een factor 3 of meer is afgenomen in de afgelopen 150 jaar (Witte et al., 2019).

Samen leidt dit er toe dat de ecologische situatie als EKR-score voor de KRW als goed wordt beoordeeld en dat het niveau niet is afgenomen, maar dat plaatselijk zelfs sprake is van een verbetering. Op basis van zeldzame en kenmerkende soorten kan worden vastgesteld dat een zorgwekkende achteruitgang heeft plaatsgevonden. Tevens maakt het duidelijk hoe kwetsbaar deze bronnen en beken zijn ten aanzien van de toevoer van koud grondwater.

Hoe verder?

De huidige situatie kan door onderhoud (ecologisch blad verwijderen) in de huidige staat worden gehouden. De aanvoer van grondwater is echter kritiek. De geringste daling van kwel zal desastreuze gevolgen hebben voor de natuurwaarden van dit Natura 2000 gebied. Voor een duurzaam herstel van de water afhankelijke natuur zal op korte termijn gezocht moeten worden naar vergroting van de berging van regenwater. Daarnaast zullen de huidige onttrekkingen vervangen moeten worden door alternatieven die deze kwetsbare natuur ontzien.

9. Literatuur

Claessens, E.E.C.M., 1978 Makrofaunaonderzoek in de Zuid-Veluwse beken: de Duno, de Seelbeek en de Hoge Oorsprong LH Wageningen, Versl. Natbeh. 448: 50 pp. + bijl.

Alonso, A., Camargo, J.A, 2006 Ammonia toxicity to the freshwater invertebrates *Polycelis felina* (Planariidae, Turbellaria) and *Echinogammarus echinosetosus* (Gammaridae, Crustacea) Univ. de Alcalá Bibl. 15(12B): 1578-1583

Benitez-Alvares, L., Leria, L., Sluys, R., et al., 2023 Niche modelling and molecular phylogenetics unravel the colonisation biology of three species of the freshwater planarian genus *Girardia* (Platyhelminthes, Tricladida) Res. Square <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2088826/v2>

Bijkerk, R., (ed.), 2014 Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren STOWA rapport 2010-28

den-Hartog, C., 1962 De Nederlandse platwormen (Tricladida). Wetensch. Med. KNNV 42: 40 pp.

Durance, I., Ormerod, S., 2007 Climate change effects on upland stream macroinvertebrates over a 25-year period. *Global Change Biol.* 13: 942-957

Gorter de Vries, R., IJzerman, Y., Zeeman, W., 2025 Het stromende water van de Veluwe Stichting tot behoud van de Veluwe sprengen en beken 302 pp.

Kalkman, V., 2008 De soorten van het leefgebiedenbeleid EIS Nederland 121 pp.

Klink, A., 2022 Macrafauna in de bronnen van de Seelbeek 1977 - 2021 Rapp. Med. HAK 157: 26 pp.

Molen, D. van der, Pot, R., Evers, C., et al., 2024 Referenties en maatlaten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2021-2027 (derde druk) STOWA rapport 2018-49 derde druk 2018-49: 468 pp.

Popma, J., 1982 Beken op de Veluwe. Numerieke classificatie van macrofaunagemeenschappen van sprengen en beken op de Veluwe. Basisrapport 2 Doct.-verslag KU Nijmegen Lab. Aquat. Oec. 137: 78 pp. + bijl.

Provincie Gelderland 2023 Herstelprogramma beken: Natura 2000 Veluwe Rapport Prov. Gelderland 230 pp.

Provincie Gelderland Dienst Milieu en Water 1990 De meetlat. Een biologisch beoordelingssysteem voor het oppervlaktewater in Gelderland Prov.

Gelderland, Dienst Milieu en Water 63 pp. + bijl. Prov. Gelderland, Dienst Milieu en Water 63 pp. + bijl.

Schaafsma, R., 2010 De Oosterbeekse en Doorwerthse Beken. Een cultuurhistorische wandelgids. Matrijs 160 pp.

Slijkhuis, H., Warmerdam, P., 2025 Het klaarbeekstelsel in Epe. In: Gorter de Vries, R., IJzerman, Y., Zeeman, W., (red.), 2025. Het stromende water van de Veluwe. Stichting tot Behoud van de Veluwse Sprengen en Beken. P. 216-229

Velde, G. van der, Cupppen, H., 1981 The distribution and ecology of ground water and rheophilous freshwater triclads (Plathyelminthes, Turbellaria) in the Netherlands Nieuwsbrief EIS - Nederland 10: 89-98

Verhagen, F., Paternotte, T., 2025 LESA beken Doorwerth en Oosterbeek. Presentatie 27 oktober 2025 Arnhem Stromingen 33(1): 91-108

Werkgroep Sprengen en Beken op de Veluwe 1982 Beken op de Veluwe. Onderzoek naar de mogelijkheden voor herstel en behoud. Eindrapport Eindrapport van de werkgroep sprengen en beken 112 pp. + bijl.

Witte, F., 2025 De geschiedenis van het water in een Veluws beekje. In: Gorter de Vries, R., IJzerman, Y., Zeeman, W., (red.), 2025. Het stromende water van de Veluwe. Stichting tot Behoud van de Veluwse Sprengen en Beken. P. 66-79

Bijlage 1. Lijst van onderzochte monsters

Vetgedrukt zijn de monsters die tijdens dit onderzoek zijn geanalyseerd.

Nr.	Mp	Locatie	X-coord	Y-coord	Datum	EKR
3135	EC109	Duno EC	183535	442443	2-8-1977	0,97
3156	EC110	Duno EC	183541	442439	4-8-1977	0,87
3174	EC111	Duno EC	183545	442427	4-8-1977	0,76
3190	EC112	Duno EC	183552	442406	15-8-1977	0,70
3205	EC113	Duno EC	183555	442397	30-8-1977	0,63
3226	EC114	Duno EC	183561	442381	1-9-1977	0,43
3246	EC115	Duno EC	183564	442375	1-9-1977	0,61
3277	WVE-1991	Duno WVE	183550	442411	16-9-1991	0,64
3281	WVE-1994	Duno WVE	183550	442411	12-10-1994	0,78
3294	WVE-1997-5	Duno WVE	183550	442411	26-5-1997	0,83
3317	WVE-1997-9	Duno WVE	183550	442411	16-9-1997	0,63
3339	WVE-2000-4	Duno WVE	183550	442411	26-4-2000	0,90
3540	WVE-2010-4	Duno WVE	183550	442411	14-4-2010	0,88
3374	WVE-2000-10	Duno WVE	183550	442411	11-10-2000	0,84
3405	WVE-2003-4	Duno WVE	183550	442411	9-4-2003	0,97
3429	WVE-2003-9	Duno WVE	183550	442411	15-9-2003	0,88
3464	WVE-2006-4	Duno WVE	183550	442411	18-4-2006	0,90
3525	WVE-2006-9	Duno WVE	183550	442411	18-9-2006	0,89
3601	WVE-2010-9	Duno WVE	183550	442411	13-9-2010	0,78
3640	Duno 1 AK	Duno	183527	442449	2-11-2020	0,80
3658	Duno 2 AK	Duno	183541	442438	2-11-2020	0,80
3690	Duno 3 AK	Duno	183556	442379	2-11-2020	0,48
2479	K1	Duno	183532	442451	2-4-2024	0,68
3755	EC 116	Seelbeek EC	183822	443290	5-9-1977	0,94
3783	EC 117	Seelbeek EC	183812	443265	5-9-1977	0,78
3798	EC 118	Seelbeek EC	183829	443258	7-9-1977	0,62
3808	EC 119	Seelbeek EC	183846	443241	12-9-1977	0,60
3823	EC 120	Seelbeek EC	183868	443208	13-9-1977	0,51
3913	EC 125	Seelbeek EC	183823	443215	13-9-1977	0,59
3835	EC 121	Seelbeek EC	183929	443187	15-9-1977	0,65
3863	EC 122	Seelbeek EC	183966	443192	15-9-1977	0,47
3882	EC 123	Seelbeek EC	184025	443169	19-9-1977	0,36
3897	EC 124	Seelbeek EC	183749	443209	21-9-1977	0,54
65	289151A	Seelbeek eind Heveadorp	183980	443200	6-5-1986	0,72
84	289151B	Seelbeek eind Heveadorp	183980	443200	17-9-1986	0,69
175	289152A	Seelbeek benedenloop	184598	442858	19-6-1991	0,75
101	289151C	Seelbeek eind Heveadorp	183980	443200	19-6-1991	0,86
28	289150A	Seelbeek bronnen	183810	443210	16-9-1991	0,71
119	289151D	Seelbeek eind Heveadorp	183980	443200	16-9-1991	0,66
131	289151E	Seelbeek eind Heveadorp	183980	443200	12-10-1994	0,84
3722	WVE-29151	Seelbeek WVE	183981	443199	12-10-1994	0,87
43	289150B	Seelbeek bronnen	183810	443210	29-5-1996	0,91
1	289149	Seelbeek bronvijver	183820	443280	29-5-1996	0,59
157	289151F	Seelbeek eind Heveadorp	183980	443200	29-5-1996	0,72
189	289152B	Seelbeek benedenloop	184598	442858	26-4-2000	0,94
213	289152C	Seelbeek benedenloop	184598	442858	1-11-2000	0,59
223	289152D	Seelbeek benedenloop	184598	442858	14-4-2003	0,71
524	289154A	Seelbeek bovenstrooms cascade	184520	442900	14-4-2003	0,86
239	289152E	Seelbeek benedenloop	184598	442858	17-9-2003	0,92
535	289154B	Seelbeek bovenstrooms cascade	184520	442900	17-9-2003	0,79
263	289152F	Seelbeek benedenloop	184598	442858	18-4-2006	0,76
284	289152G	Seelbeek benedenloop	184598	442858	18-9-2006	0,78
302	289152H	Seelbeek benedenloop	184598	442858	14-4-2010	0,91
340	289152I	Seelbeek benedenloop	184598	442858	13-9-2010	0,85

Nr.	Mp	Locatie	X-coord	Y-coord	Datum	EKR
359	289152J	Seelbeek benedenloop	184598	442858	2-4-2013	0,93
384	289152K	Seelbeek benedenloop	184598	442858	30-9-2013	0,68
403	289152L	Seelbeek benedenloop	184598	442858	31-3-2016	0,92
439	289152M	Seelbeek benedenloop	184598	442858	18-3-2019	0,89
466	289152N	Seelbeek benedenloop	184598	442858	2-10-2019	0,75
3925	1 AK	Seelbeek	183756	443199	4-11-2020	0,70
3938	2 AK	Seelbeek	183786	443256	4-11-2020	0,90
3952	3 AK	Seelbeek	183799	443238	4-11-2020	0,75
3965	4 AK	Seelbeek	183834	443204	4-11-2020	0,85
490	289152O	Seelbeek benedenloop	184598	442858	21-3-2022	0,92
2502	K2	Seelbeek	183996	443189	2-4-2024	0,93
2529	K3	Seelbeek	184265	443055	4-4-2024	0,86
2543	K4	Seelbeek	184541	442912	4-4-2024	0,86
4222	P126	Hoog Oorsprong	184933	444113	19-6-1977	0,73
4231	P127	Hoog Oorsprong	184946	444108	19-6-1977	0,68
4260	P128	Hoog Oorsprong	185279	443265	19-6-1977	0,42
4293	P129	Hoog Oorsprong	185135	443440	19-6-1977	0,43
4333	P130	Hoog Oorsprong	185186	443491	19-6-1977	0,54
4364	P131	Hoog Oorsprong	185013	443969	19-6-1977	0,66
4392	P132	Hoog Oorsprong	185033	443869	19-6-1977	0,58
4419	P133	Hoog Oorsprong	185127	443805	19-6-1977	0,79
4438	P134	Hoog Oorsprong	184949	444085	19-6-1977	0,48
4454	P135	Hoog Oorsprong	185018	443912	19-6-1977	0,65
4470	P136	Hoog Oorsprong	185001	444029	19-6-1977	0,58
4496	P137	Hoog Oorsprong	185203	443369	19-6-1977	0,61
4517	P138	Hoog Oorsprong	185089	443861	19-6-1977	0,53
4534	P139	Hoog Oorsprong	185198	443696	19-6-1977	0,53
4556	P140	Hoog Oorsprong	185063	443938	19-6-1977	0,63
4564	P141	Hoog Oorsprong	185095	443855	19-6-1977	0,51
805	289201A	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	19-6-1991	0,68
831	289201B	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	17-9-1991	0,71
847	289201C	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	12-10-1994	0,55
1943	289430C	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	12-10-1994	0,87
865	289201D	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	19-4-2000	0,62
888	289201E	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	16-10-2000	0,52
901	289201F	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	22-4-2003	0,78
1026	289203A	Hoge Oorsprong bronbeek	185009	443900	22-4-2003	0,74
966	289201G	Hoge Oorsprong benedenloop	185177	443339	22-9-2003	0,63
1071	289203B	Hoge Oorsprong bronbeek	185000	443900	22-9-2003	0,89
548	289200A	Hoge Oorsprong oostelijke vijver	185181	443450	9-5-2005	0,54
633	289200B	Hoge Oorsprong oostelijke vijver	185181	443450	26-9-2005	0,56
664	289200C	Hoge Oorsprong oostelijke vijver	185181	443450	12-4-2010	0,63
695	289200D	Hoge Oorsprong oostelijke vijver	185181	443450	2-4-2013	0,87
753	289200E	Hoge Oorsprong oostelijke vijver	185181	443450	31-3-2016	0,83
2620	K8	Hoge Oorsprong	185093	443836	8-4-2024	0,94
2646	K9	Hoge Oorsprong	185191	443582	8-4-2024	0,87
2673	K10	Hoge Oorsprong	185195	443380	8-4-2024	0,68
2566	K5	Hoge Oorsprong	184932	444115	9-4-2024	0,83
2583	K6	Hoge Oorsprong	184939	444115	9-4-2024	0,65
2596	K7	Hoge Oorsprong	184949	444085	9-4-2024	0,79
2707	K11	Hoge Oorsprong	185329	443185	23-4-2024	0,89
4020	P10	Hemelse Berg	185424	444035	7-7-1981	0,91
4050	P11	Hemelse Berg	185630	443410	7-7-1981	0,96
4074	P12	Hemelse Berg	185590	443669	7-7-1981	0,47
4098	P13	Hemelse Berg	185577	443576	7-7-1981	0,76
4112	P14	Hemelse Berg	185573	443615	7-7-1981	0,68

Nr.	Mp	Locatie	X-coord	Y-coord	Datum	EKR
4133	P15	Hemelse Berg	185617	443484	7-7-1981	0,56
4167	P16	Hemelse Berg	185629	443485	7-7-1981	0,41
4194	P17	Hemelse Berg	185582	443684	7-7-1981	0,46
1448	289404A	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	27-4-1987	0,61
1478	289404B	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	19-6-1991	0,85
1501	289404C	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	17-9-1991	0,63
1106	289401A	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	26-5-1997	0,66
1136	289401B	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	26-9-1997	0,46
1177	289401C	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	17-4-2000	0,68
1211	289401D	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	1-11-2000	0,46
1232	289401E	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	14-4-2003	0,87
1285	289401F	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	22-9-2003	0,62
1510	289404D	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	25-4-2005	0,91
1537	289404E	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	26-9-2005	0,80
1332	289401G	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	12-4-2010	0,67
1388	289401H	Hemelseberg - Bronbeek Oosterbeek	185650	443406	13-9-2010	0,56
1776	289413C	Spreng op de hemelse berg	185621	443752	18-3-2019	0,90
1695	289413A	Spreng op de hemelse berg	185621	443752	2-4-2013	0,92
1748	289413B	Spreng op de hemelse berg	185621	443752	30-9-2013	0,73
1547	289404F	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	4-4-2016	0,69
1578	289404G	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	6-10-2016	0,88
1828	289413D	Spreng op de hemelse berg	185621	443752	2-10-2019	0,77
1630	289404H	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	28-3-2022	0,80
1662	289404I	Hemelseberg Bronbeek Oosterbeek	185590	443669	17-10-2022	0,71
2863	K17	Hemelse Berg	185622	443483	4-4-2024	0,56
2795	K14	Hemelse Berg	185630	443774	11-4-2024	0,60
2815	K15	Hemelse Berg	185596	443667	11-4-2024	0,78
2840	K16	Hemelse Berg	185575	443583	11-4-2024	0,95
2745	K12	Hemelse Berg	185406	443953	15-4-2024	0,94
2777	K13	Hemelse Berg	185444	443850	15-4-2024	0,45
2897	K18	Hemelse Berg	185652	443302	23-4-2024	0,77
1857	289430A	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	11-6-1991	0,64
1895	289430B	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	16-9-1991	0,65
1964	289430D	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	17-4-2000	0,89
2005	289430E	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	18-10-2000	0,88
2050	289430F	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	31-3-2003	0,82
2129	289430G	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	8-9-2003	0,91
2130	289430H	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	38825	0,89
2169	289430I	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	18-9-2006	0,90
2200	289430J	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	12-4-2010	0,74
2222	289430K	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	13-9-2010	0,89
2269	289430L	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	31-3-2016	0,95
2311	289430M	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	6-10-2016	0,90
2392	289430N	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	21-3-2022	0,89
2435	289430O	Zuiderbeek te Zweiersdal Oosterbeek	186036	443653	17-10-2022	0,94
2926	K19	Zuiderbeek	186097	443750	15-4-2024	0,66
2944	K20	Zuiderbeek	186092	443747	15-4-2024	0,65
2981	K21	Zuiderbeek	186029	443506	15-4-2024	0,95
3981	580638A	Slijpbeek	187830	444710	28-4-2004	0,66
3995	580638B	Slijpbeek	187830	444710	1-5-2009	0,65
3116	K27	Slijpbeek	187860	443470	17-4-2024	0,57
3025	K23	Slijpbeek Mariëndaal	187760	444547	17-4-2024	0,68
3044	K24	Slijpbeek Mariëndaal	187705	444489	17-4-2024	0,85
3061	K25	Slijpbeek Mariëndaal	187750	444297	17-4-2024	0,61
3017	K22	Slijpbeek Mariëndaal	187869	444717	22-4-2024	0,72
3082	K26	Slijpbeek	187958	443768	22-4-2024	0,53

Bijlage 2. Foto's van de monsterpunten van dit onderzoek

K1 Duno 4 april 2024



Uitstroom van de bronkop



Bovenloopje



Doorstroommoeras



Paarbladig goudveil in doorstroommoeras



Overzicht van bovenaf

K2 Seelbeek 4 april 2024





Witte Bosanemoon



Bittere veldkers



Grindbank onder water

K3 Seelbeek 4 april 2024



Meandering



Uitloop van woonwijk



Hout in de beek



Vlakke oevers, geen insnijding

K4 Seelbeek 4 april 2024



Cascade van rotsblokken

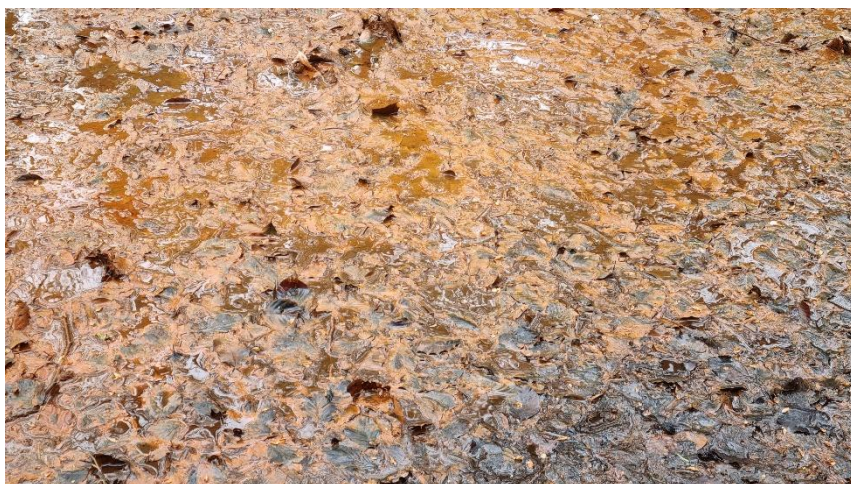
K5 Hoge Oorsprong 9 april 2024: westelijke bron van bovenste bronnen



Bron



Doorstroom moeras



Plaatselijk veel ijzer en ophoping van blad

K6 Hoge Oorsprong 9 april 2024: oostelijke bron van de bovenste bronnen



Zeer veel blad



Veel hout

K7 Hoge Oorsprong 9 april 2024: vijver onder de bovenste drempel



Veel ijzer en Dubbelloof in de oever



Veel blad en weinig stroming

K8 Hoge Oorsprong 8 april 2024. Bron bij Grothuisje



K9 Hoge Oorsprong 8 april 2024



Grind en sterke stroming



Onder water

K10 Hoge Oorsprong 8 april 2024. Beneden de beverdam





K11 Hoge Oorsprong 8 april 2024: In de uiterwaard



Water spuit uit de duiker onder de Benedendorpseweg

K12 Hemelse Berg 15 april 2024. Opgedroogde spreng langs hoofdweg



Opgedroogde spreng langs hoofdweg



Bron boven Eendjesvijver

K13 Hemelse Berg 15 april 2024.



Uitstroom Eendjesvijver



Moeras onder Eendjesvijver

K14 Hermelse Berg Gielenbeek 11 april 2024



Herstelde bron



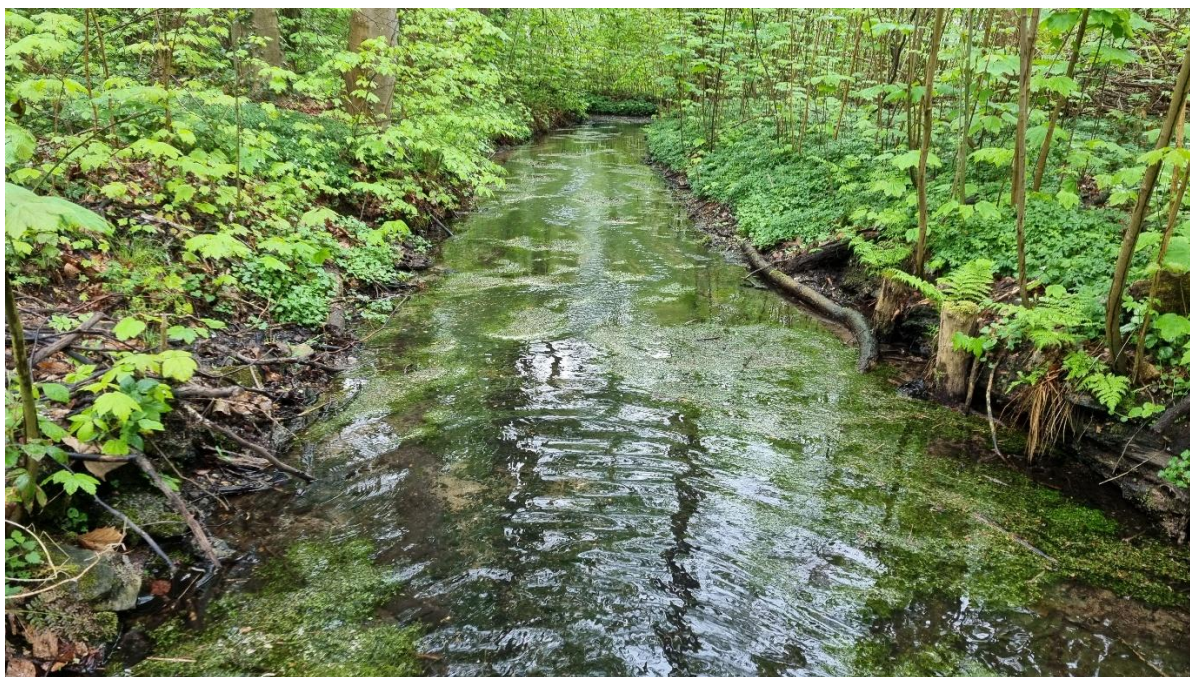
Opwellend grondwater



K15 Hemelse Berg Gielenbeek 11 april 2024



Bij uitstroom 2^e bronvijver in stroomafwaartse richting



Bij uitstroom 2^e bronvijver in stroomopwaartse richting

K12 Hemelse Berg Gielenbeek 11 april 2024



Waterval boven grote vijver



Waternalms achter de waterval



Uitstroom in grote vijver

K18 Hemelse Berg Gielenbeek 23 april 2024



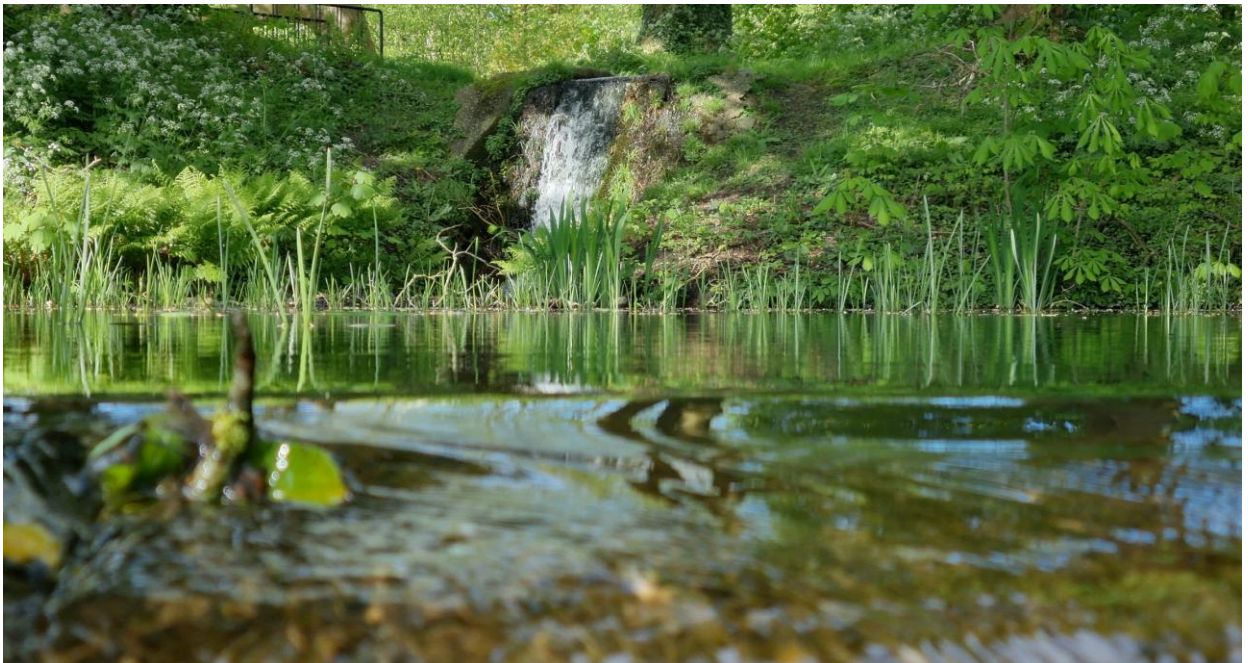
In de uiterwaard



Bedding van grind en zand



Uitmonding in de Leigraaf



Vijver met watervallen voor de instroom in de uiterwaard

K19 Zuiderbeek 15 april 2024



De Zomp bij waterval



Riviermos (*Dialytrichia mucronata*)

K20 Zuiderbeek 15 april 2024

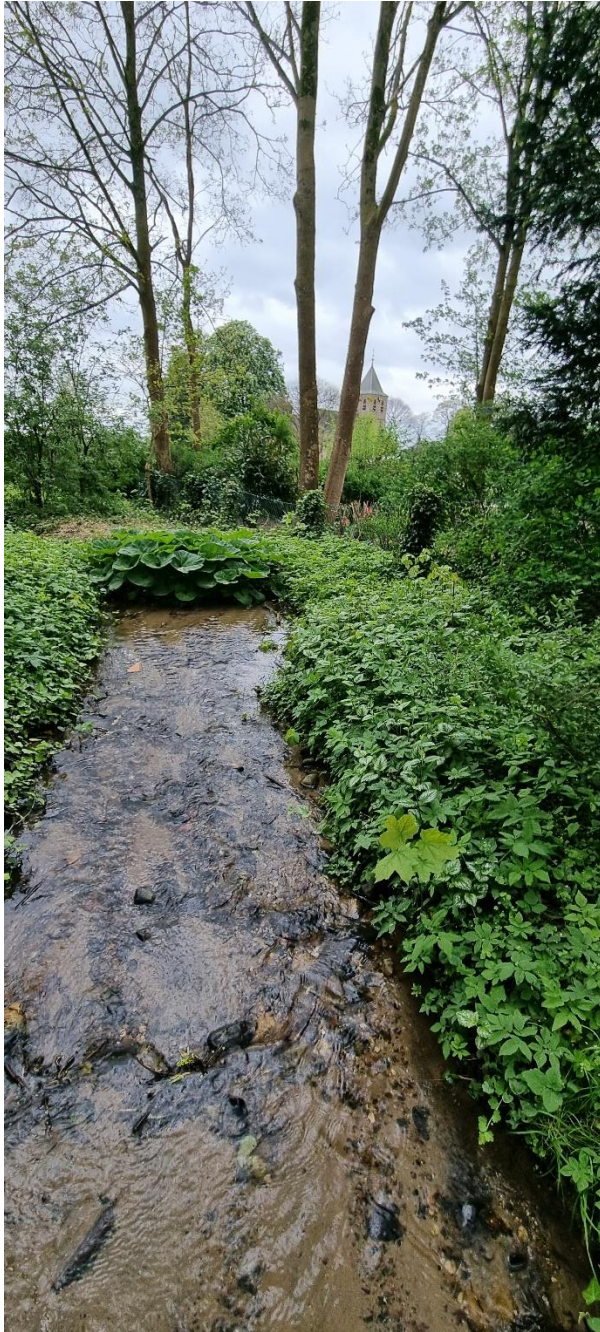


De Zomp na waterval met een groot veld Paarlbladig goudveil



De Zomp stroomopwaarts met duiker, door de Dam waar vroeger de bron afwaterde op de Zomp

K21 Zuiderbeek 15 april 2024



Vlak voor vijver, met de oude kerk op de achtergrond



Grind en zand bij sterke stroming



Blad en slib in de oever

K22 Slijpbeek 22: 22 april 2024



Bovenloop hoofdtak op Mariëndaal



Bovenloop stroomt 50 m verder in de bovenste vijver

K23 Middenloop op Mariëndaal 17 april 2024



Een van de weinige bochten op Mariëndaal

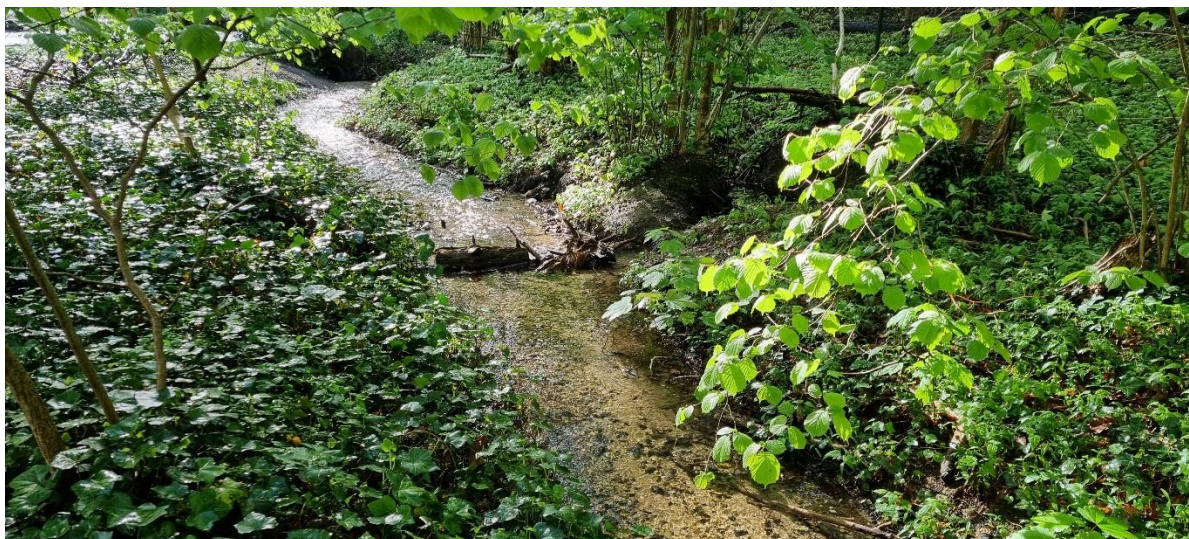


Onder water met veel fijn zand, blad en hout

K24 Slijpbeek westtak 22 april 2024



Snelle stroming en veel grind



Geen blad en hier en daar hout

K25 Slijpbeek tweede waterval na spoordijk 17 april 2024



K26 Slijpbeek Jacobiberg 22-4-2024



K27 Slijpbeek uiterwaard 17 april 2024



Bodem met een dikke laag blad



Langzame stroming met meebewegend Mannagras (*Glyceria fluitans*)