

1 **Auteurs:**  
2 Stijn Bruneel , Lore Vandamme , David Buysse , Sarah Broos , Simon Plaetinck , Diederik  
3 Rosseel , Nico De Maerteleire , Johan Coeck 

4 **Reviewers:**  
5 Isaac Vermeulen 

6 Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstuut van de Vlaamse overheid dat via toegepast  
7 wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt  
8 en evalueert.

9 **Vestiging:**  
10 INBO Brussel  
11 Herman Teirlinckgebouw, Havenlaan 88, 1000 Brussel  
12 [vlaanderen.be/inbo](http://vlaanderen.be/inbo)

13 **e-mail:**  
14 stijn.bruneel@inbo.be

15 **Wijze van citeren:**  
16 Bruneel, S., et. al. (!!!). ONTBREKEND: year !!!!). Opvolging van de zoutintrusie in de IJzer, het kanaal  
17 Gent-Oostende, het Leopoldkanaal, het afleidingskanaal van de Leie en de Noordede. Aangepast  
18 spuibehandeling in 2023 in functie van glasaalmigratie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en  
19 Bosonderzoek !!! ONTBREKEND: year !!! (!!!). ONTBREKEND: reportnr !!!). Instituut voor Natuur- en  
20 Bosonderzoek, Brussel. DOI: !!! missing DOI !!!

21 **!!!! ONTBREKEND: depotnr !!!!**  
22 **Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek !!! ONTBREKEND: year !!! (!!!)**  
23 **ONTBREKEND: reportnr !!!)**  
24 **ISSN: 1782-9054**

25 **Verantwoordelijke uitgever:**  
26 Hilde Eggemont

27 **Foto cover:**  
28 !!! ONTBREKEND: coverdescription !!!

29 **Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:**  
30 De Vlaamse Waterweg



31

34

OPVOLGING VAN DE ZOUTINTRUSIE IN DE IJZER, HET  
KANAAL GENT-OOSTENDE, HET LEOPOLDKANAAL, HET  
AFLEIDINGSKANAAL VAN DE LEIE EN DE NOORDEDE

35

**Aangepast spuibeheer in 2023 in functie van  
glasaaalmigratie**

36

Stijn Bruneel, Lore Vandamme, David Buysse, Sarah Broos, Simon Plaetinck,  
Diederik Rosseel, Nico De Maerteleire, Johan Coeck

37

## **Dankwoord**

<sup>39</sup> We bedanken de operatoren van de spuischuiven voor het voorzien van de data van het aangepast spui-beheer.

## 41 Nederlandstalige samenvatting

42 De Europese paling (*Anguilla anguilla L.*) wordt al decennialang geconfronteerd met een sterke populatie-  
43 daling in Europa en behoort inmiddels tot de meest bedreigde vissoorten in Europa. Een van de belang-  
44 rijkste knelpunten voor de populatie is de beperkte stroomopwaartse migratie van glasaal. In Vlaanderen  
45 vormen de Ijzermonding in Nieuwpoort, het sluizencomplex “Sas Slijkens” aan de monding van het Kanaal  
46 Gent-Oostende (KGO), en het uitwateringscomplex in Zeebrugge (monding van het Afleidingskanaal van  
47 de Leie, AKL, en het Leopoldkanaal, LK) cruciale intrekoutes voor glasaal. Eerder onderzoek analyseerde  
48 glasaalmigratie en evaluateerde mogelijke mitigerende maatregelen bij spuiconstructies in de Ganzepoot  
49 (Ijzermonding), Sas Slijkens (KGO), en het uitwateringscomplex Zeebrugge. Het op een kier zetten van  
50 sluisdeuren tijdens het opkomend tij bleek een effectieve en kostenefficiënte methode om stroomop-  
51 waartse migratie te verbeteren, zonder het risico op verzilting van de polders door zeewaterinstroom. In  
52 2015 werd er geen alternatief spuibehoor toegepast op deze locaties. Toch werden verhoogde conduc-  
53 tiviteitswaarden gemeten, zoals gerapporteerd in het interne rapport *“Opvolging van de zoutintrusie in*  
54 *de Ijzer, het Kanaal Gent-Oostende, het Leopoldkanaal en het Afleidingskanaal van de Leie: Nulmeting*  
55 *2015”* van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO). Deze nulmetingen toonden regelmatig  
56 verhoogde geleidbaarheid, vooral nabij uitwateringsconstructies en verder stroomopwaarts. De hogere  
57 waarden werden toegeschreven aan locatie-specifiek beheer of natuurlijke verzilting, met name tijdens  
58 droge periodes met lage afvoer. Vanaf 2016 werd alternatief spuibehoor toegepast. De resultaten hiervan  
59 zijn gerapporteerd in opeenvolgende interne rapporten. In 2023 werd alternatief spuibehoor voortgezet  
60 van 1 maart tot 15 mei. De toepassing van alternatief spuibehoor varieert sterk per waterloop. Dit hangt  
61 samen met verschillen in streefpeilen (m TAW), wat invloed heeft op het beschikbare tijdsvenster voor  
62 spuibehoor. Bovendien zijn sommige uitwateringsconstructies, zoals de Ganzepoot aan de Ijzer, permanent  
63 bemand, waardoor het beheer ook buiten kantooruren kan plaatsvinden, in tegenstelling tot het AKL en  
64 LK.

65 Zoutintrusie als gevolg van aangepast spuibehoor lijkt zich vooral voor te doen in het Ijzerbekken, waar  
66 pieken in geleidbaarheid sterk samenvallen met momenten van aangepast spuibehoor. Dit is grotendeels  
67 te verklaren door de intensieve toepassing van deze maatregel in de Ijzer, die resulteert in de succesvolle  
68 migratie van naar schatting 250.000 glasalen. Ter vergelijking: de inschattingen voor andere waterlopen  
69 tonen aanzienlijk lagere aantal migrerende glasalen. In het Afleidingskanaal van de Leie (AKL) heeft  
70 het sporadisch toegepaste spuibehoor in 2023 geen waarneembaar effect op de geleidbaarheid. Het inge-  
71 schatte aantal glasalen dat hier kon migreren, bedraagt slechts 3% van het aantal dat de Ijzer opzwemt. In  
72 het Kanaal Gent-Oostende (KGO) en het Leopoldkanaal (LK) ligt dit percentage respectievelijk op 19% en  
73 12%. Voor het KGO en LK is er sprake van een intensievere toepassing van aangepast spuibehoor dan in het  
74 AKL, wat wel leidt tot verhoogde geleidbaarheid nabij de spuischuiven van het KGO en LK op momenten  
75 van aangepast spuibehoor. Anders dan bij de Ijzer blijven deze effecten echter beperkt tot de directe  
76 omgeving en worden geen verhogingen dieper het binnenland in waargenomen. In de Noordede heeft  
77 het aangepaste spuibehoor in 2023 geen significante invloed gehad op de geleidbaarheid, ondanks een  
78 totale duur die ongeveer twee keer zo lang was als in het Kanaal Gent-Oostende en het Leopoldkanaal.  
79 Dit verschil kan mogelijk worden toegeschreven aan de specifieke frequentie en duur van de spuimo-  
80 menten. In de Noordede werden de spuien gedurende ongeveer de helft van de totale tijdsduur van de  
81 Ijzer geopend, maar het aantal spuimomenten was twee keer zo hoog, met kortere spuimomenten per  
82 keer. Deze strategie van kortere, frequentere en goed getimed spuimomenten lijkt voordelen te bieden.  
83 Glasalen verzamelen zich doorgaans bij barrières voordat ze kunnen migreren. Door meerdere kortere  
84 momenten van spuibehoor te creëren, wordt de migratie van glasalen gefaciliteerd en kan zoutintrusie  
85 worden beperkt. Dit benadrukt het belang van een locatie-specifieke aanpak en een zorgvuldig afgestemde  
86 timing van spuibehoor om zowel de ecologische als de hydrologische doelen te bereiken.



## 87 English abstract

88 The European eel (*Anguilla anguilla* L.) has been in sharp decline for decades and is now among Europe's  
89 most endangered fish. Limited upstream migration of glass eels is a key bottleneck. In Flanders, key entry  
90 points include the Ijzer estuary (Nieuwpoort), the 'Sas Slijkens' lock (Ghent-Ostend Canal, KGO), and the  
91 Zeebrugge outflow complex (Afleidingskanaal van de Leie, AKL, and Leopoldkanaal, LK).

92 Previous research showed that opening sluice gates ajar during rising tide effectively enhances eel migra-  
93 tion without risking polder salinisation. However, even without alternative sluice management in 2015,  
94 elevated conductivity was recorded, likely due to site-specific management or natural salinisation, espe-  
95 cially during dry periods. From 2016, alternative sluice operations were implemented, with results reported  
96 annually. In 2023, this approach was applied from 1 March to 15 May, with variations depending on target  
97 water levels and site staffing.

98 Salt intrusion was most pronounced in the Ijzer Basin, where adapted sluicing strongly correlated with  
99 conductivity peaks. This intensive management enabled an estimated 250,000 glass eels to migrate—far  
100 more than in other waterways. In AKL, sporadic sluice operation had no discernible effect on conductivity,  
101 allowing by estimate just 3% of the Yser's eel numbers to migrate. In KGO and LK, more frequent sluicing led  
102 to moderate conductivity increases near the sluices but without inland effects. In the Noordede, despite a  
103 longer sluicing duration than in KGO and LK, no significant conductivity impact was observed, likely due to  
104 a strategy of shorter, more frequent openings.

105 This highlights the importance of site-specific sluice management. Frequent, well-timed sluice openings  
106 can enhance eel migration while minimizing salt intrusion, balancing ecological and hydrological goals.

## 107 Aanbevelingen voor beheer

108 Dit onderzoek richtte zich op de verdere optimalisatie van het aangepast spuibeheer, dat in eerder on-  
109 derzoek werd geïdentificeerd als een kostenefficiënte en effectieve maatregel om de stroomopwaartse  
110 glasaalmigratie te bevorderen, zonder significante instroom van zeewater. Uit nulmetingen in 2015 (het  
111 referentiejaar waarin geen alternatief spuibeheer werd toegepast) bleek dat er regelmatig verhoogde ge-  
112 leidbaarheid werd gemeten op verschillende locaties, zowel nabij de uitwateringsconstructies als verder  
113 stroomopwaarts in de waterlopen en kanalen. Deze verhoogde waarden waren vaak toe te schrijven aan  
114 natuurlijke verzilting (vooral tijdens droge periodes met lage afvoer) of locatie-specifiek beheer (zie intern  
115 rapport INBO 2015). Op basis van historische gegevens (INBO-rapporten: 2012–2022) en de metingen  
116 uitgevoerd vóór, tijdens (1 maart – 15 mei) en na de toepassing van alternatief spuibeheer in 2023, kan  
117 worden geconcludeerd dat dit aangepaste beheer met het oog op glasaalmigratie weinig risico's inhoudt op  
118 significante stijgingen van de geleidbaarheid in de waterlopen. Als aanvullende veiligheidsmaatregel werd  
119 met de waterbeheerder afgesproken om het alternatief spuibeheer in het AKL en LK onmiddellijk stop te  
120 zetten indien de vastgelegde limietwaarden worden overschreden. Het wordt aanbevolen om ook voor de  
121 IJzer en het KGO absolute limietwaarden te definiëren. Dit maakt een eventuele vroegtijdige stopzetting  
122 van het alternatief spuibeheer eenvoudiger en beter onderbouwd.

## 123 Inhoudsopgave

124	Dankwoord . . . . .	1
125	Nederlandstalige samenvatting . . . . .	2
126	English abstract . . . . .	3
127	Aanbevelingen voor beheer . . . . .	4
128	Inhoudsopgave . . . . .	5
129	Lijst van figuren . . . . .	6
130	Lijst van tabellen . . . . .	8
131	1 Inleiding . . . . .	9
132	2 Materiaal en methoden . . . . .	11
133	2.1 Studiegebied . . . . .	11
134	2.2 Dataverzameling . . . . .	13
135	3 Resultaten . . . . .	17
136	3.1 Aangepast spuibeheer ter hoogte van de zout-zoetovergangen aan de Belgische kust en ingeschat effect op de intrek van glasaal . . . . .	17
138	3.2 Opvolging van saliniteit, temperatuur, afvoer en neerslag in relatie tot het aangepast spuibeheer . . . . .	18
140	4 Bespreking . . . . .	45
141	4.1 Vergelijking VMM-logger en INBO-loggers conductiviteit . . . . .	45
142	Referenties . . . . .	46
143	A Appendix . . . . .	48
144	A.1 Instructies tijdelijk stopzetten aangepast spuibeheer . . . . .	48
145	A.2 Tijdsreeksen . . . . .	48
146	A.3 Eerdere jaren . . . . .	52

## 147 Lijst van figuren

148	Figuur 1.1	De levenscyclus en de belangrijkste ontwikkelingsstadia van paling.	9
149	Figuur 2.1	Ligging van de spuiconstructies aan de Ganzepoot in de IJzermonding	11
150	Figuur 2.2	Situering van het KGO, de Ringvaart in Brugge, de Damse Vaart (DV), het Boudewijnkanaal (BZ) en het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort (PN). De locatie van de spuiconstructie 'Sas Slijkens' is rood omcirkeld (rechts onderaan).	12
153	Figuur 2.3	Situering van het Afleidingskanaal van de Leie (AKL) en het Leopoldkanaal (LK). Rood omcirkeld is de spuiconstructie van deze kanalen in Zeebrugge.	13
155	Figuur 2.4	Monitoringsconstructie voor het opvolgen van de conductiviteit (links) met behulp van HOBO U24 Fresh Water Conductivity Data Logger.	13
157	Figuur 3.1	Totale duur aangepast spuibehandelen (uren) per jaar en waterlichaam.	18
158	Figuur 3.2	Aantal events aangepast spuibehandelen per jaar en waterlichaam.	18
159	Figuur 3.3	Verloop van de specifieke geleidbaarheid ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) in het AKL. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	19
162	Figuur 3.4	Verloop van de actuele geleidbaarheid ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), specifieke geleidbaarheid bij $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), saliniteit (psu) en temperatuur ( $^\circ\text{C}$ ) in het afleidingskanaal van de Leie (AKL) ter hoogte van Ramskapelle (5.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Zomergem en neerslag ter hoogte van Dudzele in 2023. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	20
167	Figuur 3.5	Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) in het LK. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	22
170	Figuur 3.6	Verloop van de actuele geleidbaarheid ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), specifieke geleidbaarheid bij $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), saliniteit (psu) en temperatuur ( $^\circ\text{C}$ ) in het Leopoldkanaal (LK) ter hoogte van Zeebrugge (1.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2023. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	23
175	Figuur 3.7	Verloop van de actuele geleidbaarheid ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), specifieke geleidbaarheid bij $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), saliniteit (psu) en temperatuur ( $^\circ\text{C}$ ) in het Leopoldkanaal (LK) ter hoogte van Ramskapelle (5.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2023. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	24
180	Figuur 3.8	Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) in het KGO. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	26
183	Figuur 3.9	Verloop van de VMM-metingen van de specifieke geleidbaarheid bij $20^\circ\text{C}$ ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) in het KGO. De groene balken geven de perioden van aangepast spuibehandelen weer.	27



185	Figuur 3.10	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het kanaal Gent-Oostende (KGO) ter hoogte van sas Slijkens (0.9 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	28
190	Figuur 3.11	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het kanaal Gent-Oostende (KGO) ter hoogte van Plassendale (7.0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	29
195	Figuur 3.12	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het kanaal Gent-Oostende (KGO) ter hoogte van Oostkamp (13.3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	30
200	Figuur 3.13	Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de Ijzer. De daggemiddelen worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	32
203	Figuur 3.14	Verloop van de VMM-metingen van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de Ijzer. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	33
205	Figuur 3.15	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzermondesteiger (0,2 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	34
210	Figuur 3.16	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van de Uniebrug (3,3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	35
215	Figuur 3.17	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van de Schoorbakkebrug (7,3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	36
220	Figuur 3.18	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van Tervate (10,6 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	37
225	Figuur 3.19	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van Diskmuide (17 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	38
230	Figuur 3.20	Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de NE. De daggemiddelen worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	40
233	Figuur 3.21	Verloop van de VMM-metingen van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de NE. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	41



235	Figuur 3.22	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Noordede (NE) ter hoogte van de Maertensas (1,0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	42
240	Figuur 3.23	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Noordede (NE) ter hoogte van de blauwe sluis (3,0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	43
245	Figuur 3.24	Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Noordede (NE) ter hoogte van Clemensheule (4,0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer. . . . .	44
250	Figuur A.1	Specifieke geleidbaarheid (mS/cm) in functie van de tijd voor de verschillende sites en over verschillende afstanden tot de spuischuiven. . . . .	49
252	Figuur A.2	Neerslag (mm) in functie van de tijd voor de verschillende sites. . . . .	49
253	Figuur A.3	Afvoer (m <sup>3</sup> /s) in functie van de tijd voor de verschillende sites. . . . .	50
254	Figuur A.4	Aantal events aangepast spuibeheer (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites. . . . .	50
256	Figuur A.5	Duur aangepast spuibeheer (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites. . . . .	51

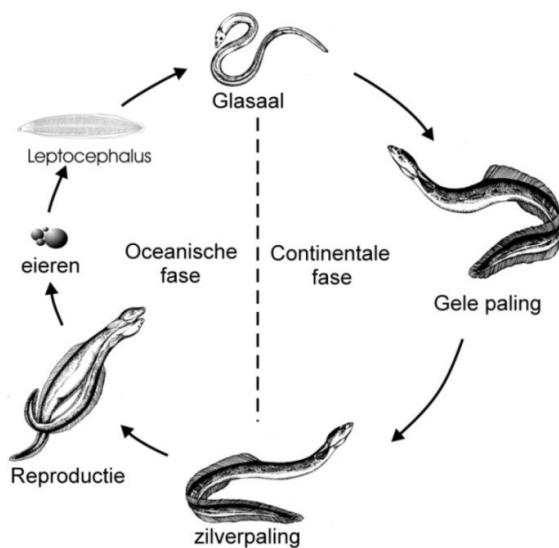
## Lijst van tabellen

258	Tabel 3.1	2023 beleidstabel voor het aangepast spuibeheer (AS) in het afleidingskanaal van de Leie (AKL), Ijzer, kanaal Gent-Oostende (KGO), Leopoldkanaal (LK), Noordede (NE) en Veurne-Ambacht (VA) met inschatting van het aantal glasaal dat de betreffende sluizen kon passeren dankzij AS. * Het verwachte aantal glasaal voor de studieperiode in VA geeft het totaal van 2023 weer en is niet dus gelinkt aan het aantal as events. . . . .	17
-----	-----------	---	----



## 1 INLEIDING

De Europese paling (*Anguilla anguilla L.*) wordt al decennialang geconfronteerd met een sterke populatiedaling in Europa (Bonhommeau et al., 2008; Dekker, 1998; Dekker, 2000). Tegenwoordig wordt de soort beschouwd als een van de meest bedreigde vissen in Europa. Diverse factoren dragen bij aan deze negatieve trend, waaronder de chemische waterkwaliteit, fysische habitatcondities, migratiebarrières, predatie, oceanische veranderingen en klimaatsverandering (Friedland et al., 2007; Knights, 2003; White & Knights, 1997). Om de achteruitgang van de palingpopulaties tegen te gaan, stelde de Europese Unie in 2007 de Palingverordening (EC No. 1100/2007) vast. Deze verordening heeft als doel het behoud en herstel van de soort en vereist een beheerstrategie die een ontsnapping van 40% van de schieraalbiomassa garandeert, vergeleken met een onbelemmerde referentietoestand. Dankzij de vele laaglandrivieren, kanalen, vijvers en kreken wordt Vlaanderen beschouwd als een belangrijke regio voor de opgroeい van paling en de rekrutering van zilverpaling. De chemische waterkwaliteit van Vlaamse wateren is de afgelopen jaren aanzienlijk verbeterd door intensieve afvalwaterzuivering en de invoering van bemestingsnormen. Bovendien is paling een relatief tolerant soort, waardoor veel Vlaamse waterlichamen geschikt blijven als habitat. Hierdoor is de soort nog steeds wijdverspreid in Vlaanderen. De focus van rivierbeheerders ligt daarom op het verminderen van predatie en het aanpakken van migratiebarrières, die cruciale knelpunten vormen voor het behoud van de palingpopulaties (Briand et al., 2005; Bult & Dekker, 2007; Feunteun et al., 1998; Laffaille et al., 2007; White & Knights, 1997). Eén van de grootste uitdagingen betreft de stroomopwaartse migratie van juveniele paling, ook wel glasaal genoemd. Tijdens hun trans-Atlantische migratie vanuit de Sargassozee (Fig. 1.1) ondergaan leptocephaluslarven een metamorfose tot glasaal. Veel glasaal bereikt echter de Europese zoetwaterhabitats niet door migratiebarrières zoals dammen, stuwen en sluizen. Deze belemmerde migratie vermindert niet alleen de opwaartse instroom van glasaal, maar leidt ook tot een daling van de zilverpalinguittrek. Dit kan een vicieuze cirkel creëren die de achteruitgang van de palingpopulaties verder versterkt.



Figuur 1.1: De levenscyclus en de belangrijkste ontwikkelingsstadia van paling.

De meeste Europese estuaria kennen een hoge connectiviteit met een geleidelijke overgang tussen zout en zoet water. Deze overgang stelt glasaal in staat om stroomopwaarts te migreren naar zoetwaterhabitats die geschikt zijn voor hun groei en ontwikkeling. In sommige rivier- en kanaalmondingen is deze natuurlijke overgang echter verstoord door afsluitingen die zijn aangebracht om overstromingen te voorkomen. Dit is

291 vooral het geval in laaggelegen regio's zoals Vlaanderen en Nederland. Deze ingrepen hebben geleid tot  
292 scherpe overgangen tussen zoet en zout water en het verdwijnen van brakke getijdenzones. Hoewel zulke  
293 abrupte overgangen doorgaans geen osmoregulatorische problemen veroorzaken voor glasaal (*Wilson et*  
294 *al., 2004, 2007*), kunnen ze de migratie vertragen of zelfs beperken. De bijkomende energieverliezen kun-  
295 nen gedragsveranderingen veroorzaken die de stroomopwaartse migratie verder belemmeren of stoppen  
296 (*Du Colombier et al., 2007; Edeline et al., 2005, 2006*).

297 In Vlaanderen proberen waterbeheerders de lokale palingpopulaties te ondersteunen door het uitzetten  
298 van glasaal. Onderzoek heeft echter aangetoond dat deze maatregel het risico op verspreiding van scha-  
299 delijke parasieten vergroot (*Audenaert et al., 2003*). Daarom is een geïntegreerde aanpak nodig die de  
300 natuurlijke stroomopwaartse migratie van glasalen bevordert.

301 In een eerder onderzoek werden de abiotische factoren geanalyseerd die de migratie van glasaal beïn-  
302 vloeden bij vijf spuicomplexen in het IJzerestuarium in Nieuwpoort (*Mouton et al., 2009*). Daarbij werd  
303 onderzocht hoe de migratie naar de IJzer op een efficiënte manier kon worden gestimuleerd. Het onder-  
304 zoek toonde aan dat een beperkte opening van de spui tijdens het opkomend tij een kosteneffectieve en  
305 efficiënte maatregel is om de stroomopwaartse migratie van glasaal te verbeteren, zonder een significante  
306 instroom van zout water te veroorzaken.

307 Vervolgonderzoek richtte zich op de toepassing van een vergelijkbaar spuibehandeling bij de uitwateringskunst-  
308 werken van het Kanaal Gent-Oostende (KGO) in Oostende (*Buyssse et al., 2012a*) en bij het Afleidingskanaal  
309 van de Leie (AKL) en het Leopoldkanaal (LK) in Zeebrugge (*Buyssse et al., 2015a*). Tevens werd onderzocht  
310 of dit aangepaste spuibehandeling leidde tot een stijging van het zoutgehalte in de IJzer (*Mouton et al., 2011*)  
311 en het KGO (*Buyssse et al., 2012b*). De resultaten gaven aan dat het alternatieve spuibehandeling geen signifi-  
312 cante verzilting veroorzaakt, mits het wordt toegepast buiten perioden van extreme droogte. Op basis van  
313 deze bevindingen werd een protocol opgesteld met drempeldebietwaarden waarbinnen het alternatieve  
314 spuibehandeling veilig kan worden uitgevoerd.

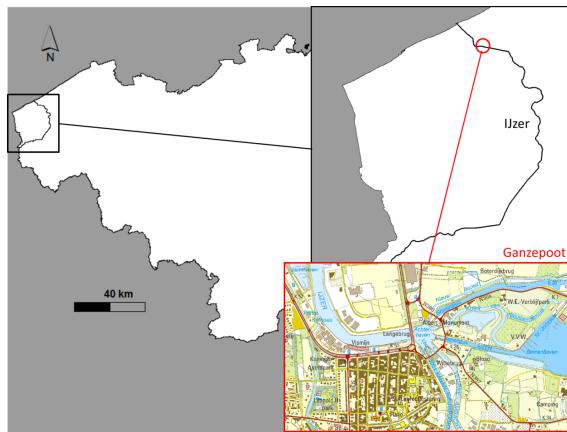
315 Dit rapport analyseert en rapporteert de impact van het aangepaste spuibehandeling in 2023 op vijf waterlopen:  
316 de IJzer, het KGO, het AKL, het LK en de NE. De bevindingen bieden belangrijke inzichten voor rivierbeheer-  
317 ders over het efficiënt en glasaalvriendelijk beheren van estuarine migratiebarrières.

## 318 2 MATERIAAL EN METHODEN

### 319 2.1 STUDIEGEBIED

#### 320 2.1.1 De Ganzepoot

321 Glasalmigratie werd bestudeerd aan de monding van de 76 km lange Ijzer, een bevaarbare rivier in zuid-  
 322 west Vlaanderen (Fig. 2.1) met een debiet dat in 2023 varieerde tussen  $-10.14 \text{ m}^3/\text{s}$  en  $89.98 \text{ m}^3/\text{s}$  (gemid-  
 323 deld  $13.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Het afvoerdebiet (hoge resolutie / waterinfo.be) van de Ijzer is beschikbaar van meetstation  
 324 Keiem (ca. 4.5 km stroomopwaarts van de spuisluizen). Het Ijzerbekken heeft een oppervlakte van  $1101 \text{ km}^2$   
 325 en bevindt zich voor 33 % in Frankrijk. Aan de Ijzermonding komen zes verschillende waterlopen samen in  
 326 een kunstmatig bekken, de Ganzepoot, op ca. 4 km van de zee (Fig. 2.1). Elke waterloop wordt afgesloten  
 327 door drie tot acht spuistuwen om de instroom van zout water te vermijden bij hoogwater. Op die manier  
 328 wordt de verzilting van de achterliggende landbouwgronden tegengegaan, het hinterland beschermd tegen  
 329 overstromingen en zijn sommige waterlopen bevaarbaar. Bij laag tij worden de spuinen geopend om overtol-  
 330 lig polderwater af te voeren en deze worden opnieuw gesloten wanneer het zeewaterniveau het peil van de  
 331 waterloop stroomopwaarts van het spuicomplex benadert. Het volume van de zoetwateruitstroom hangt af  
 332 van de buffercapaciteit nodig om overstromingen te vermijden op basis van de voorspelde watertoevoer  
 333 verder stroomopwaarts van het spuicomplex. Verschillende zoetwatervolumes worden dus gespuid ter  
 334 hoogte van de zes riviermondingen in functie van de (voorspelde) neerslag.



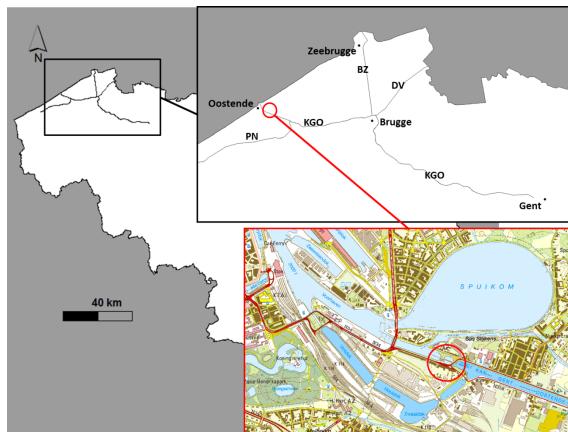
Figuur 2.1: Ligging van de spuiconstructies aan de Ganzepoot in de Ijzermonding

#### 335 2.1.2 Sas Slijkens

336 Het Kanaal Gent-Brugge wordt samen met het Kanaal Brugge-Oostende aangeduid als KGO. In Brugge  
 337 staat het Kanaal Brugge-Oostende in verbinding met het Kanaal Gent-Brugge, de Damse Vaart en het  
 338 Boudewijnkanaal van Brugge naar Zeebrugge. Tussen Oudenburg en Oostende sluit het Kanaal Brugge-  
 339 Oostende aan met het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort. Het KGO bevindt zich deels in het bekken van de  
 340 Brugse Polders en deels in het bekken van de Gentse kanalen. Stroomopwaarts van Brugge, ter hoogte van  
 341 Oostkamp, mondt onder andere de Rivierbeek uit in het KGO. 'Sas Slijkens' is de benaming voor de sluizen  
 342 of sassen die het Kanaal Brugge-Oostende met de voorhaven van Oostende en de Noordzee verbinden  
 343 (Fig. 2.2). Het Sas Slijkens bezit twee spuisluizen met dubbele schuiven van ongeveer 4 m breed. Er zijn  
 344 tevens vier spuikokers en een gronddam aanwezig. Debietmetingen in het KGO tussen Brugge en Oostende

|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/|||||/

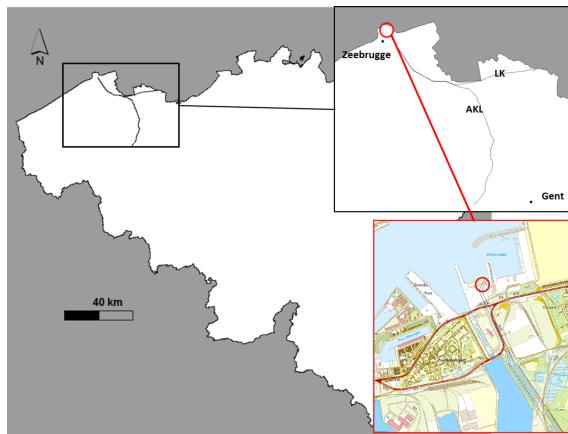
345 werden tot in 2020 gemeten en geregistreerd in Varsenare (Bron: HIC, Hydrologisch Informatie Centrum).  
346 Vanaf 2021 wordt het debiet gemeten in Oostkamp. Het gemiddelde debiet in Oostkamp in 2023 was 10.60  
347 m<sup>3</sup>/s, terwijl het debiet varieerde tussen -19.6 m<sup>3</sup>/s en 51.97 m<sup>3</sup>/s. Op het kanaal wordt in functie van de  
348 binnenvaartruimte getracht een constant peil na te streven van 3.94 mTAW.



Figuur 2.2: Situering van het KGO, de Ringvaart in Brugge, de Damse Vaart (DV), het Boudeijkkanaal (BZ) en het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort (PN). De locatie van de spuiconstructie 'Sas Slijkens' is rood omcirkeld (rechts onderaan).

### 349 2.1.3 Uitwatering Zeebrugge

350 Het Leopoldkanaal (LK) en het Afleidingskanaal van de Leie (AKL, ook Schipdonkkanaal genoemd) monden  
351 uit in een gemeenschappelijke constructie in de voorhaven van Zeebrugge (Fig. 2.3). Het LK loost in de  
352 Brugse voorhaven via een ondergrondse koker die afgesloten wordt door drie schuiven. Het gemiddelde  
353 debiet van het LK tijdens 2023 was 1.91 m<sup>3</sup>/s, met een minimum van -37.50 m<sup>3</sup>/s en een maximum van  
354 31.54 m<sup>3</sup>/s. Debietreeksen van het LK worden gemeten en geregistreerd in Damme (Bron: HIC, Hydrologisch  
355 Informatie Centrum). Het AKL loost in de Brugse voorhaven via twee ondergrondse kokers die elk afgesloten  
356 worden door drie schuiven. De beschikbare debietsgegevens van het AKL (minimumwaarde -1.92 m<sup>3</sup>/s,  
357 maximumwaarde 39.44 m<sup>3</sup>/s en gemiddelde waarde 1.68 m<sup>3</sup>/s) zijn afkomstig van Zomergem (HIC), een flink  
358 eind verder stroomopwaarts ten opzichte van de conductiviteitsmeetpunten van Zeebrugge, Ramskapelle  
359 en Moerkerke waardoor de door ons gemeten conductiviteit moeilijk in relatie te brengen is met deze  
360 debietwaarden.  
  
361 Steendam et al. (2019, intern rapport) stelden in het rapport 'Opvolging van de palingstand in het Leopold-  
362 kanaal als evaluatie van het aangepast spuibehoorbeheer in functie van een verbeterde glasaalmigratie  
363 (2018-2019)' dat de kansen om de palingdensiteit in het LK significanter op te krikken sterk onderbenut  
364 bleven omdat het aangepast spuibehoorbeheer in Zeebrugge (LK en AKL) veel beperkter werd toegepast  
365 in vergelijking met de andere waterlopen onder beheer van DVW (Kanaal Gent-Oostende, IJzer). Daarom  
366 werd in 2021 door DVW een poging gedaan om het aangepast spuibehoorbeheer in het LK op te krikken door  
367 de schuiven ook met afgaand tij open te laten staan. Via deze beheermaatregel kon er twee maal per  
368 24 u aangepast gespuid worden. Er werd voor het eerst glasaal binnen gelaten in het LK op 3 maart. De  
369 schuiven stonden vanaf 3 maart tot en met 9 maart doorlopend open. Dit veroorzaakte hoge zoutwaarden  
370 waardoor het alternatief spuibehoorbeheer vanaf 10 maart tot en met 18 maart tijdelijk stilgelegd werd. Vanaf  
371 19 maart werden de schuiven enkel nog overdag geopend – net zoals de voorbijgaande jaren. In 2022 en  
372 2023 werd er terug gespuid volgens de oude manier met enkel de schotten open overdag.



Figuur 2.3: Situering van het Afleidingskanaal van de Leie (AKL) en het Leopoldkanaal (LK). Rood omcirkeld is de spuiconstructie van deze kanalen in Zeebrugge.

### **2.1.4 Noordede**

373 De Blankenbergse Vaart en de Noordede zijn verbonden met elkaar en hebben een minimaal bodemverhang, waardoor stroming in beide richtingen mogelijk is. De Blankenbergse Vaart voert af naar de jachthaven van Blankenberge, terwijl de Noordede uitmondt in de achterhaven van Oostende. Beide waterlopen zorgen voor een gravitaire afwatering naar de Noordzee. Via de Noordede en het Maertensas wordt het water uit de polders afgevoerd naar de achterhaven van Oostende en vervolgens naar zee.

## **2.2 DATAVERZAMELING**

### **2.2.1 Conductiviteitsmetingen**

381 Conductiviteitsmetingen werden uitgevoerd met CTD Divers (SWS Technology) en/of 'HOBO U24 Fresh  
382 Water Conductivity Data Logger'. Aangezien zout water een hogere densiteit heeft, en dus zwaarder is  
383 dan zoet water, werden de divers in een metalen kooi een tiental centimeter boven de bodem bevestigd  
384 (Figuur 5). CTD-divers werden geplaatst op deze locaties: [link](#). Op basis van debietsgegevens (afkomstig van  
385 het Hydrologisch Informatie Centrum) kon de relatie tussen afvoer en conductiviteit opgevolgd worden.



Figuur 2.4: Monitorsconstructie voor het opvolgen van de conductiviteit (links) met behulp van HOBO U24 Fresh Water Conductivity Data Logger.

### 386 2.2.1.1 Ijzer

387 Omdat de kans op verzilting het grootst blijkt op de Ijzer (Intern Rapport INBO, 2019) werd besloten dat  
388 vanaf maart 2020 het netwerk van divers uitgebreid werd zodat de potentieel landinwaarts opschuivende  
389 zoutlens beter gemonitord kon worden en het alternatief spuibeheer tijdig kon worden stopgezet. Het  
390 eerste conductiviteitsmeetpunt bevond zich direct stroomopwaarts van de spuien, ter hoogte van de Ij-  
391 zermonde steiger. Het tweede meetpunt lag stroomopwaarts van het spaarbekken, ter hoogte van de  
392 Uniebrug. Het derde meetpunt lag ter hoogte van de Schoorbakkebrug, het vierde aan de staketsels van  
393 de vroegere Tervatebrug en het vijfde net stroomafwaarts van Diksmuide. Deze vijf locaties bevonden zich  
394 respectievelijk 0.2 km, 3.3 km, 7.3 km, 10.6 km en 17 km stroomopwaarts van de spuiconstructies in de  
395 Ijzer.

### 396 2.2.1.2 Kanaal Gent-Oostende

397 Het eerste conductiviteitsmeetpunt in het KGO bevond zich net stroomopwaarts van het Sas Slijkens, ter  
398 hoogte van een oude steiger langs de Oudenburgsesteenweg in Oostende. Het tweede meetpunt lag stroom-  
399 opwaarts van het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort, namelijk ter hoogte van het ‘Paddegat’ en het meest  
400 stroomopwaartse meetpunt bevond zich aan staketsels net stroomopwaarts van de brug over het kanaal  
401 in Nieuwege (bij Brugge). De drie meetpunten bevonden zich respectievelijk 0.9 km, 7.0 km en 13.3 km  
402 stroomopwaarts van Sas Slijkens.

### 403 2.2.1.3 Leopoldkanaal en Afleidingskanaal van de Leie

404 De conductiviteitsmeetpunten liggen parallel naast elkaar in het Leopoldkanaal en het Afleidingskanaal van  
405 de Leie. Het eerste meetpunt bevond zich net stroomopwaarts van het uitwateringscomplex van Zeebrugge  
406 ter hoogte van de spoorwegbrug. Het tweede meetpunt lag ter hoogte van de N376-brug in Ramskapelle  
407 en het derde meetpunt was gelegen aan de Middelburgsesteenweg in Moerkerke. Deze drie meetpunten  
408 bevonden zich respectievelijk 1.5, 5.5 en 13.0 km stroomopwaarts het uitwateringscomplex van Zeebrugge.  
409 De grenswaarden van 2.80 mS/cm en 0.87 mS/cm werden, in samenspraak met DVW, vastgelegd op basis  
410 van een data-analyse van de voorafgaande nulmeting waar de geleidbaarheid in beide kanalen permanent  
411 werd gemonitord in Ramskapelle tussen 16 mei 2013 en 3 februari 2014. Tijdens deze nulmeting werd  
412 een gemiddelde geleidbaarheid gemeten van 1.78 mS/cm in het LK en 0.76 mS/cm in het AKL. Voor de  
413 vastlegging van de grenswaarden werd er een veiligheidsmarge van 10 % ingebouwd waardoor de grens-  
414 waarden op respectievelijk 0.87 mS/cm voor AKL en 2.80 mS/cm voor het LK bepaald werden (m.a.w. tijdens  
415 de nulmetingen werd in 10 % van de metingen een geleidbaarheid hoger dan 2.80 µS/cm en 0.87 µS/cm  
416 opgemeten respectievelijk in het LK en het AKL).

### 417 2.2.1.4 Noordede

418 Op de Noordede wordt de conductiviteit gemeten aan Maertensas, de Blauwe Sluis en Clemensheule die  
419 op 1.0, 3.0 en 4.0 km stroomopwaarts van de spuiconstructie liggen.

## 420 2.2.2 Overzicht aangepast spuibeheer

421 In principe wordt er alternatief gespuid in functie van glasaalmigratie tussen 1 maart en 15 mei 2023 op  
422 de Ijzer, het Kanaal Gent-Oostende, het Leopoldkanaal, het Afleidingskanaal van de Leie en de Noordede.  
423 In praktijk kan en wordt er veel minder alternatief gespuid.

424 Er is een groot verschil in toepassing van het alternatief spuibeheer per waterloop. Dit heeft o.a. te maken  
425 met het feit dat de verschillende waterlopen een verschillend streefpeil (mTAW) hebben waardoor ook  
426 het tijdsvenster voor het toepassen van alternatief spuibeheer verschillend is. Een andere reden is dat  
427 bepaalde belangrijke uitwateringsconstructies zoals aan de Ijzer (Ganzepoot) permanent bemand zijn door  
428 binnenvaartbegeleiders die het beheer ook buiten de normale kantooruren kunnen toepassen (inclusief 's  
429 nachts), dit in tegenstelling tot de uitwateringsconstructies van het AKL en het LK. In 2021 werd geprobeerd  
430 om het aangepast spuibeheer in het LK op te krikken door de schuiven ook met afgaand tij open te laten

||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||||

431 staan. Via deze beheermaatregel kon er twee maal per 24 u aangepast gespuid worden. Dit veroorzaakte  
432 al snel hogere zoutwaarden waardoor het alternatief beheer tijdelijk moest stilgelegd worden. Naderhand  
433 werd het aangepast spuibeheer hervat volgens het oude protocol. Ook in 2023 werd het oude protocol  
434 gevolgd.

### 435 2.2.3 Inschatting van het effect op de intrek van glasaal

436 Op basis van de tijdregistratie van het **aangepast spuibeheer (AS)** van 2023 in combinatie met eerder  
437 verkregen inzichten in het aantal glasaal dat gebruik maakt van het AS om stroomopwaarts te migreren, kan  
438 een inschatting gemaakt worden van het aantal glasalen dat in 2023 stroomopwaarts heeft kunnen trekken  
439 door de spuiopeningen. Deze berekening werd gemaakt in het kader van het visserijovereenkomstrapport  
440 van 2023 in opdracht van ANB en alle beschrijvingen van de methodologie en resultaten zijn overgenomen  
441 van dit rapport ([Vandamme et al., 2024](#)). Voor het inschatten van het aantal glasalen dat per getijdencyclus  
442 stroomopwaarts migreert via de spuisluizen bij AS wordt gebruik gemaakt van volgende studies: De **Ijzer**  
443 thv Ganzepoot ([Mouton et al., 2010; Mouton et al., 2013](#)), het **Leopoldkanaal (LK)** thv de voorhaven van  
444 Zeebrugge ([Buysse et al., 2015b](#)), het **Afleidingskanaal van de Leie (AKL)** thv de voorhaven van Zeebrugge  
445 ([Buysse et al., 2015b](#)), Het **kanaal Gent-Oostende (KGO)** thv Sas Slijkens ([Buysse et al., 2012a](#)) en de  
446 **Noordede (NE)** thv Maertensas ([Vandamme et al., 2020](#)). Voor het perskanaal **Veurne-Ambacht (VA)** is  
447 jaarlijks het effectief aantal ingetrokken glasalen beschikbaar via de gegevens van de twee glasaal gotten  
448 die opgesteld staan bij het pompgemaal VA ([Vandamme et al., 2020](#)).

449 De berekening van het totaal aantal glasalen dat in een bepaald jaar door de spuiopeningen kan passeren  
450 tijdens de periode dat AS toegepast wordt, gebeurt door het gemiddeld aantal glasalen dat passeert per AS  
451 event te vermenigvuldigen met het aantal AS events per migratieseizoen (met uitzondering van VA waar  
452 het totaal aantal optrekende glasalen in de glasaalgoten in het betreffende jaar wordt weergegeven).

453 De berekening van het gemiddeld aantal intrekende glasalen per AS event gebeurde voor KGO, LK, AKL  
454 en NE door het gemiddeld aantal intrekende dieren te berekenen over de verschillende bemonsterings-  
455 momenten van de spuisluis tijdens het glasaalmigratieseizoen van 2012 (KGO), 2014 (LK & AKL), en 2019  
456 (NE). Voor berekening van het aantal intrekende glasalen per AS event aan de Ijzer werd gebruik gemaakt  
457 van het gemiddelde van de bemonsteringsdata uit twee onderzoeksjaren (2010 en 2013), waarbij alle data  
458 gebruikt werden waarbij één of twee spuien 20 cm geopend werden.

459 Door de beperkte data en grote onzekerheden mbt het aantal glasaal dat zich anmeldt thv de gesloten  
460 spuien (zowel wat betreft het verschil tussen de jaren alsook de schommelingen binnen 1 migratieseizoen),  
461 laten de resultaten van de studies van de Ijzer, LK, AKL, KGO en NE niet toe om een meer geavanceerde  
462 inschatting te maken op basis van variabelen zoals:

- 463 • Het aantal geopende binnenschuiven
- 464 • Het aantal geopende buitenschuiven
- 465 • De opening van de schuiven
- 466 • De duur van het AS event
- 467 • Het debiet
- 468 • Het waterpeil
- 469 • De watertemperatuur

470 *De meest recente studie van de Ijzer ([Mouton et al., 2013](#)) was relatief uitgebreid en beschouwde meerdere  
471 variabelen maar concludeerde ook hier dat de hoeveelheid glasalen die zich anmeldt te variabel is om  
472 de hoeveelheid glasalen die passeert eenduidig in te schatten. Het belang van het aantal dieren voor de  
473 schuiven kwam ook tot uiting bij de analyse van het effect dat het aantal open schuiven heeft: Op het  
474 eerste zicht bleek er geen effect te zijn van het aantal open schuiven, maar wanneer een onderscheid werd*

||||| vlaanderen.be/inbo

475 gemaakt tussen AS events met een grote versus kleine densiteit aan glasaal, bleek dat meer schuiven een  
476 significant effect had op het aantal glasalen dat passeert. Een meer informatief model zou daarom ofwel  
477 het aandeel glasalen dat succesvol passeert als respons moeten gebruiken of het aantal dieren voor de  
478 sluis meenemen als interactiefactor. De benodigde data is daarvoor echter niet vorhanden, noch is er een  
479 model beschikbaar dat inschat wat het aantal dieren zou zijn dat zich aanmeldt voor de schuiven op basis  
480 van beschikbare omgevingsdata zoals windrichting, neerslag en debiet. Voor het gemiddeld aantal glasaal  
481 per event werd gebruik gemaakt van het gemiddelde van de bemonsteringen in 2010 (1 schuif open op 10  
482 cm, lineair geëxtrapoleerd naar 2 schuiven open op 20 cm) ([Mouton et al., 2010](#)) en 2013 (gemiddeld aantal  
483 bij 2 schuiven open op 20 cm) ([Mouton et al., 2013](#)).

484 Door bovengemelde beperkingen blijft de huidige inschatting bijzonder ruw en dient deze met de nodige  
485 voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden.

### 486 3 RESULTATEN

#### 487 3.1 AANGEPAST SPUIBEHEER TER HOOGTE VAN DE 488 ZOUT-ZOETOVERGANGEN AAN DE BELGISCHE KUST EN 489 INGESCHAT EFFECT OP DE INTREK VAN GLASAAL

490 De inschattingen geven aan dat in **2023, 550.392 glasalen** voordeel hebben ondervonden van het aange-  
491 past spuibehoor tijdens hun stroomopwaartse migratie.

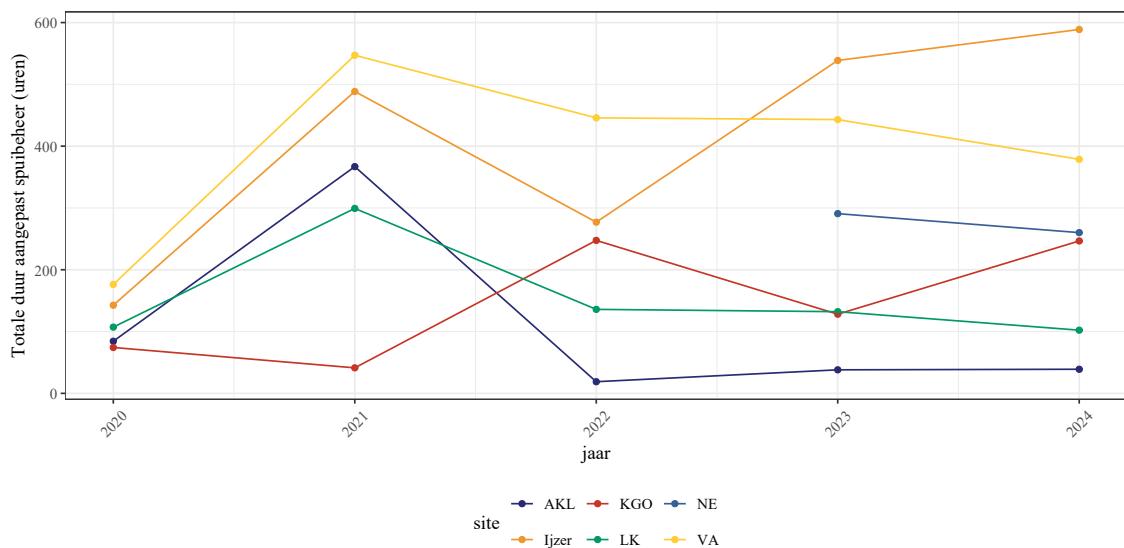
Tabel 3.1: 2023 beleidstabel voor het aangepast spuibehoor (AS) in het afleidingskanaal van de Leie (AKL), IJzer, kanaal Gent-Oostende (KGO), Leopoldkanaal (LK), Noordede (NE) en Veurne-Ambacht (VA) met inschatting van het aantal glasaal dat de betreffende sluizen kon passeren dankzij AS. \* Het verwachte aantal glasaal voor de studieperiode in VA geeft het totaal van 2023 weer en is niet dus gelinkt aan het aantal as events.

	AKL	Ijzer	KGO	LK	NE	VA
start AS	18-03-2023	09-03-2023	06-03-2023	01-03-2023	07-03-2023	02-03-2023
stop AS	03-05-2023	15-05-2023	05-05-2023	08-05-2023	15-05-2023	15-05-2023
periode (dagen)	46 days	67 days	60 days	68 days	69 days	74 days
# dagen effectief AS	6	60	32	22	64	74
# events AS tijdens periode	6	113	50	22	225	142
# events AS per dag	1.00	1.88	1.56	1.00	3.52	1.92
mediaan duur event AS (min)	368	275	160	375	45	185
mediaan duur AS per dag (min)	368	517	250	375	158	355
totale duur AS periode (min)	2285	32323	7685	7930	16190	26580
verwachte # glasaal per AS event	1350	2221	964	1350	612	NA
verwachte # glasaal periode	8102	250973	48210	29706	137711	75690*

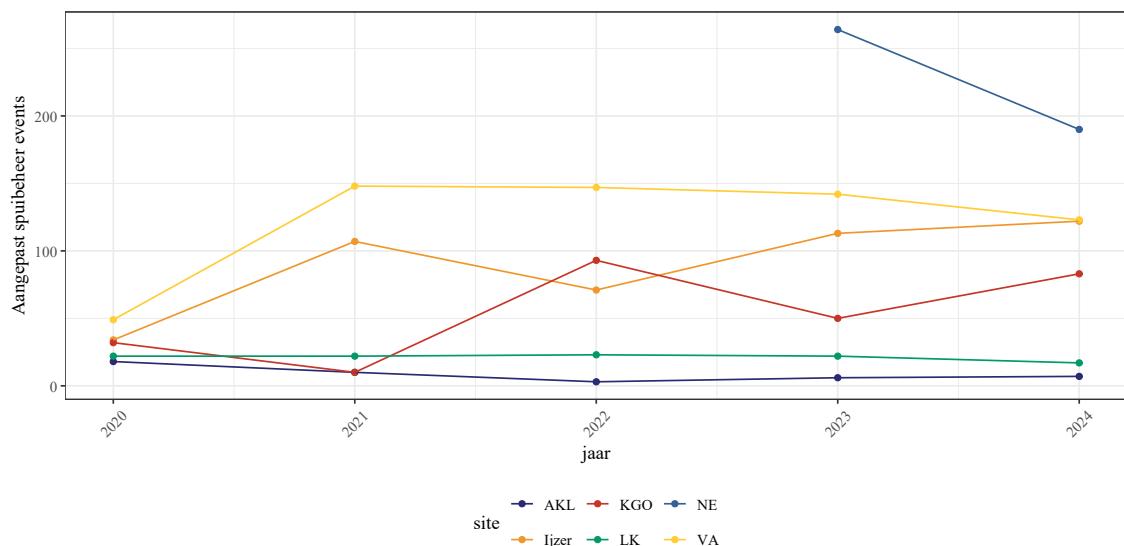
492 Doorheen de tijd observeren we een sterke variatie tussen en binnen waterlopen, zowel op het vlak van  
493 totale duur aangepast spuibehoor (Fig. 3.1) als het aantal events aangepast spuibehoor (Fig. 3.2).

494 In het AKL observeerden we een sterke piek in 2021 in de totale duur, maar niet in aantal events. Dit is het  
495 gevolg van het langdurig aansluitend openstaan van de schuiven in 2021 (dus niet enkel op de momenten  
496 relevant voor aangepast spuibehoor). Aangepast spuibehoor blijft het minst toegepast in het AKL. Een  
497 gelijkaardig patroon observeerden we in het LK waarbij de piek in totale duur eveneens het gevolg was van  
498 een aantal momenten dat de schuiven open bleven. Aangepast spuibehoor wordt wel minstens dubbel zo  
499 intensief uitgevoerd in het LK versus het AKL. In het KGO zien we een stijging vanaf 2021 in zowel aantal  
500 events als totale duur van het aangepast spuibehoor. In 2023 ligt het aantal events aanzienlijk hoger dan  
501 in het LK maar de totale duur is gelijkaardig. Events duren inderdaad aanzienlijk langer in het LK dan in het  
502 KGO. Met uitzondering van een dip in 2022 zien we voor de Ijzer een stijging in zowel de totale duur als  
503 het aantal events aangepast spuibehoor. In 2023 blijft het aantal events in de Ijzer lager dan in VA, maar de  
504 totale duur is wel groter doordat events langer duren.





Figuur 3.1: Totale duur aangepast spuibehandeling (uren) per jaar en waterlichaam.



Figuur 3.2: Aantal events aangepast spuibehandeling per jaar en waterlichaam.

## 3.2 OPVOLGING VAN SALINITEIT, TEMPERATUUR, AFVOER EN NEERSLAG IN RELATIE TOT HET AANGEPAST SPUIBEHANDELING

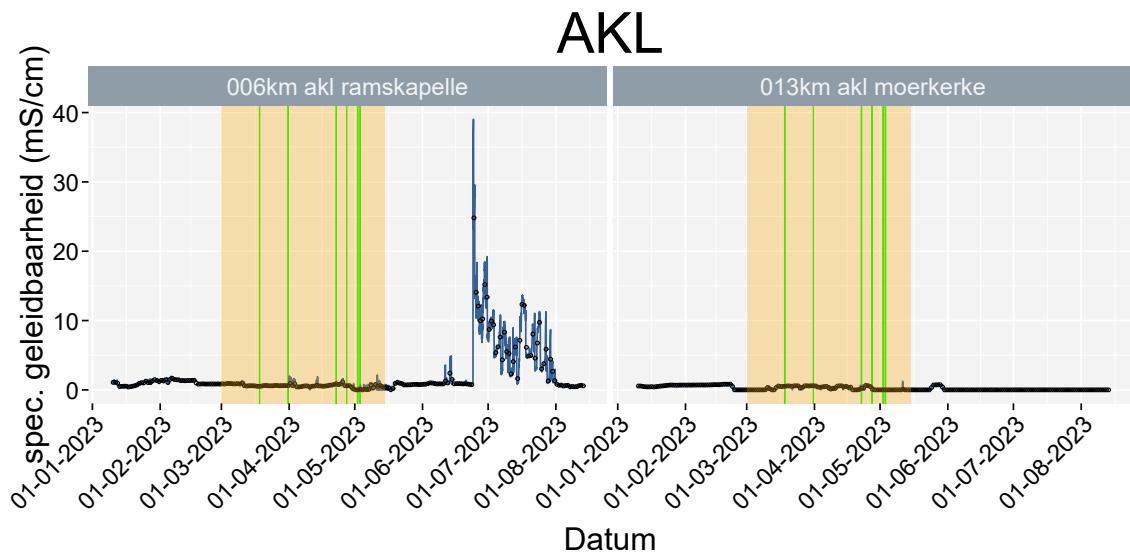
### 3.2.1 Uitwateringscomplex Zeebrugge

#### 3.2.1.1 Afleidingskanaal van de Leie

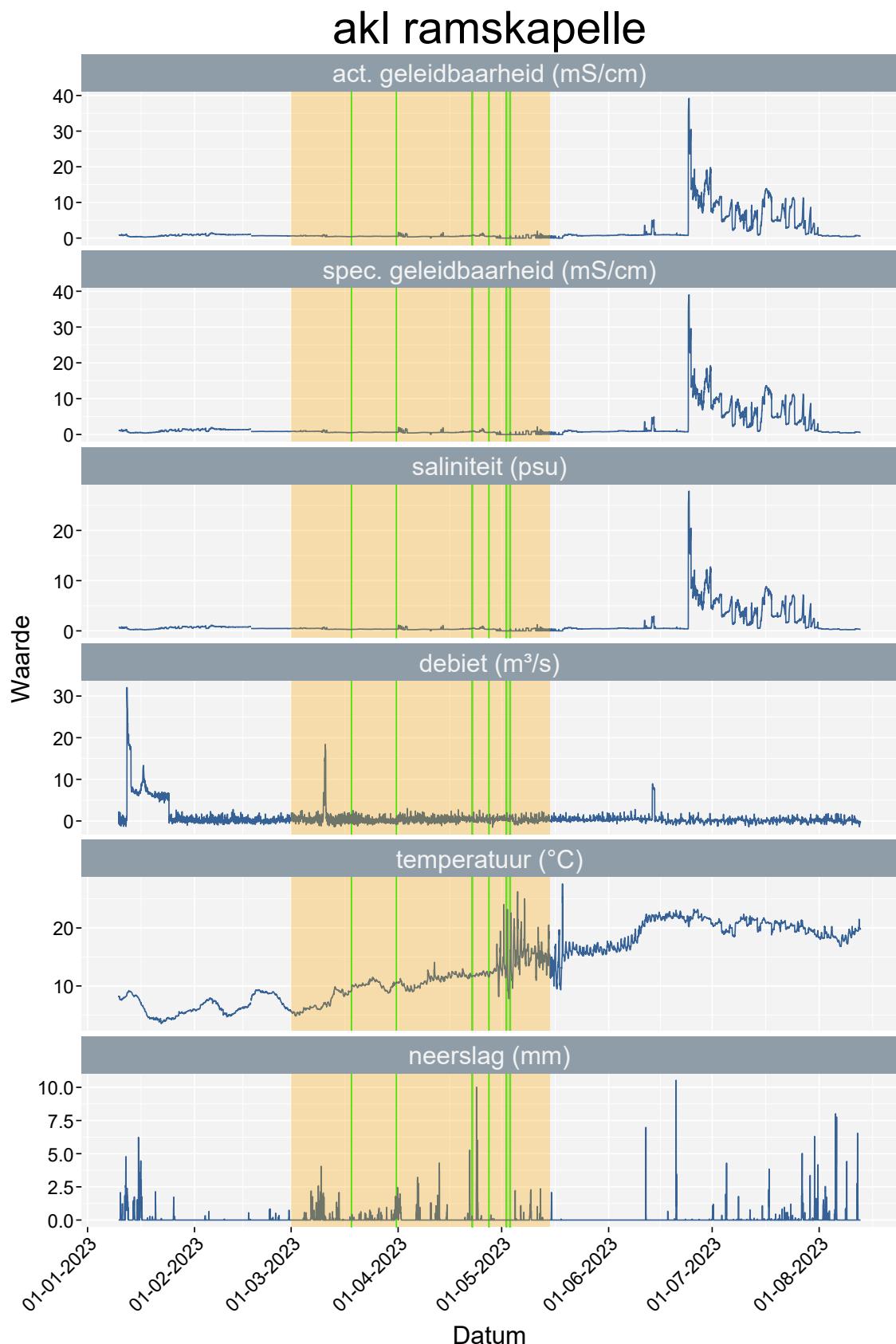
In 2023 werd er in het AKL maar op zes dagen aan aangepast spuibehandeling gedaan. Dit is een verdubbeling van het aantal dagen in 2022 maar nog steeds veel minder dan de 29 dagen in 2021. In totaal stonden de sluizen 38 uur open (in 2022 was dit echter wel maar 19 uur en in 2021 was dit 464 uur). Wegens het beperkt aantal uren spuibehandeling op het AKL in 2023, kan het **aangepast spuibehandeling geen wezenlijke invloed hebben op de geleidbaarheid dit jaar** thv Ramskapelle en Moerkerke. Ondanks het feit dat de limietwaarde één maal in Moerkerke en meerdere malen in Ramskapelle werd overschreden tijdens de periode van aangepast spuibehandeling, leken deze overschrijdingen niet per se te volgen op momenten van aangepast



516 spuibeheer. In de zomer en het najaar worden hogere waarden voor de geleidbaarheid geobserveerd  
517 waarbij de limietwaarde meerdere keren wordt overschreden (Fig. 3.3). Linken met debiet of neerslag lijken  
518 er niet te zijn (Fig. 3.4).



Figuur 3.3: Verloop van de specifieke geleidbaarheid (mS/cm) in het AKL. De daggemiddelen worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.



Figuur 3.4: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het afleidingskanaal van de Leie (AKL) ter hoogte van Ramskapelle (5.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Zomergem en neerslag ter hoogte van Dudzele in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 20 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

### 519 3.2.1.2 Leopoldkanaal

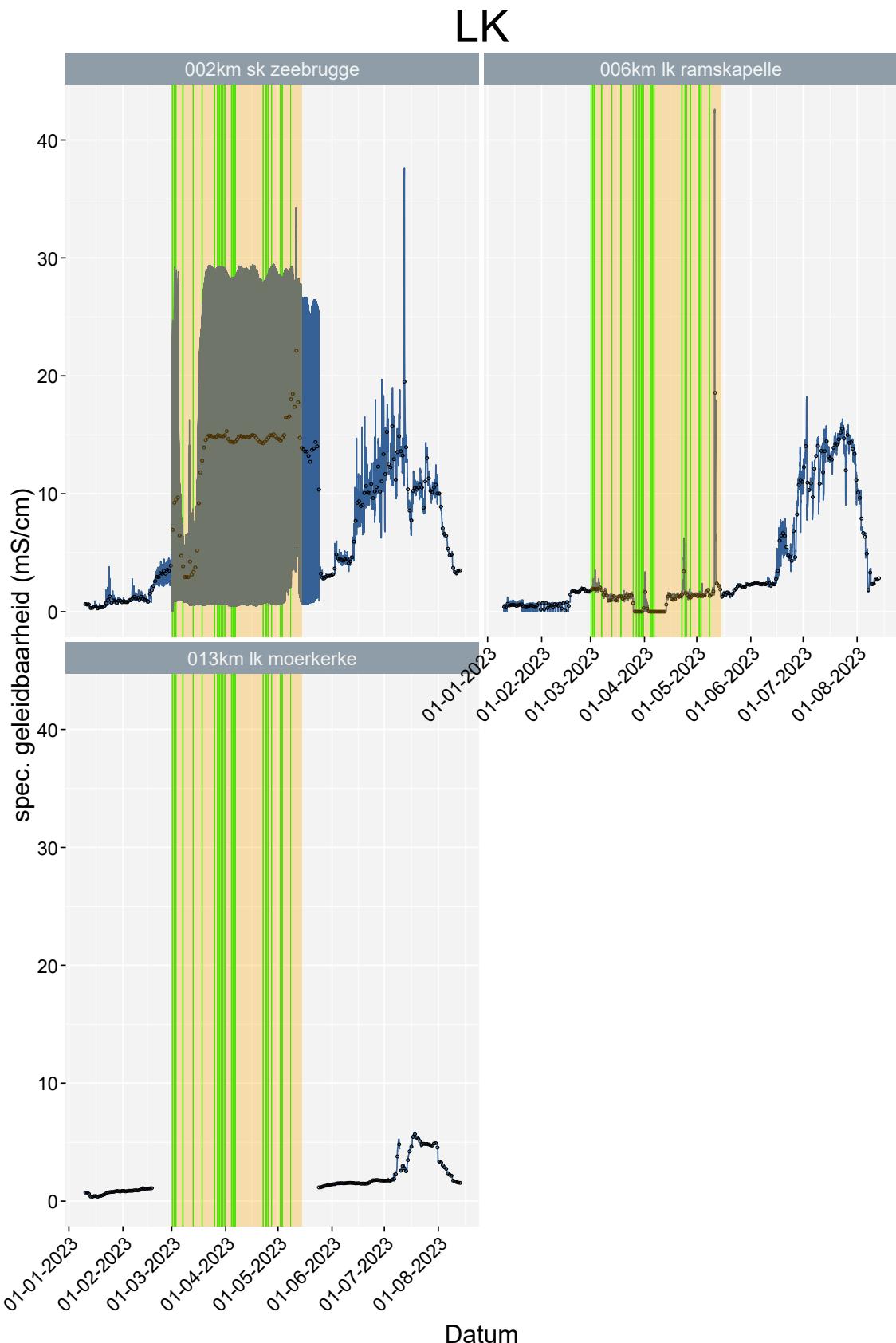
520 In totaal werd er in 2023 132 uur aangepast gespuid wat vergelijkbaar is met het beheer van 2022 (136  
521 uur). Het aantal dagen dat omgekeerd spuibeheer werd toegepast in 2023 is gelijkaardig aan het aantal  
522 dagen aangepast spuibeheer in 2021, maar de totale duur dat aangepast spuibeheer werd uitgevoerd is  
523 meer dan gehalveerd door het terug toepassen van het oude systeem met enkel overdag spuien. Dit jaar  
524 werd er voor het eerst glasaal binnengelaten op 1 maart (2 maart in 2022).

525 Net stroomopwaarts van de spuischuiven ter hoogte van **Zeebrugge resulteert de toepassing van het**  
526 **alternatief spuibeheer in een over het algemeen sterk verhoogd maar tevens zeer variabel zoutgehalte**  
527 (Fig. 3.5 en 3.6). De geleidbaarheid daalt echter snel terug na het beëindigen van het alternatief spuibeheer.  
528 De droge zomer leidde tot een verminderde afvoer en veroorzaakte, net als in 2022, een tweede verhoging  
529 in de zomer en het najaar. Wanneer het daggemiddelde van de geleidbaarheid wordt vergeleken met de  
530 metingen per kwartier, blijkt wel dat de variabiliteit in de periode van het aangepast spuibeheer veel groter  
531 is dan tijdens de zomer. **Ter hoogte van Ramskapelle en verder stroomopwaarts lijkt, net als voor het AKL,**  
532 **de geleidbaarheid weinig tot niet beïnvloed door het aangepast spuibeheer** (Fig. 3.5 en 3.7).

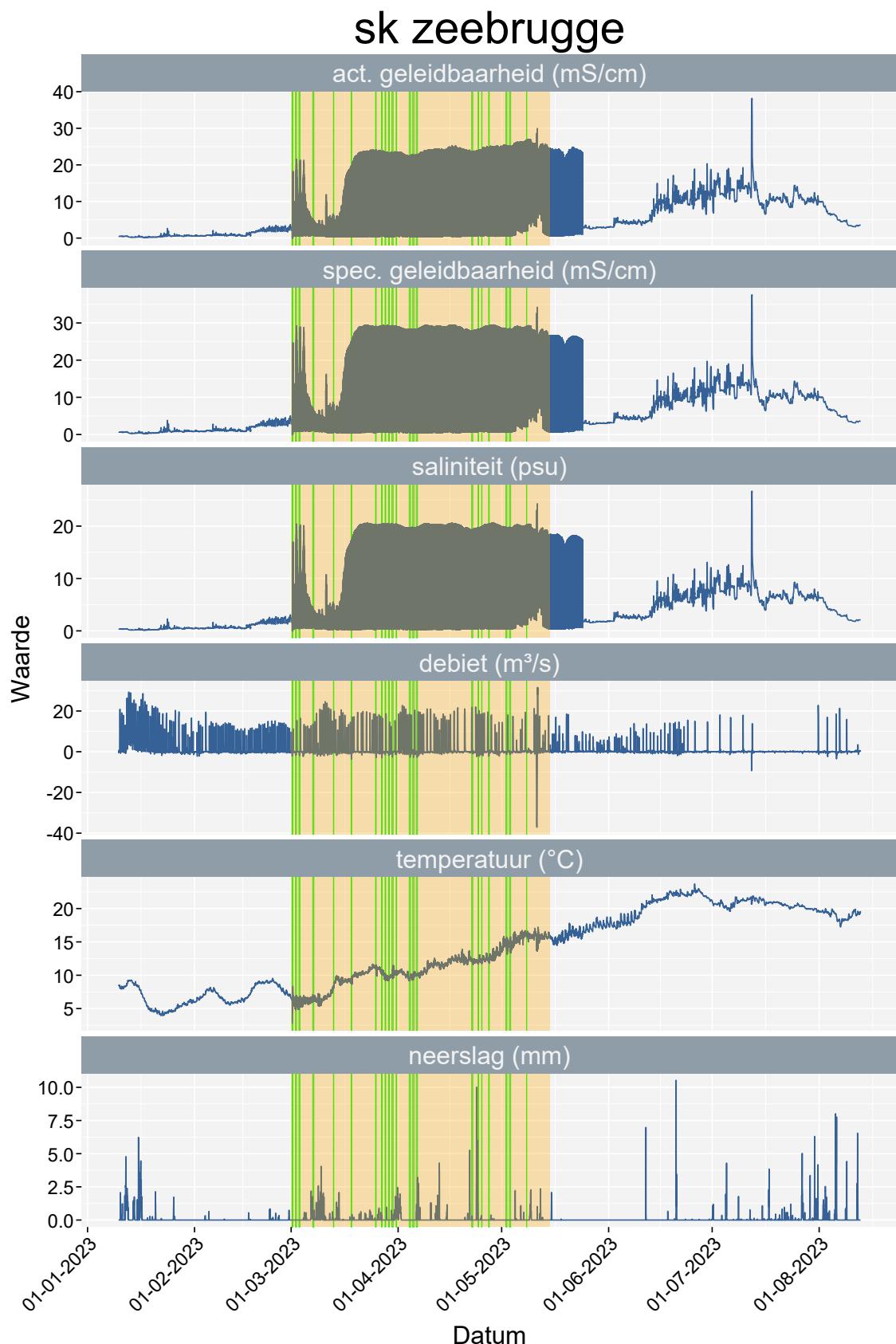
533 Terwijl in 2021 en 2022 in Ramskapelle hetzelfde patroon als in Zeebrugge werd waargenomen (i.e., een  
534 sterke stijging van het zoutgehalte bij de start van het alternatief spuibeheer en een snelle daling net  
535 boven de zoetwatergrens bij stopzetting van het alternatief spuibeheer), blijft in 2023 de stijging van het  
536 zoutgehalte beperkt tijdens het aangepast spuibeheer. Dit is onverwacht omdat in 2022 een gelijkaardig  
537 aangepast spuibeheer is uitgevoerd. Er kan gesteld worden dat in 2021 en 2022 de effecten van het  
538 aangepast spuibeheer voelbaar waren tot in Ramskapelle, maar in 2023 bleken deze effecten beperkt tot  
539 Zeebrugge. Wat hiervan de oorzaak kan zijn is niet duidelijk. De afvoer en neerslag lijken op het eerste zicht  
540 niet beduidend verschillend voor de drie jaren. De meer uitgesproken stijging in de zomer wordt echter wel  
541 teruggevonden voor zowel 2021, 2022 als 2023. Een eenmalige piek in geleidbaarheid tijdens de periode  
542 van aangepast spuibeheer lijkt veroorzaakt door een plotse binnenstroom van zout water (i.e. negatieve  
543 debietswaarde) dat niet als aangepast spuibeheer werd aangeduid door de waterbeheerder (Fig. 3.7).

544 Voor Moerkerke en Oostkamp (Brugge) was er door problemen met de logger geen data vorhanden  
545 tijdens de periode van het aangepast spuibeheer.

546 ## NULL

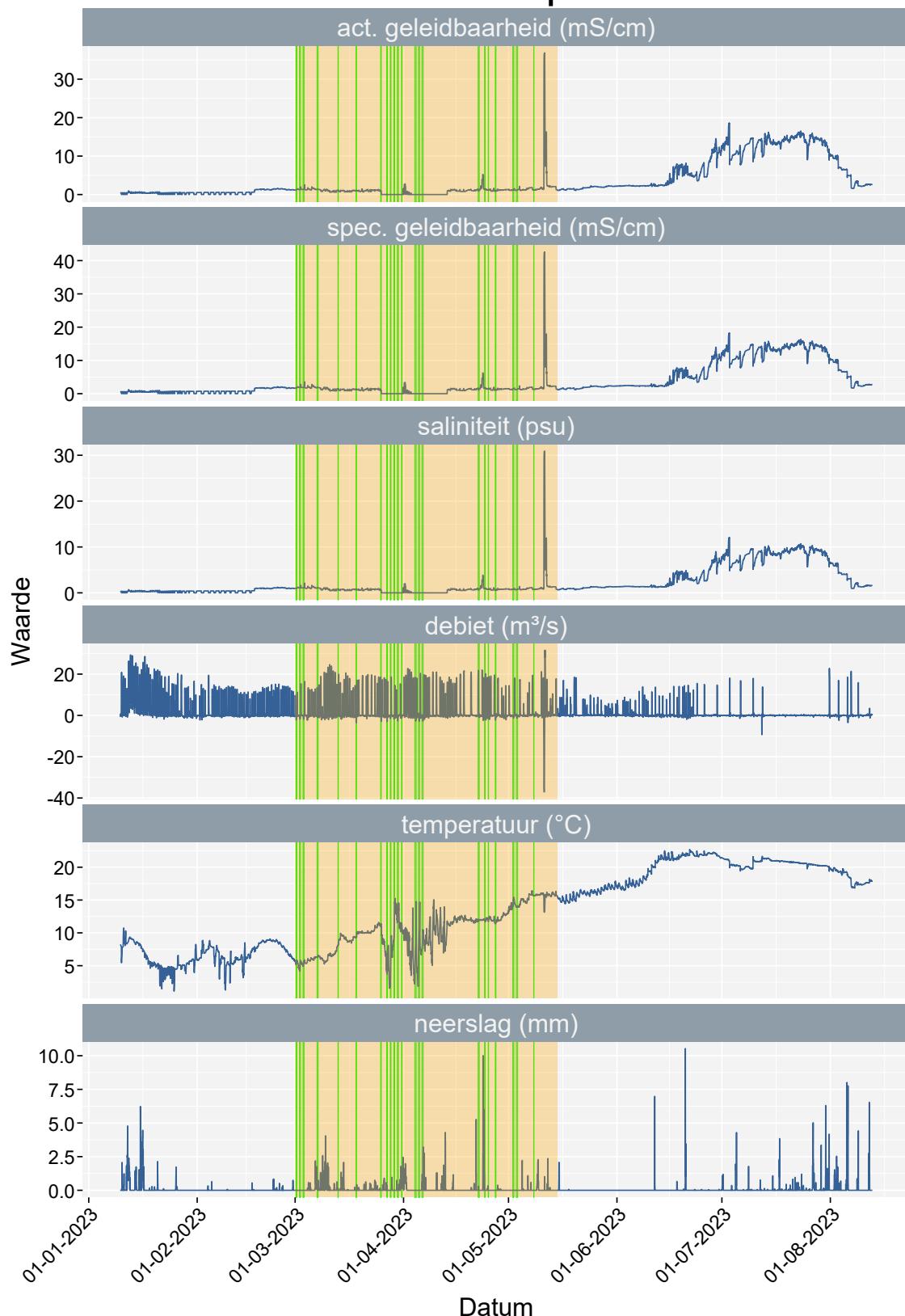


Figuur 3.5: Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in het LK. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibheer weer.



Figuur 3.6: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het Leopoldkanaal (LK) ter hoogte van Zeebrugge (1.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

## Lk ramskapelle



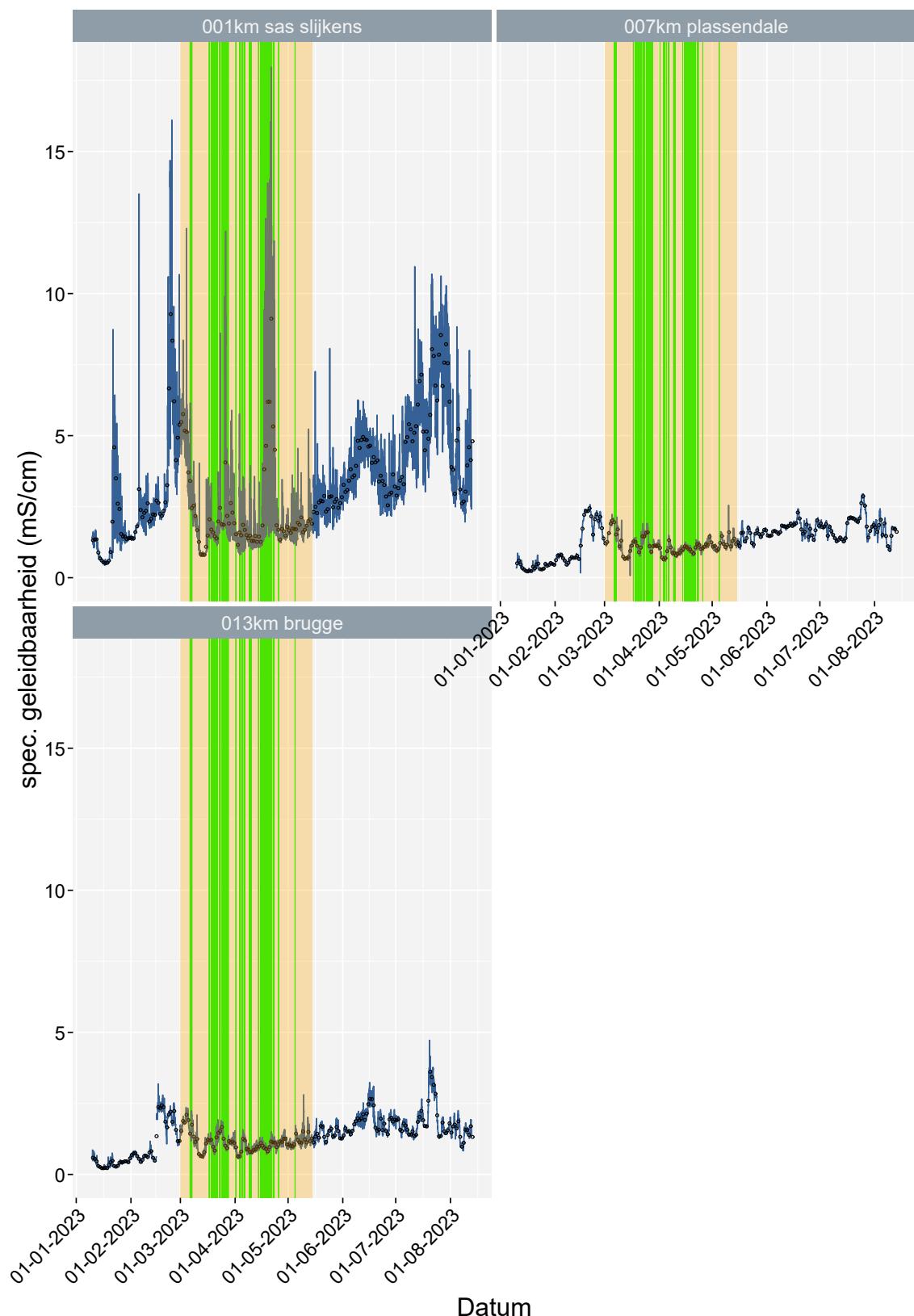
Figuur 3.7: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het Leopoldkanaal (LK) ter hoogte van Ramskapelle (5.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 24 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

### 3.2.2 Kanaal Gent-Oostende

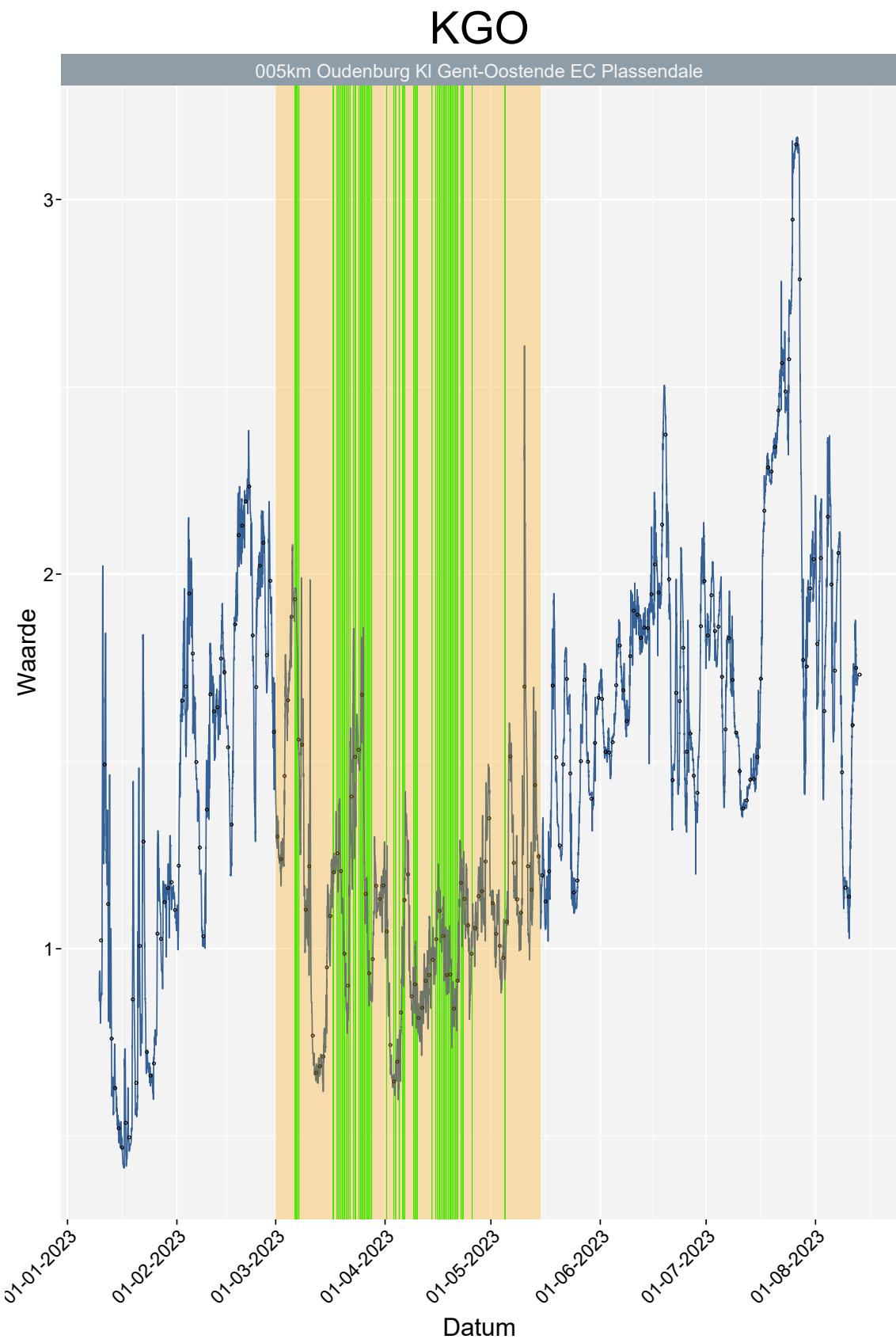
In het KGO werd er glasaal binnen gelaten vanaf 6 maart tot 5 mei. Het aangepast spuibehoor duurde in totaal 7685 minuten wat slechts iets meer is dan de helft van de duur van 2022 (14700 minuten). In 2021 werd er echter slechts 3240 minuten aangepast spuibehoor uitgevoerd. Net als in 2022 doen er zich ter hoogte van Sas Slijkens al pieken voor nog voor de aanvang van het aangepast spuibehoor (Fig. 3.8 en 3.10). Pieken tijdens het aangepast spuibehoor lijken wel overeen te komen met momenten van intensiever aangepast spuibehoor, maar dit kan niet sluitend gelinkt worden aan het aangepast spuibehoor. Ter hoogte van Plassendale (Fig. 3.11) en Brugge (Fig. 3.12) lijken dezelfde trends zich min of meer voor te doen maar met veel minder uitgesproken pieken. Het feit dat de pieken in geleidbaarheid optreden nog voordat de periode van aangepast spuibehoor begint, en dat deze pieken tot relatief diep in het binnenland worden waargenomen, suggereert dat er **geen verband is tussen de waargenomen geleidbaarheid en het aangepaste spuibehoor in het KGO.**

## KGO

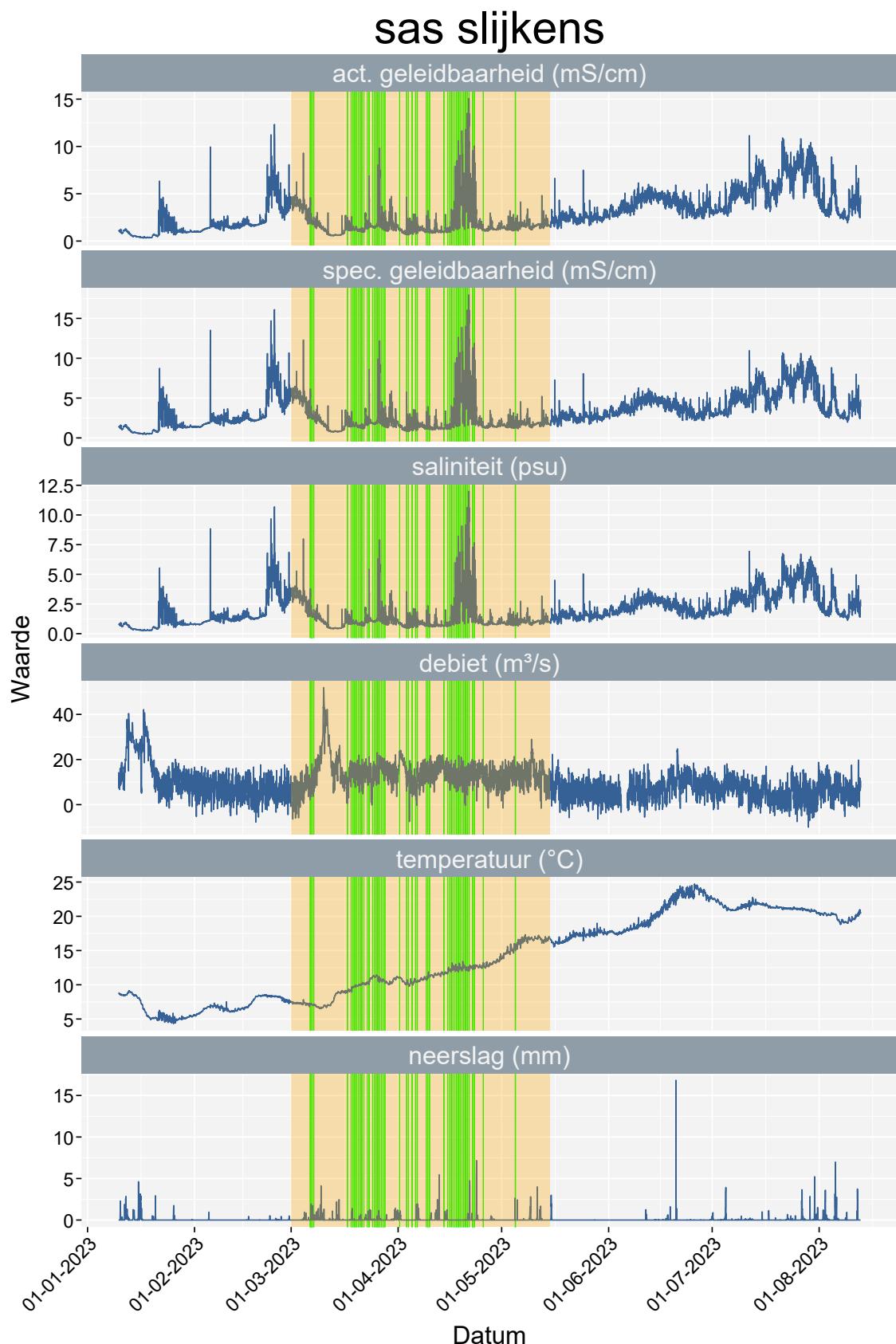


Figuur 3.8: Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in het KGO. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibheer weer.

# ONTWERP



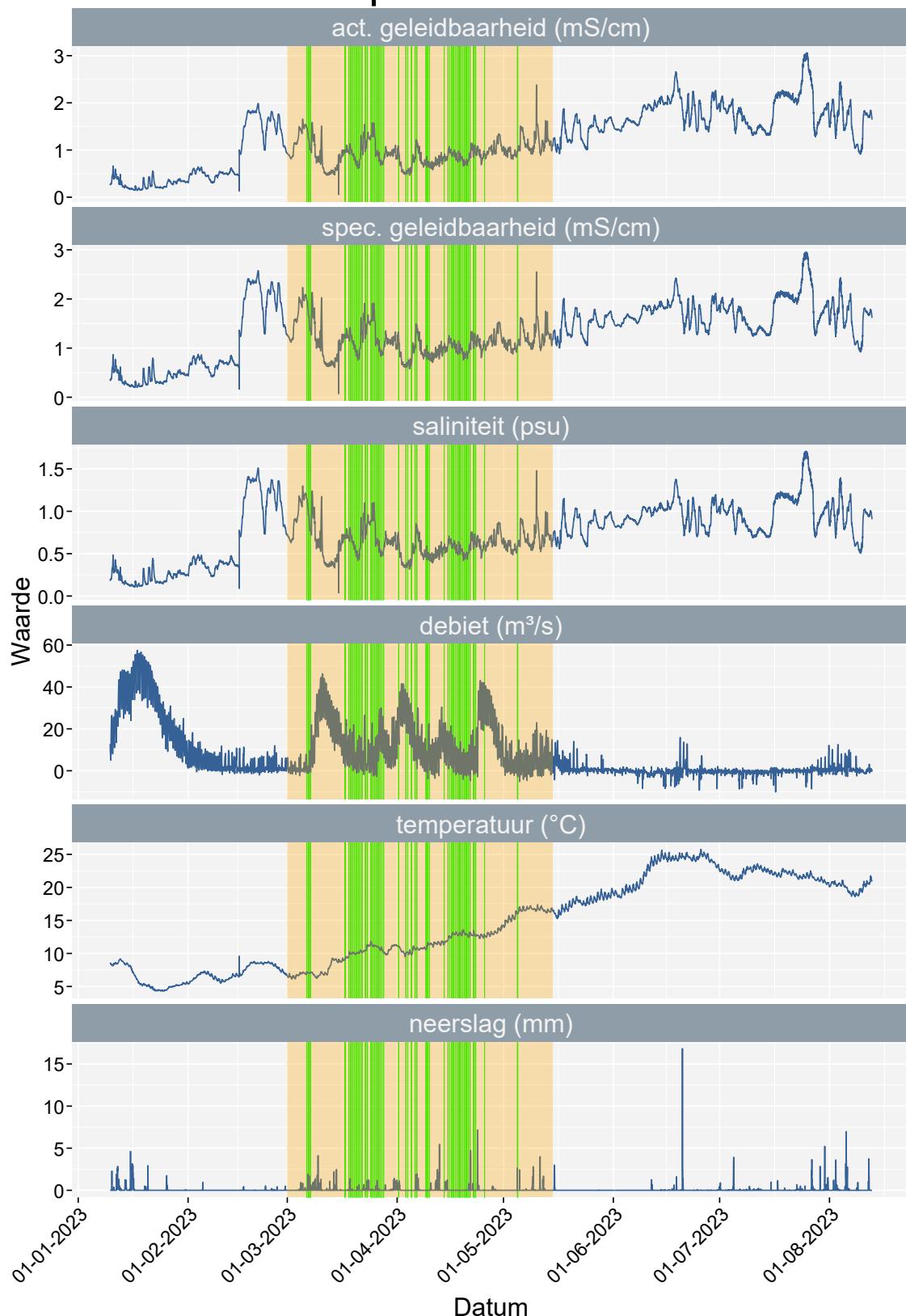
Figuur 3.9: Verloop van de VMM-metingen van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in het KGO. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.



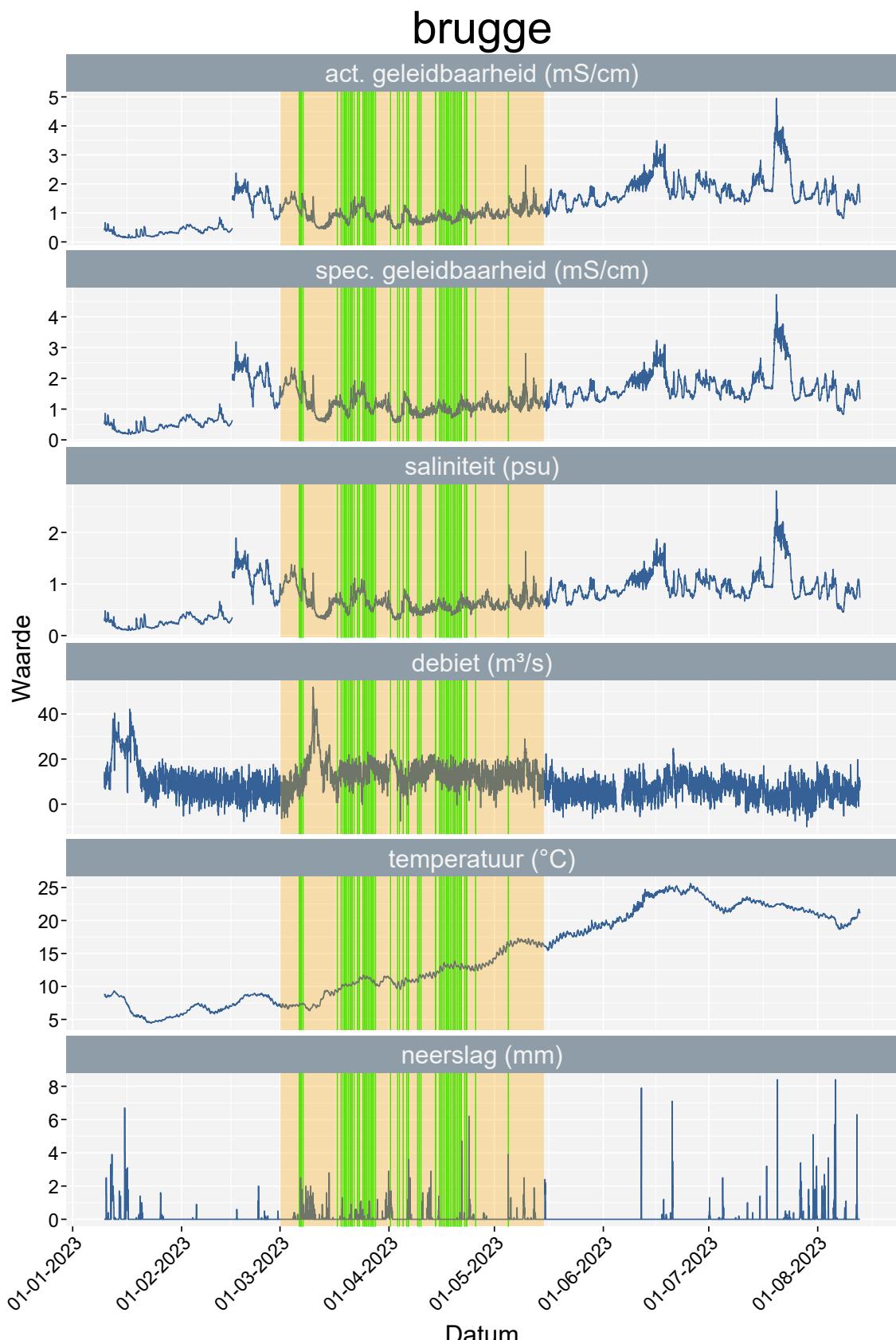
Figuur 3.10: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het kanaal Gent-Oostende (KGO) ter hoogte van sas Slijkens (0.9 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemsskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

||||| Pagina 28 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

## plassendale



Figuur 3.11: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het kanaal Gent-Oostende (KGO) ter hoogte van Plassendale (7.0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemsskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

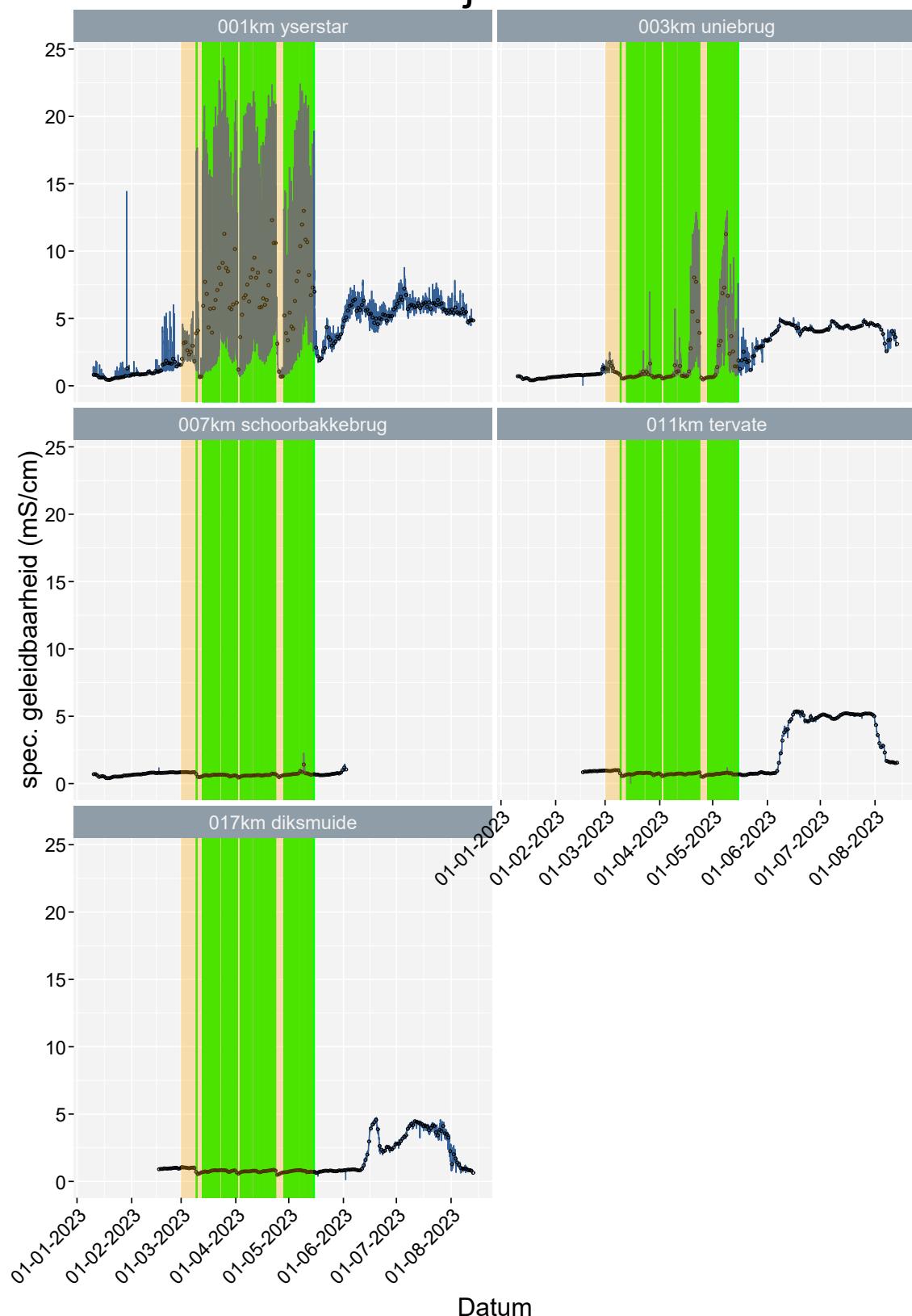


Figuur 3.12: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), salinititeit (psu) en temperatuur (°C) in het kanaal Gent-Oostende (KGO) ter hoogte van Oostkamp (13.3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

### 559 3.2.3 Ijzer

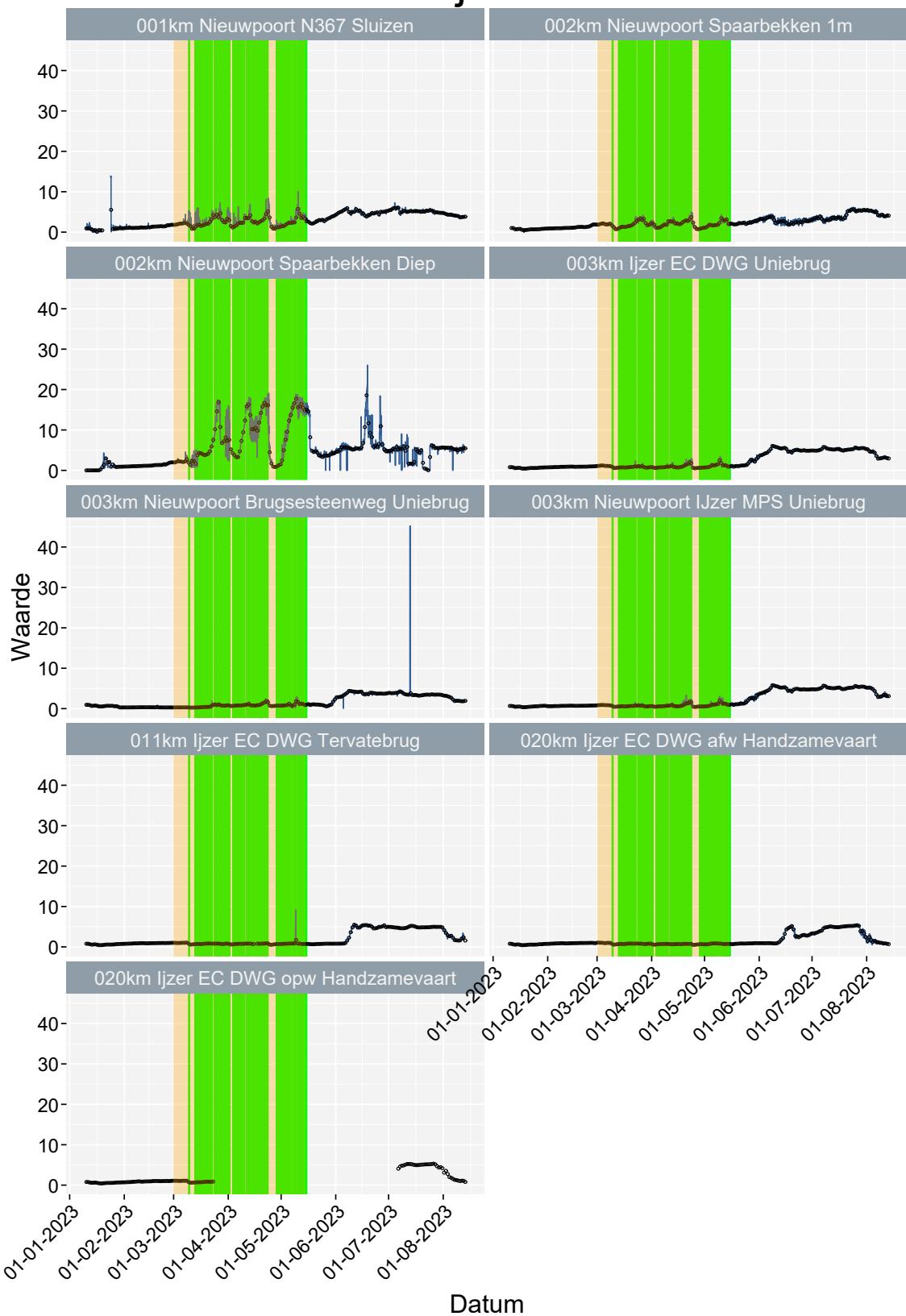
560 In 2023 werd er in totaal 536 uren aangepast spuibehoor toegepast in de IJzer. Dit is meer dan in 2021  
561 (489 uren) en 2022 (276 uren). In de IJzer is er net als voor het KGO een **sterke variabiliteit dicht bij**  
562 **de spuischuiven** (Fig. 3.13 en 3.15). De hoge waarden komen duidelijk **overeen met de periodes van**  
563 **het aangepast spuibehoor**. Bovendien ligt de geleidbaarheid aanzienlijk hoger dan in 2021 en 2022 wat  
564 hoogstwaarschijnlijk het gevolg is van het lagere aantal uren aangepast spuibehoor dat er werd uitgevoerd  
565 toen. In 2023 werd de brakwatergrens van 20 mS/cm meermaals overschreden, wat in 2021 en 2022 niet  
566 het geval was. In 2023 waren er twee momenten waarop er minder aan aangepast spuibehoor werd gedaan  
567 en op deze momenten lijkt er zich een daling van de geleidbaarheid voor te doen. De twee laatste pieken  
568 tijdens het AS lijken **ook nog ter hoogte van de Uniebrug voelbaar** (Fig. 3.16), maar ter hoogte van de  
569 Schoorbakkebrug (Fig. 3.17) en Tervate (Fig. 3.18) blijft enig effect door het aangepast spuibehoor uit. De  
570 laatste piek ter hoogte van de Uniebrug zet zich wel aanzienlijk later in dan de her-aanvatting van het  
571 aangepast spuibehoor (waarmee de piek ter hoogte van de spuischuiven wel direct overeenkomt) (Fig.  
572 3.16). Waar ter hoogte van de spuischuiven het effect van het aangepast spuibehoor dus direct meetbaar  
573 is (Fig. 3.15), blijkt dit verder landinwaarts pas na een zekere tijd meetbaar (Fig. 3.16). Het effect van de  
574 **zomerse droogte blijft wel ver stroomopwaarts voelbaar**. Inderdaad, de geleidbaarheid in de zomer lijkt  
575 sterk gelinkt aan de hoeveelheid neerslag. De zomers van 2021 en 2023 waren immers eerder nat terwijl  
576 die van 2022 zeer droog was en dit lijkt zich ook de vertalen in de relatief hoge geleidbaarheid in de zomer  
577 van 2022.

## Ijzer



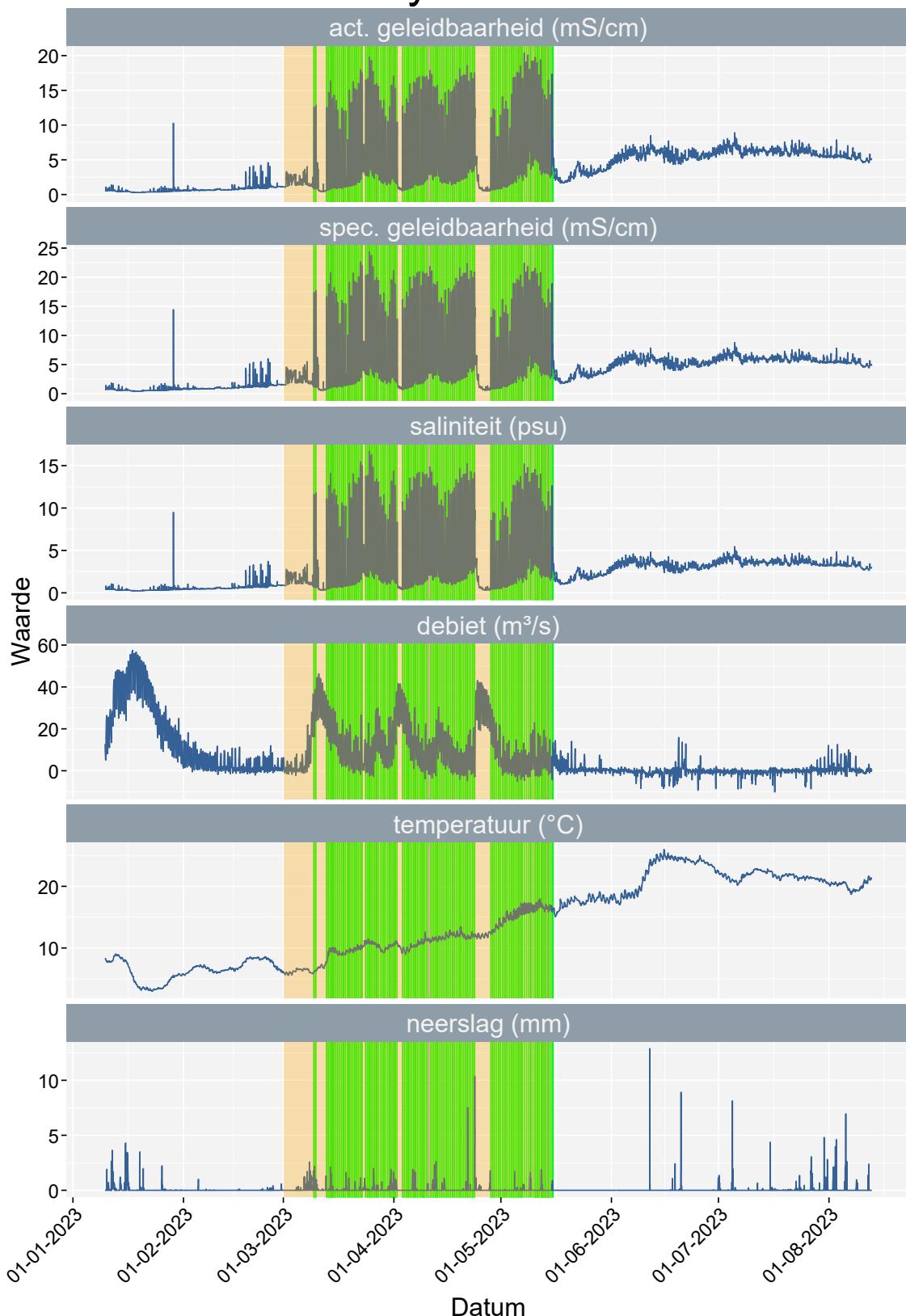
Figuur 3.13: Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de IJzer. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

## Ijzer



Figuur 3.14: Verloop van de VMM-metingen van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de Ijzer. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

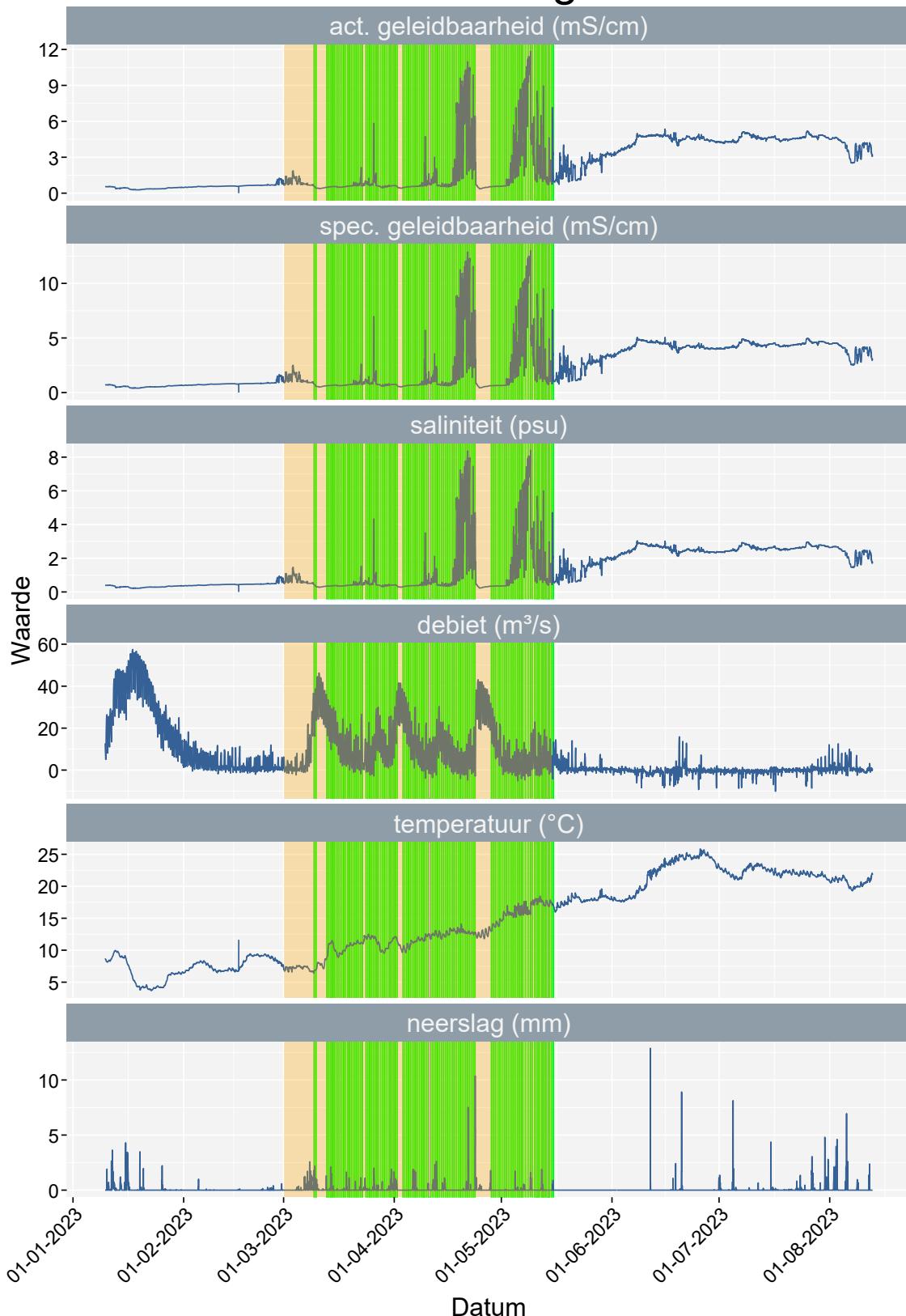
# yserstar



Figuur 3.15: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van de Ijzermondesteiger (0,2 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehuur weer.

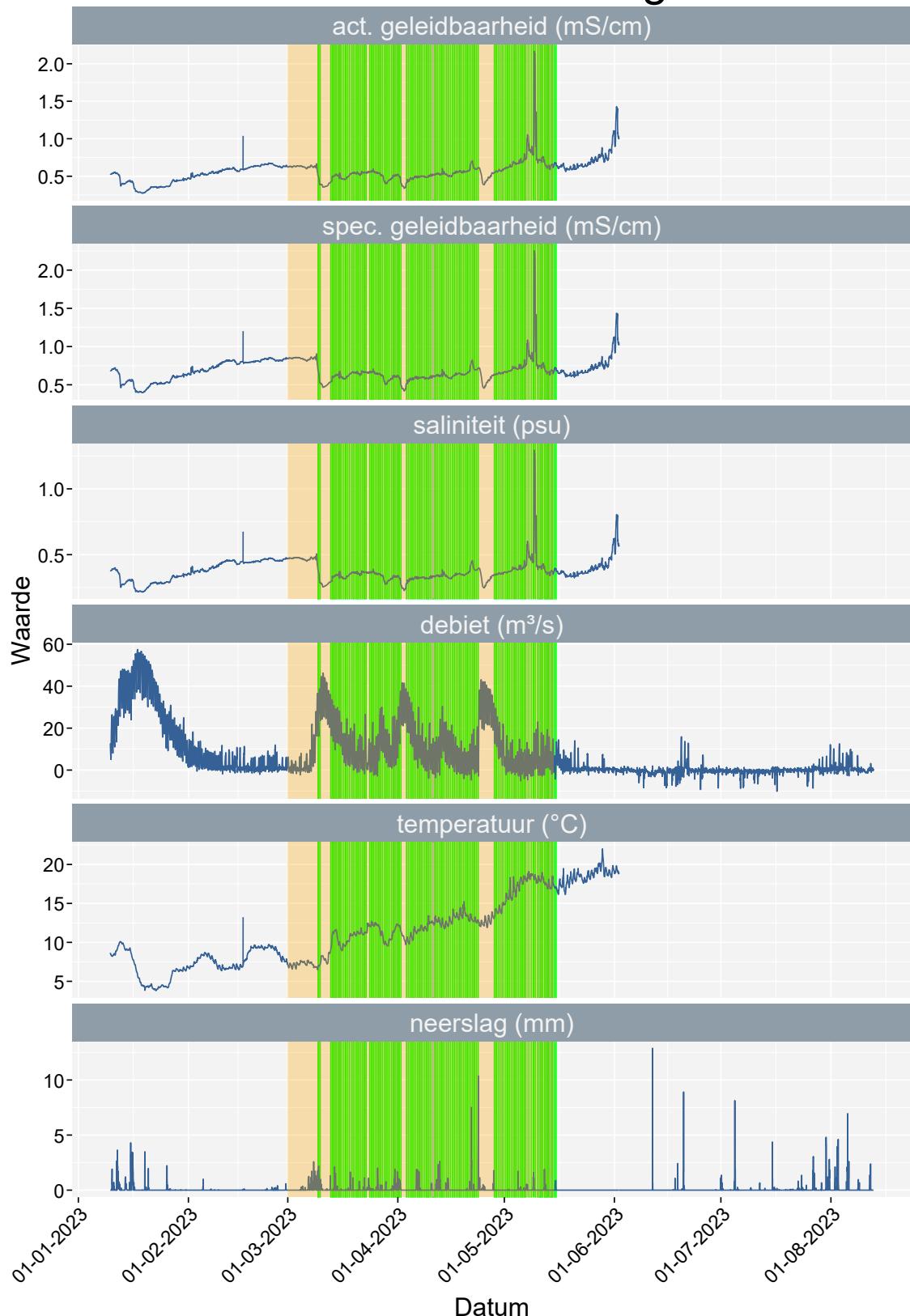
||||| Pagina 34 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

## uniebrug



Figuur 3.16: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van de Uniebrug (3,3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehuur weer.

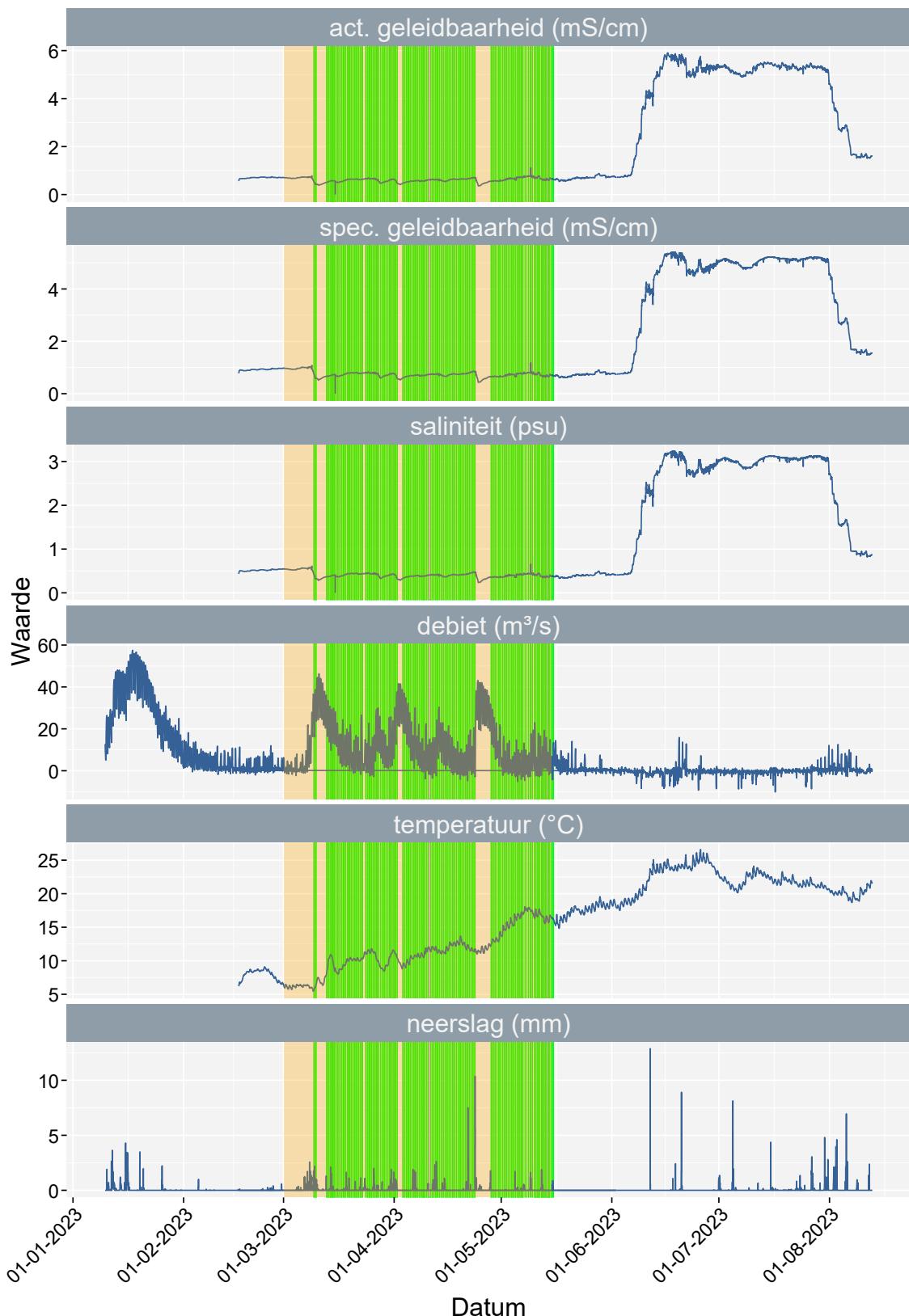
## schoorbakkebrug



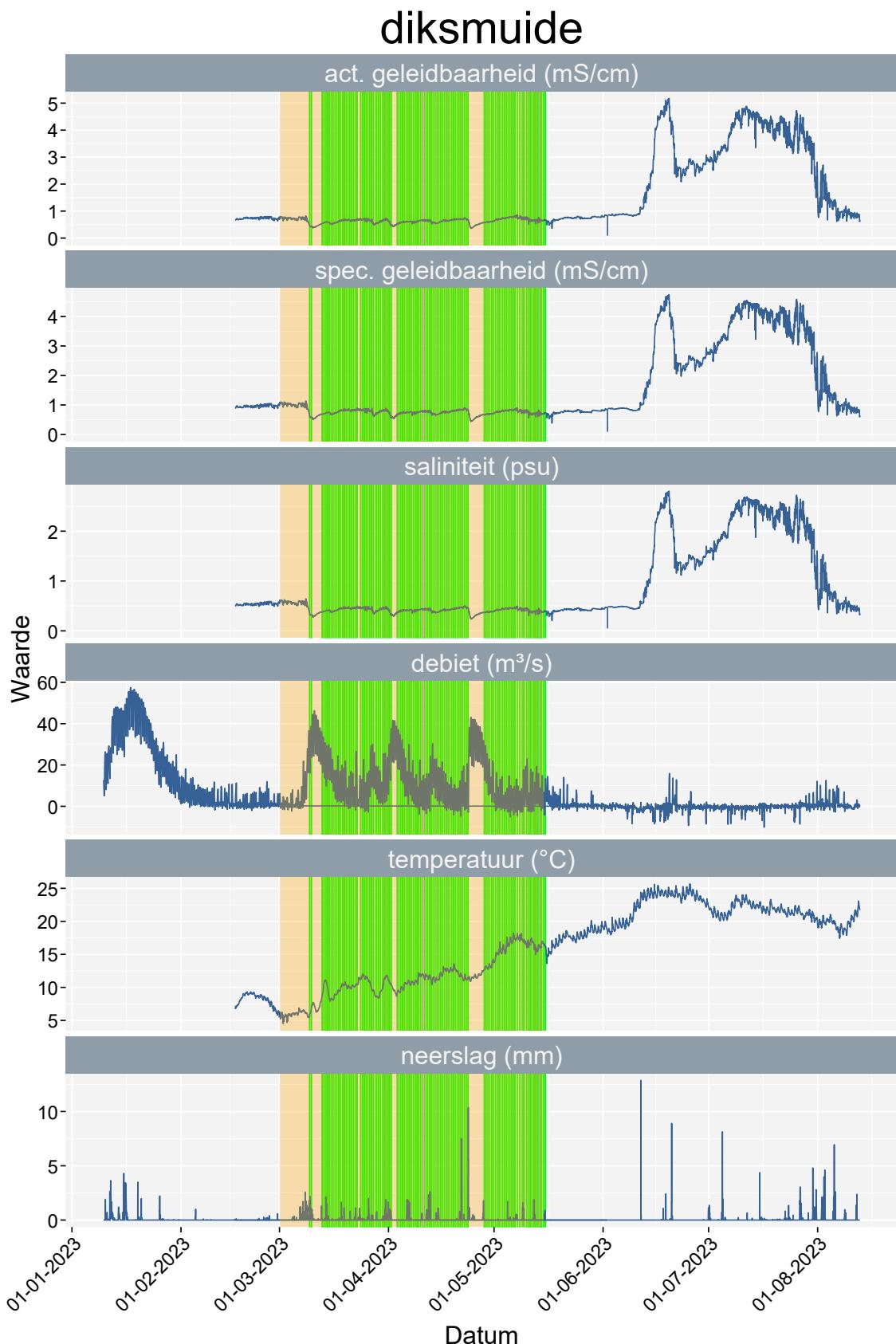
Figuur 3.17: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van de Schoorbakkebrug (7,3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

||||| Pagina 36 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

## tervate



Figuur 3.18: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de IJzer ter hoogte van Tervate (10,6 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.



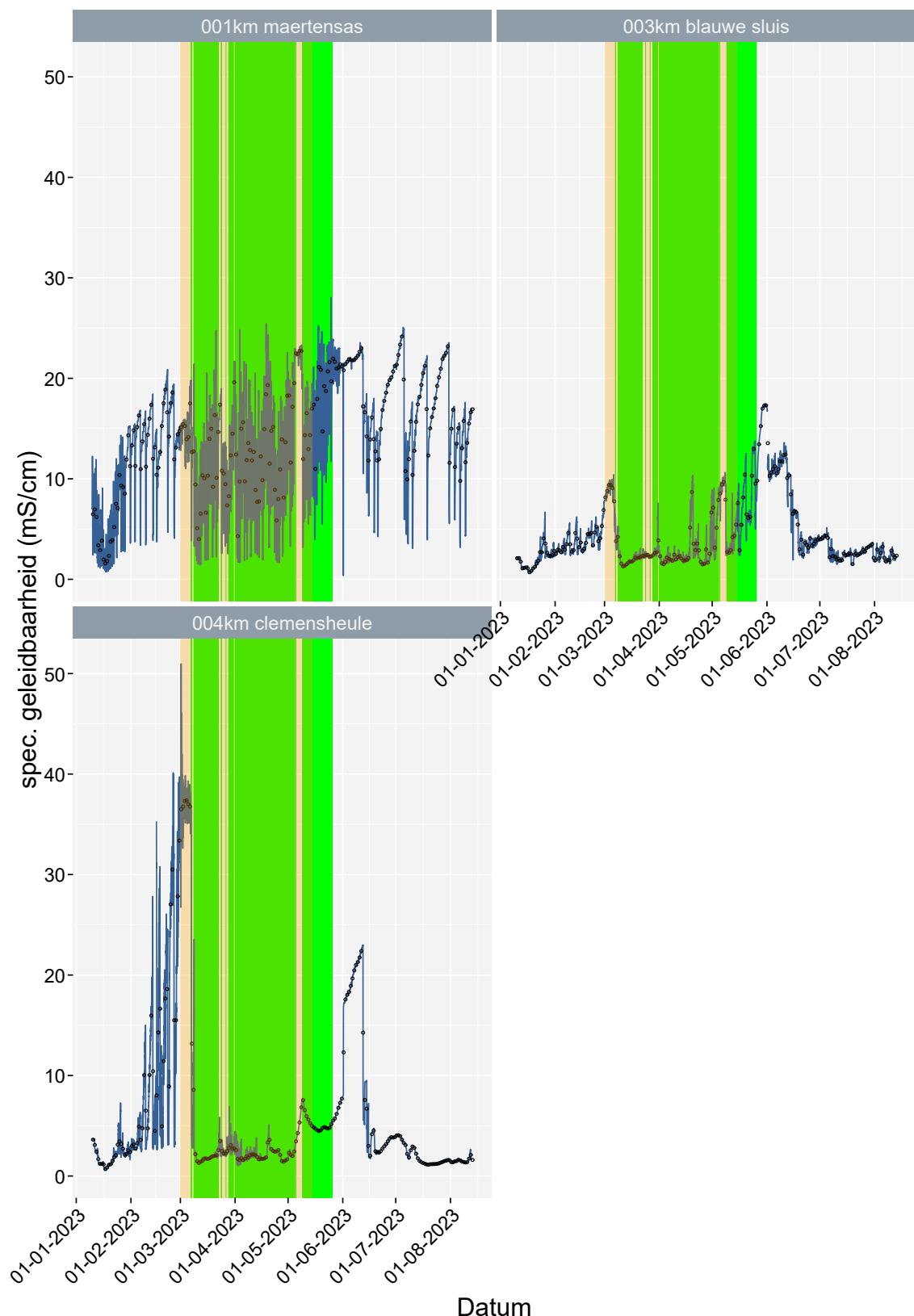
Figuur 3.19: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de IJzer ter hoogte van Diskmuide (17 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

||||| Pagina 38 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

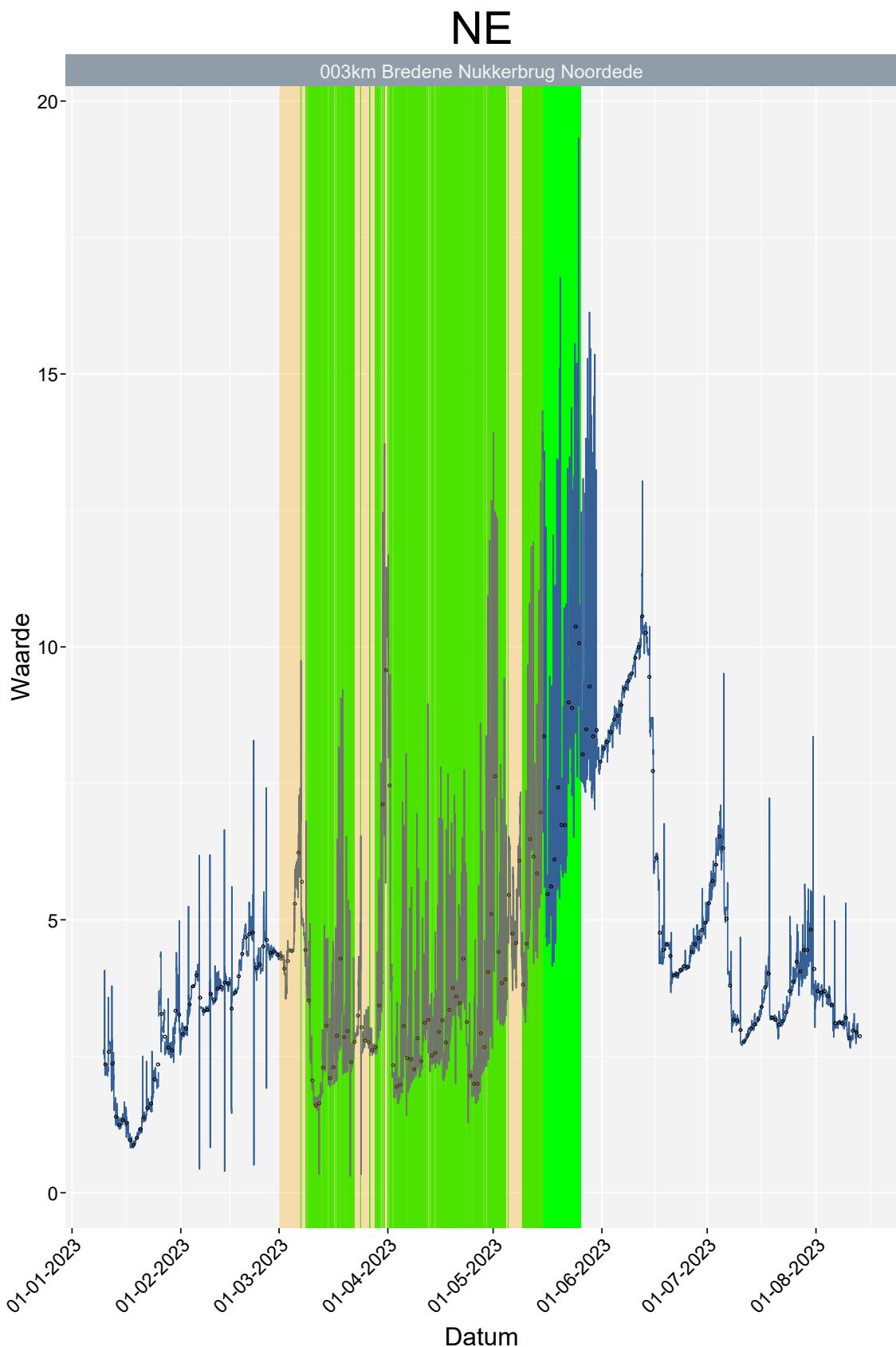
### 3.2.4 Noordede

Het aangepast spuibeheer in de Noordede onderscheidt zich van het aangepast spuibeheer op andere sites op vlak van frequentie en duur per AS event. In totale duur situeert de Noordede zich tussen Veurne Ambacht en het Leopoldkanaal, maar het heeft wel het **hoogste aantal aangepast-spuibeheer-events doordat het ook de meest korte events heeft**. Dit lijkt de zoutintrusie te beperken. Ter hoogte van de spuischuiven is er inderdaad opnieuw een sterke variabiliteit, maar de waarden verschillen maar beperkt van de periode ervoor en erna (Fig. 3.20 en 3.22). Verder stroomopwaarts lijkt in de periode van aangepast spuibeheer de geleidbaarheid zelfs lager dan de periode ervoor en erna (Fig. 3.23 en 3.24).

NE

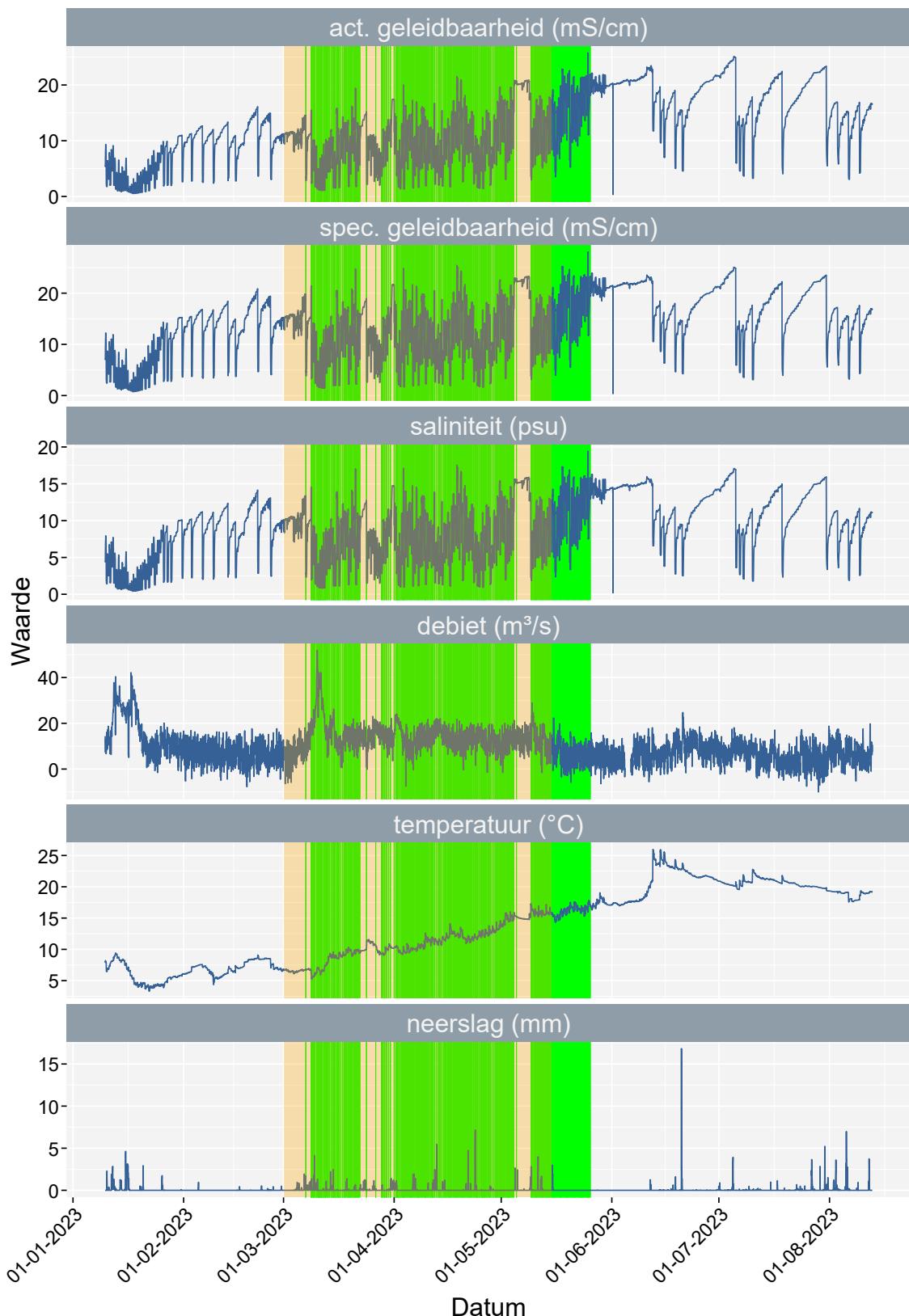


Figuur 3.20: Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de NE. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibheer weer.



Figuur 3.21: Verloop van de VMM-metingen van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in de NE.  
De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

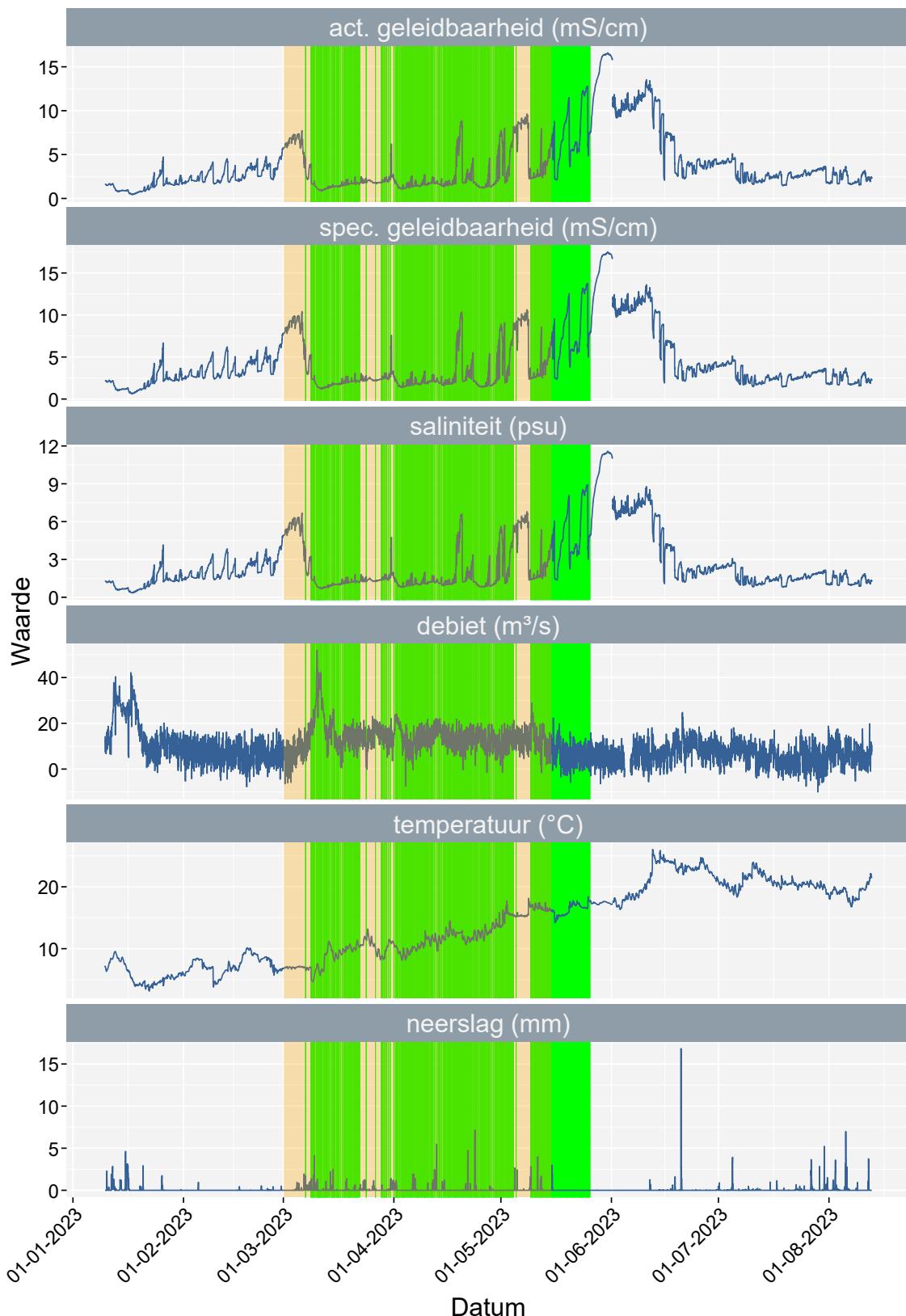
## maertensas



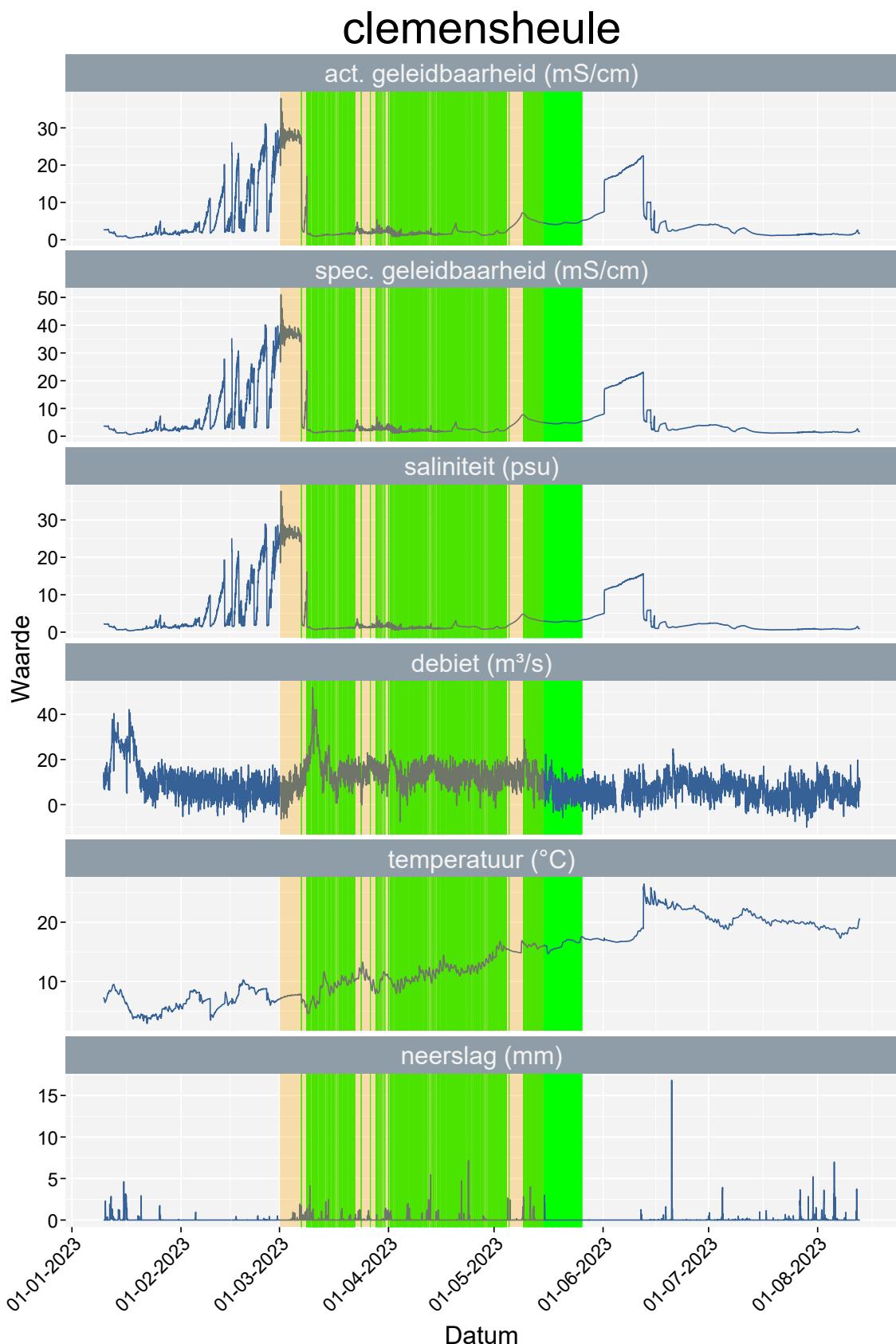
Figuur 3.22: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Noordede (NE) ter hoogte van de Maertensas (1,0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemsskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 42 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

## blauwe sluis



Figuur 3.23: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Noordede (NE) ter hoogte van de blauwe sluis (3,0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.



Figuur 3.24: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Noordede (NE) ter hoogte van Clemensheule (4,0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2023. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 44 van 74 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

## 586 4 BESPREKING

587 Zoutintrusie als gevolg van aangepast spuibehoor lijkt zich voornamelijk voor te doen in het Ijzerbekken  
588 waar de pieken in geleidbaarheid sterk overeenkomen met de momenten van aangepast spuibehoor. Be-  
589 langrijk om hierbij te noteren is echter wel dat ter hoogte van de IJzer het meest intensieve aangepast  
590 spuibehoor wordt uitgevoerd en dat daardoor ook ruw geschat 250.000 glasalen kunnen opzwemmen  
591 (*Vandamme et al., 2024*). Inschattingen suggereren dat voor de andere kanalen een aanzienlijk lager aantal  
592 kan opzwemmen. In het Afleidingskanaal van de Leie bijvoorbeeld is er geen waarneembaar effect van het  
593 sporadische aangepast spuibehoor maar het ingeschat aantal glasalen dat binnentrekt in 2023 is slechts  
594 3% van wat er de IJzer op trekt. In het Kanaal Gent-Oostende en het Leopoldkanaal spreken we over  
595 percentages van 19 en 12% respectievelijk van wat de IJzer opzwemt en deze meer intensieve vorm van  
596 aangepast spuibehoor lijkt te resulteren in een verhoogde geleidbaarheid ter hoogte van de spuischuiven.  
597 In tegenstelling tot de IJzer, blijven meer inlandse verhogingen van de geleidbaarheid uit. In de Noordede  
598 werd er geen aanzienlijk effect waargenomen van aangepast spuibehoor op de geleidbaarheid ondanks het  
599 feit dat de totale duur in 2023 ongeveer twee keer zo lang was als voor het Kanaal Gent-Oostende en het  
600 Leopoldkanaal. Dit is mogelijk het gevolg van de frequentie van en de duur van de aangepast-spuibehoor-  
601 momenten. In de Noordede werd aangepast spuibehoor toegepast voor ongeveer de helft van de duur aan  
602 de IJzer, maar het aantal momenten dat aangepast spuibehoor werd toegepast lag wel ongeveer tweemaal  
603 zo hoog. De duur van een enkel moment was dus veel korter. Gegeven dat glasalen zich ophopen voor  
604 barrières alvorens te kunnen passeren kunnen meerdere, kortere en goed getimed momenten zowel  
605 de glasaalintrek bevorderen en de zoutintrusie beperken. Deze studie suggereert dat de intensiteit van  
606 het aangepast spuibehoor deels bepalend is voor de mate van zoutintrusie, maar ook dat verschillende  
607 aspecten van het beheer, zoals frequentie en duur, een belangrijk effect kunnen hebben.

### 608 4.1 VERGELIJKING VMM-LOGGER EN INBO-LOGGERS 609 CONDUCTIVITEIT

610 Wanneer we voor de IJzer de INBO-data en de VMM-data vergelijken, wordt duidelijk hoe belangrijk de  
611 diepte van de metingen is. Op de bodem van het spaarbekken komen de drie uitgesproken pieken (die  
612 wellicht het gevolg zijn van het aangepast spuibehoor) die ook in de INBO-metingen te zien zijn, terug,  
613 maar aan de oppervlakte van het spaarbekken is hier niets van te merken. De INBO-loggers worden telkens  
614 zo diep mogelijk geplaatst terwijl voor de VMM-loggers de diepte verschilt (maar dit verschil is wel veelal  
615 aangegeven). Het is dus cruciaal om loggers voldoende diep te plaatsen (i.e. ongeveer 10 cm van de bodem)  
616 en bij voorkeur ook een indicatie te geven van de diepte tot een vast referentieniveau (bijvoorbeeld mTAW).  
617 In 2023 was het aantal beschikbare VMM-loggers beperkt tot negen voor de IJzer, één voor het Kanaal  
618 Gent-Oostende en één voor de Noordede. Het vervangen van de INBO-loggers door VMM-loggers wordt  
619 aangeraden omwille van de winst aan tijdsefficiëntie door het verwijderen van redundante loggers en  
620 omwille van de mogelijkheid van de VMM-loggers om live metingen op te volgen. Daarenboven biedt dit  
621 de mogelijkheid om veel sneller in te grijpen in het aangepast spuibehoor wanneer limietwaarden worden  
622 overschreden.

## 623 Referenties

- 624 Audenaert V., Huyse T., Goemans G., Belpaire C. & Volckaert F.a.M. (2003). Spatio-temporal dynamics of  
625 the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in Flanders, Belgium. Diseases of Aquatic Organisms 56 (3):  
626 223–233. <https://doi.org/10.3354/dao056223>.
- 627 Bonhommeau S., Chassot E., Planque B., Rivot E., Knap A. & Le Pape O. (2008). Impact of climate on eel  
628 populations of the Northern Hemisphere. Marine Ecology Progress Series 373: 71–80. <https://doi.org/10.3354/meps07696>.
- 629 Briand C., FATIN D., FONTENELLE G. & Feunteun E. (2005). Effect of re-opening of a migratory pathway for  
630 eel (*Anguilla anguilla*, L.) at a watershed scale. Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture - BULL  
631 FR PECHE PISCIC 378-379: 67–86. <https://doi.org/10.1051/kmae:2005004>.
- 632 Bult T.P. & Dekker W. (2007). Experimental field study on the migratory behaviour of glass eels (*Anguilla  
633 anguilla*) at the interface of fresh and salt water. ICES Journal of Marine Science 64 (7): 1396–1401.  
634 <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm105>.
- 635 Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., Maerteleire N.D., Jacobs Y. & Stevens M. (2012a). Glasal-  
636 migratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende.
- 637 Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., Maerteleire N.D., Jacobs Y. & Stevens M. (2012b). Glasal-  
638 migratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende.
- 639 Buysse D., Verreycken H., Maerteleire N.D., Gelaude E., Baeyens R., Pieters S., Mouton A., Galle L., De N. &  
640 Coeck J. (2015b). Glasalmigratie ter hoogte van het uitwateringscomplex in de haven van Zeebrugge.
- 641 Buysse D., Verreycken H., Maerteleire N.D., Gelaude E., Baeyens R., Pieters S., Mouton A., Galle L., De N. &  
642 Coeck J. (2015a). Glasalmigratie ter hoogte van het uitwateringscomplex in de haven van Zeebrugge.
- 643 Dekker W. (1998). Long-term trends in the glasseels immigrating at Den Oever, The Netherlands. Bulletin  
644 Français de la Pêche et de la Pisciculture (349): 199–214. <https://doi.org/10.1051/kmae:1998045>.
- 645 Dekker W. (2000). The fractal geometry of the European eel stock. ICES Journal of Marine Science 57 (1):  
646 109–121. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0562>.
- 647 Du Colombier S., Bolliet V., Lambert P. & Bardonnat A. (2007). Energy and migratory behavior in glass eels  
648 (*Anguilla anguilla*). Physiology & Behavior 92 (4): 684–690. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.013>.
- 649 Edeline E., Dufour S. & Elie P. (2005). Role of glass eel salinity preference in the control of habitat selection  
650 and growth plasticity in *Anguilla anguilla*. Marine Ecology-Progress Series 304: 191–199.
- 651 Edeline E., Lambert P., Rigaud C. & Elie P. (2006). Effects of body condition and water temperature on  
652 *Anguilla anguilla* glass eel migratory behavior. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 331:  
653 217–225.
- 654 Feunteun E., Acou A., Guillouet J., Laffaille P. & Legault A. (1998). Spatial distribution of an eel popula-  
655 tion (*Anguilla anguilla* L) in a small coastal catchment of northern Brittany (France). Consequences of  
656 hydraulic works. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture 349: 129–139.
- 657 Friedland K.D., Miller M.J. & Knights B. (2007). Oceanic changes in the Sargasso Sea and declines in recruit-  
658 ment of the European eel. ICES Journal of Marine Science 64: 519–530.
- 659 Knights B. (2003). A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing  
660 mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. Science of the Total Environment  
661 310: 237–244.
- 662 Laffaille P., Caraguel J.M. & Legault A. (2007). Temporal patterns in the upstream migration of European  
663 glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. Estuarine Coastal and Shelf Science 73:  
664 81–90.
- 665 Mouton A., Buysse D., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Roberechts K.,  
666 Stevens M. & Coeck J. (2013). Optimalisatie van omgekeerd spuibehoor voor glasalmigratie vanuit  
667 de Ganzeput te Nieuwpoort naar de IJzer.



- 670 Mouton A., Gelaude E., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y. &  
671 Coeck J. (2009). Glasaalmigratie ter hoogte van het Ganzepoot spuicomplex te Nieuwpoort. Instituut  
672 voor Natuur en Bosonderzoek.
- 673 Mouton A., Gelaude E., Jacobs Y., Buysse D., Stevens M., Neucker T.V. den, Martens S., Baeyens R. & Coeck  
674 J. (2010). Optimalisatie van glasaalmigratie in de ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. [https://  
675 pureportal.inbo.be/nl/publications/optimalisatie-van-glasaalmigratie-in-de-ganzepoot-ijzermonding-  
676 in.](https://pureportal.inbo.be/nl/publications/optimalisatie-van-glasaalmigratie-in-de-ganzepoot-ijzermonding-in)
- 677 Mouton A., Gelaude E., Jacobs Y., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R. & Coeck  
678 J. (2011). Optimalisatie van glasaalmigratie in de Ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. Instituut  
679 voor Natuur en Bosonderzoek.
- 680 Vandamme L., Verhelst P., Labrière A., Buysse D., Bruneel S., Broos S., Pauwels I., Auwerx J., Plaetinck S.,  
681 Rosseel D., De Maerteleire N., Pieters S. & Coeck J. (2024). Wetenschappelijke onderbouwing en on-  
682 dersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma visserij 2023. [https:  
683 //doi.org/10.21436/inbor.17042525](https://doi.org/10.21436/inbor.17042525).
- 684 Vandamme L., Wichelen J.V., Steendam C., Brys R., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., Maerteleire  
685 N.D., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K., Vermeersch S. & Coeck J. (2020). Wetenschappelijke on-  
686 derbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma  
687 visserij 2019. Eindrapport. <https://doi.org/10.21436/inbor.28808440>.
- 688 White E.M. & Knights B. (1997). Environmental factors affecting migration of the European eel in the Rivers  
689 Severn and Avon, England. *Journal of Fish Biology* 50: 1104–1116.
- 690 Wilson J.M., Antunes J.C., Bouca P.D. & Coimbra J. (2004). Osmoregulatory plasticity of the glass eel of  
691 *Anguilla anguilla*: freshwater entry and changes in branchial ion-transport protein expression. *Canadian  
692 Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61: 432–442.
- 693 Wilson J.M., Leitao A., Goncalves A.F., Ferreira C., Reis-Santos P., Fonseca A.V., Silva J.M. da, Antunes J.C.,  
694 Pereira-Wilson C. & Coimbra J. (2007). Modulation of branchial ion transport protein expression by  
695 salinity in glass eels (*Anguilla anguilla* L.). *Marine Biology* 151: 1633–1645.

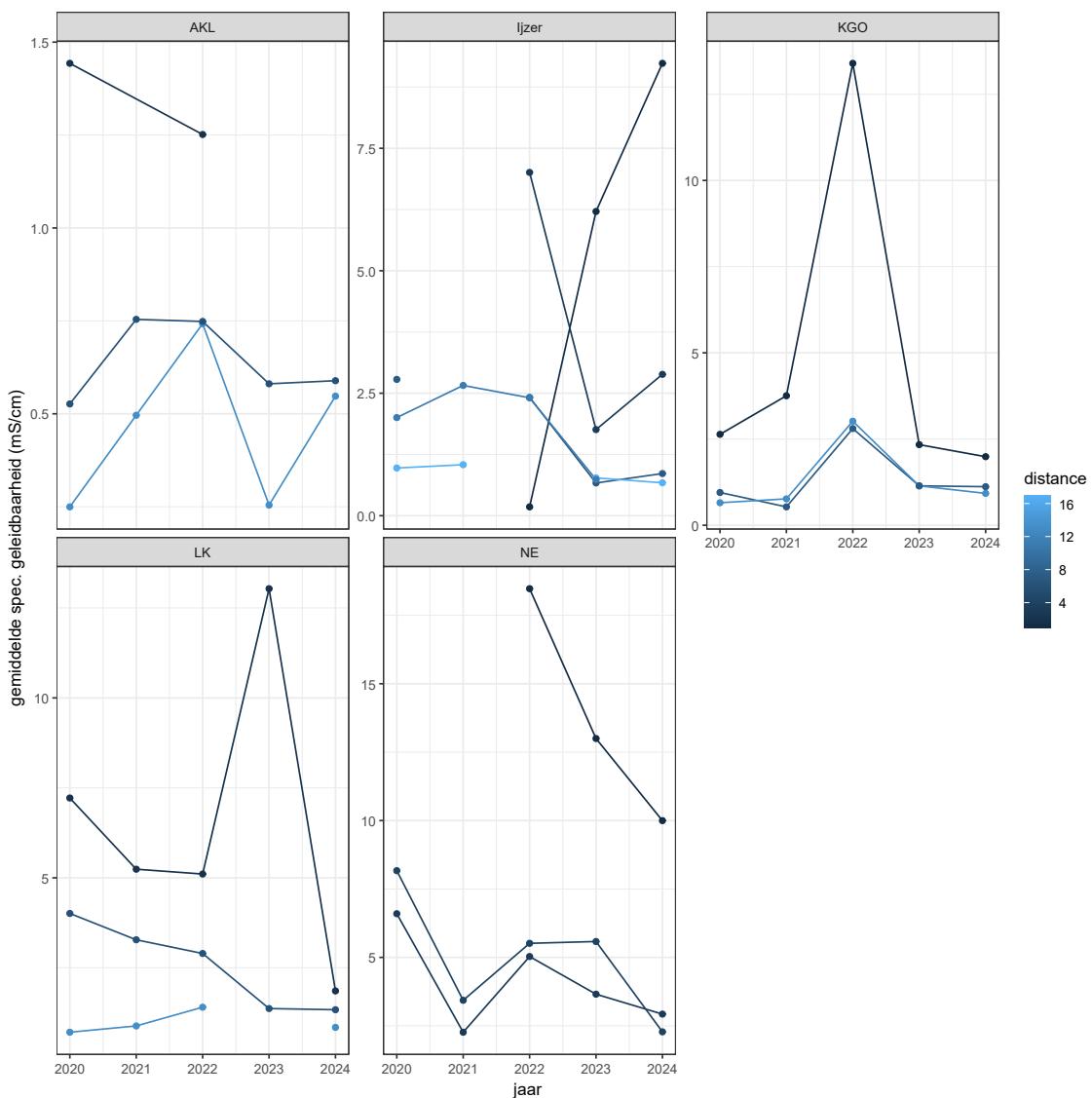
## 696 A APPENDIX

### 697 A.1 INSTRUCTIES TIJDELIJK STOPZETTEN AANGEPAST 698 SPUIBEHEER

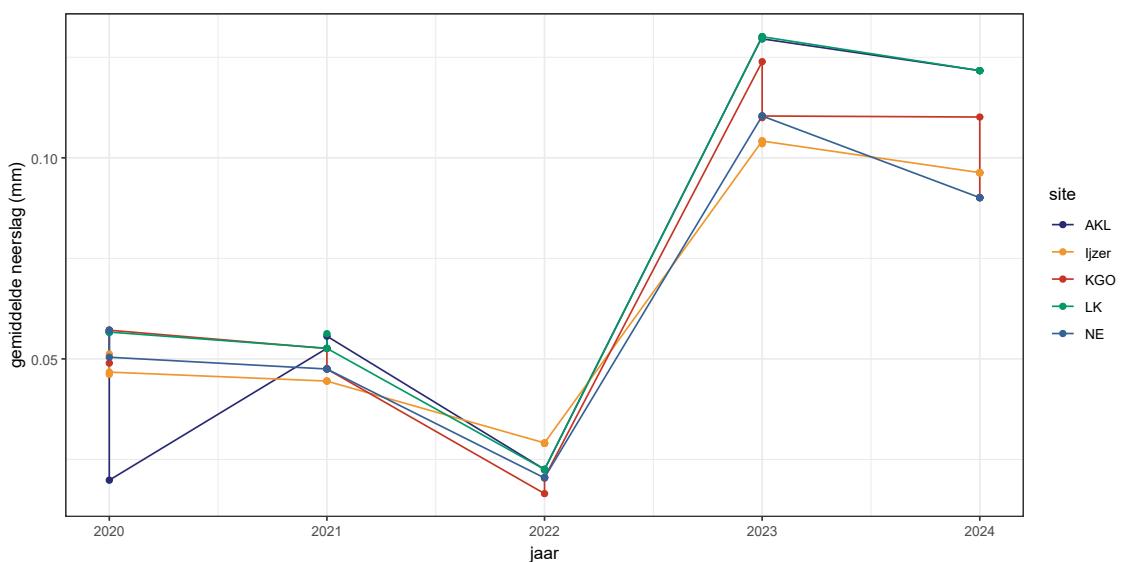
Stopzetten bij			
Site	...	INBO ctd	VMM ctd
AKL	Ramskapelle > 0.87 mS/cm	akl rams- kapelle	
LK	Ramskapelle > 2.80 mS/cm	lk rams- kapelle	
KGO	Plassendale > 2.46 mS/cm	plassendale IMM0005 Oudenburg Plassendale KanaalGentOostende	
Ijzer	Tervate > 2.66 mS/cm  Woumen > 1.25 mS/cm	tervate  Koevaardeken EC DWG innname Blankaart (BWO_DWG_CTD_Koevaardeken_IOW24): maar precies geen data dus misschien ook dit alternatief: Diksmuide/Ijzer/MPS/WPC Blankaart (BWO_DWG_Exo_Ijzer_IOW3)	Ijzer EC DWG Tervatebrug (BWO_DWG_CTD_Ijzer_IOW17)

### 699 A.2 TIJDSREEKSEN

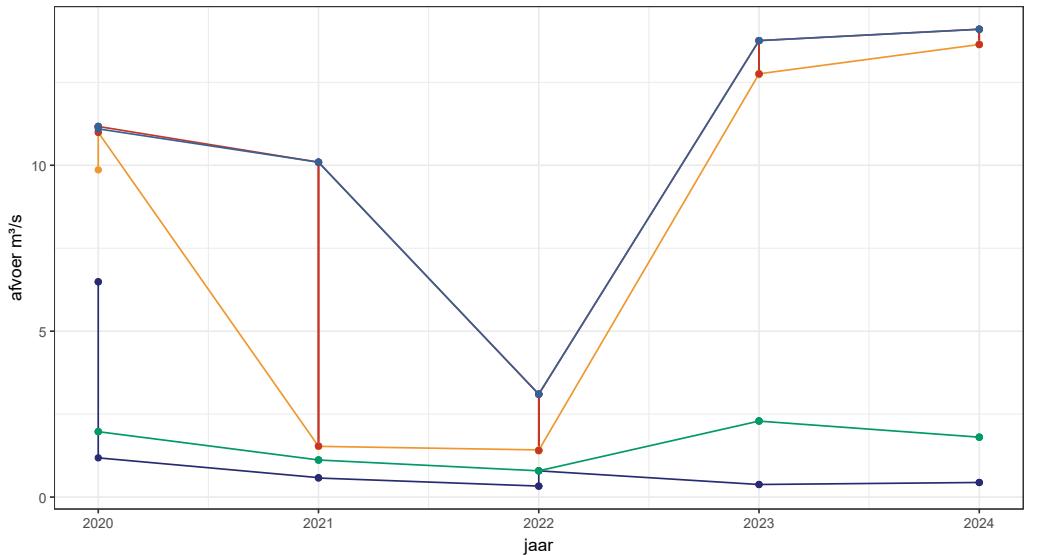




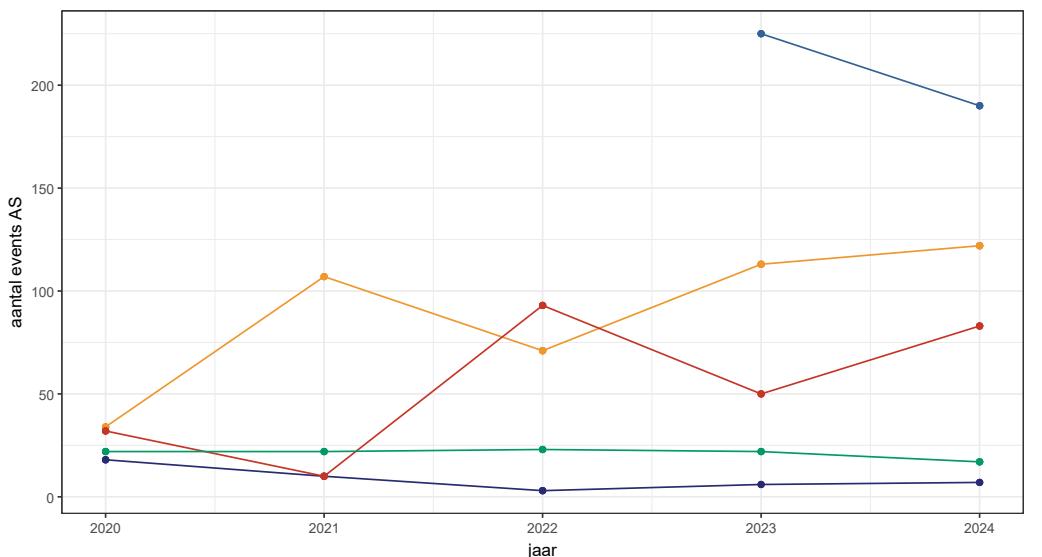
Figuur A.1: Specifieke geleidbaarheid (mS/cm) in functie van de tijd voor de verschillende sites en over verschillende afstanden tot de spuischuiven.



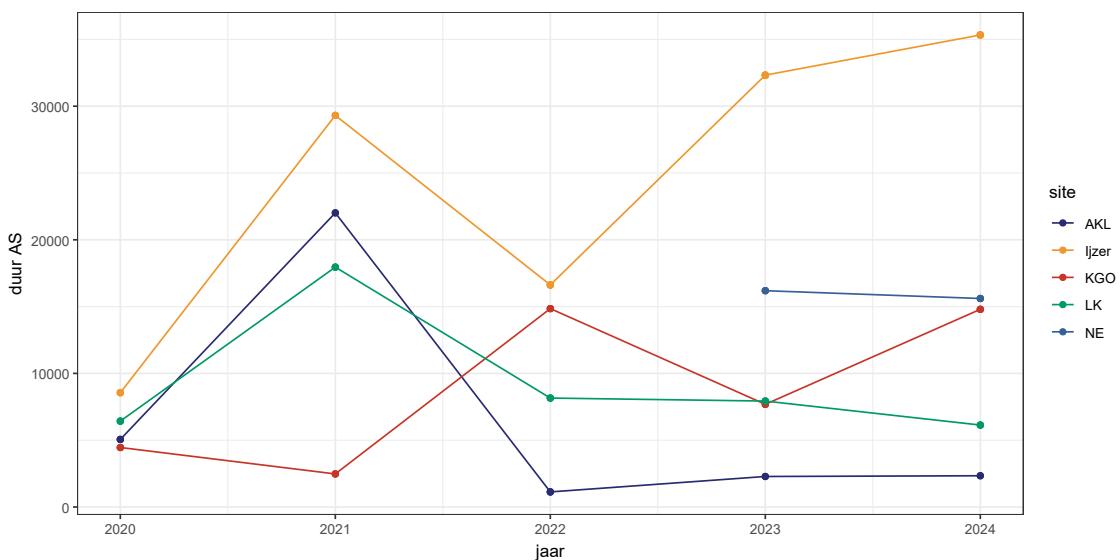
Figuur A.2: Neerslag (mm) in functie van de tijd voor de verschillende sites.



Figuur A.3: Afvoer ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) in functie van de tijd voor de verschillende sites.



Figuur A.4: Aantal events aangepast spuibheer (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites.



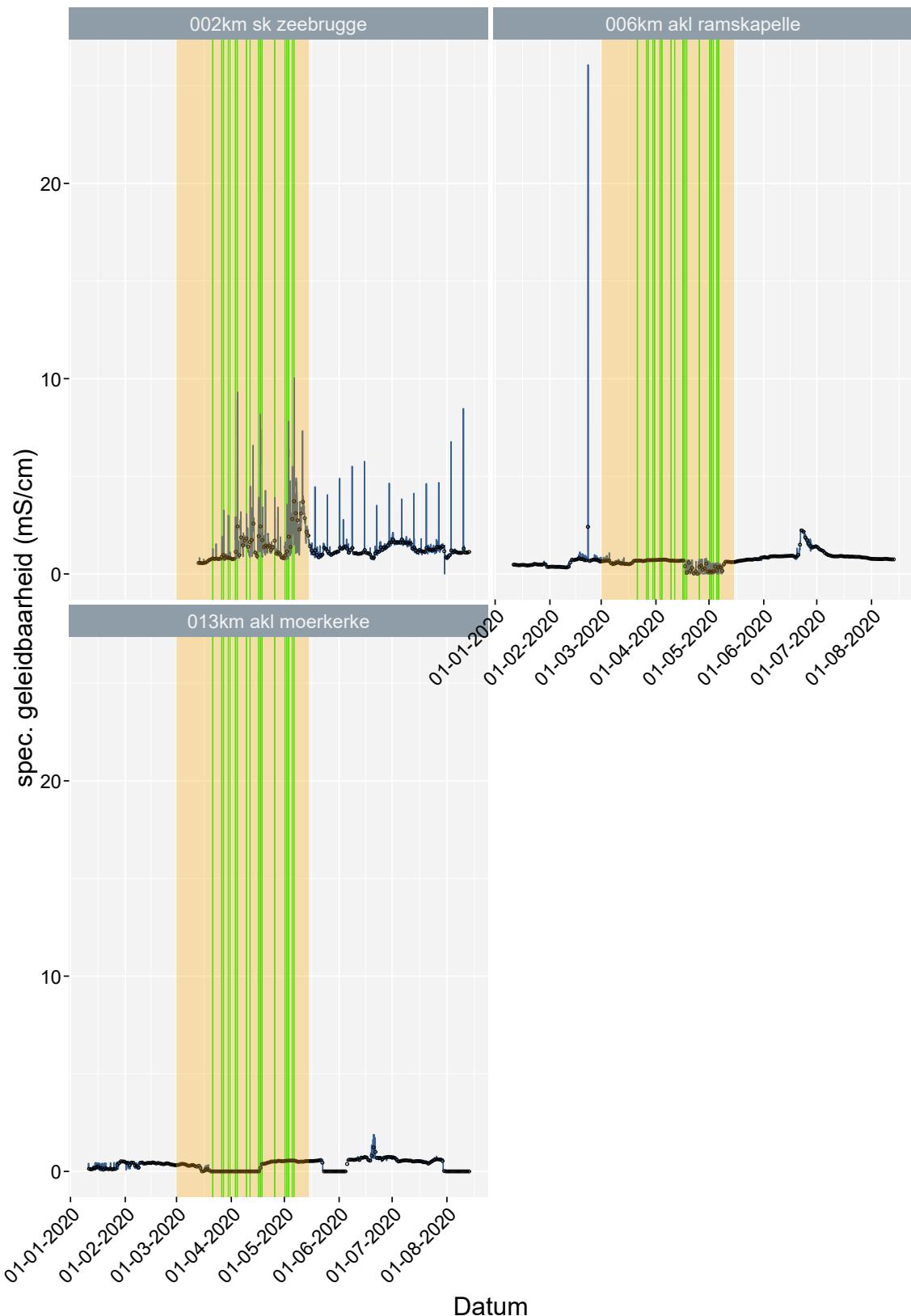
Figuur A.5: Duur aangepast spuibeheer (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites.

## 700 A.3 EERDERE JAREN

## 701 A.3.1 2020

702

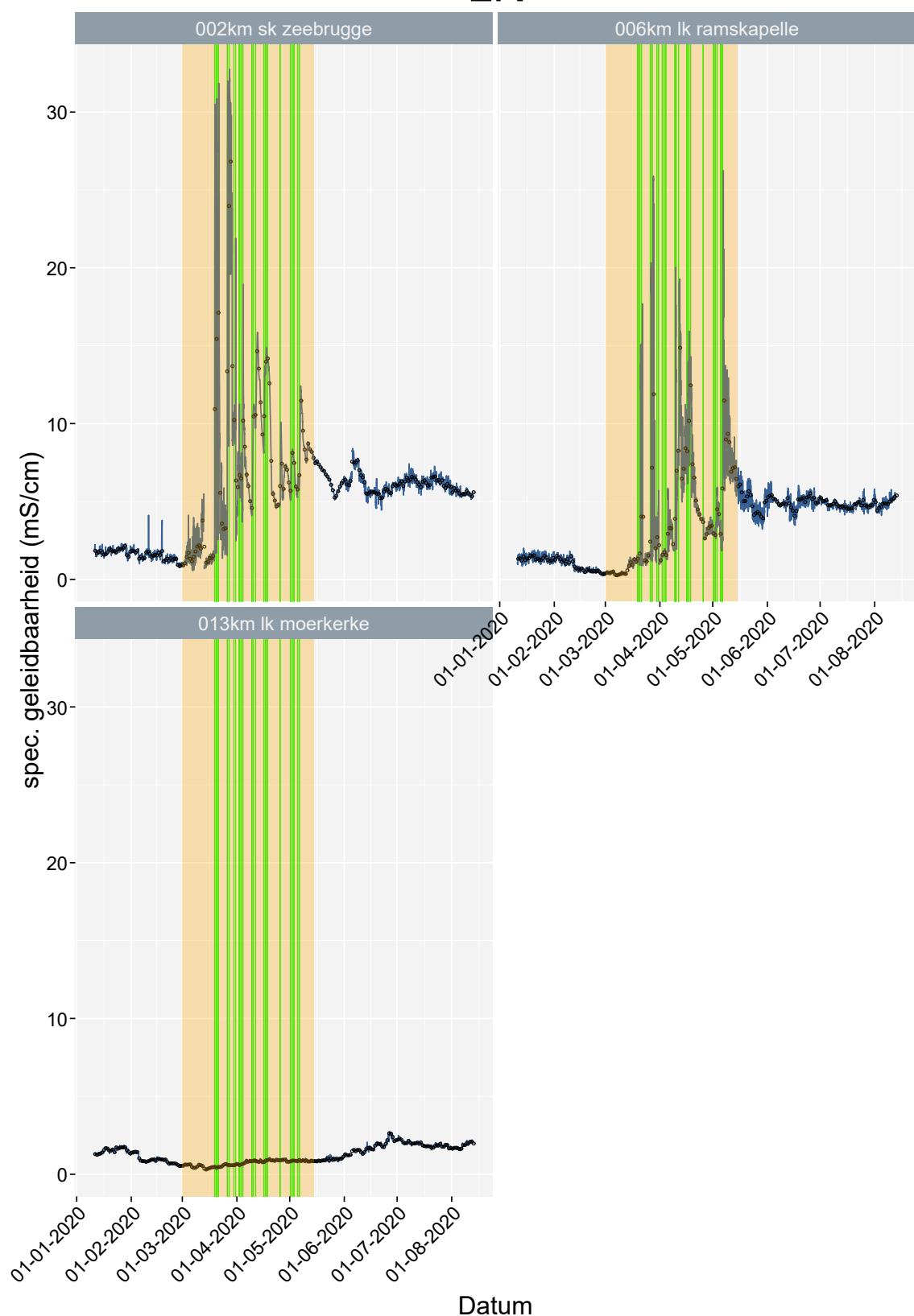
## AKL



703

704

LK

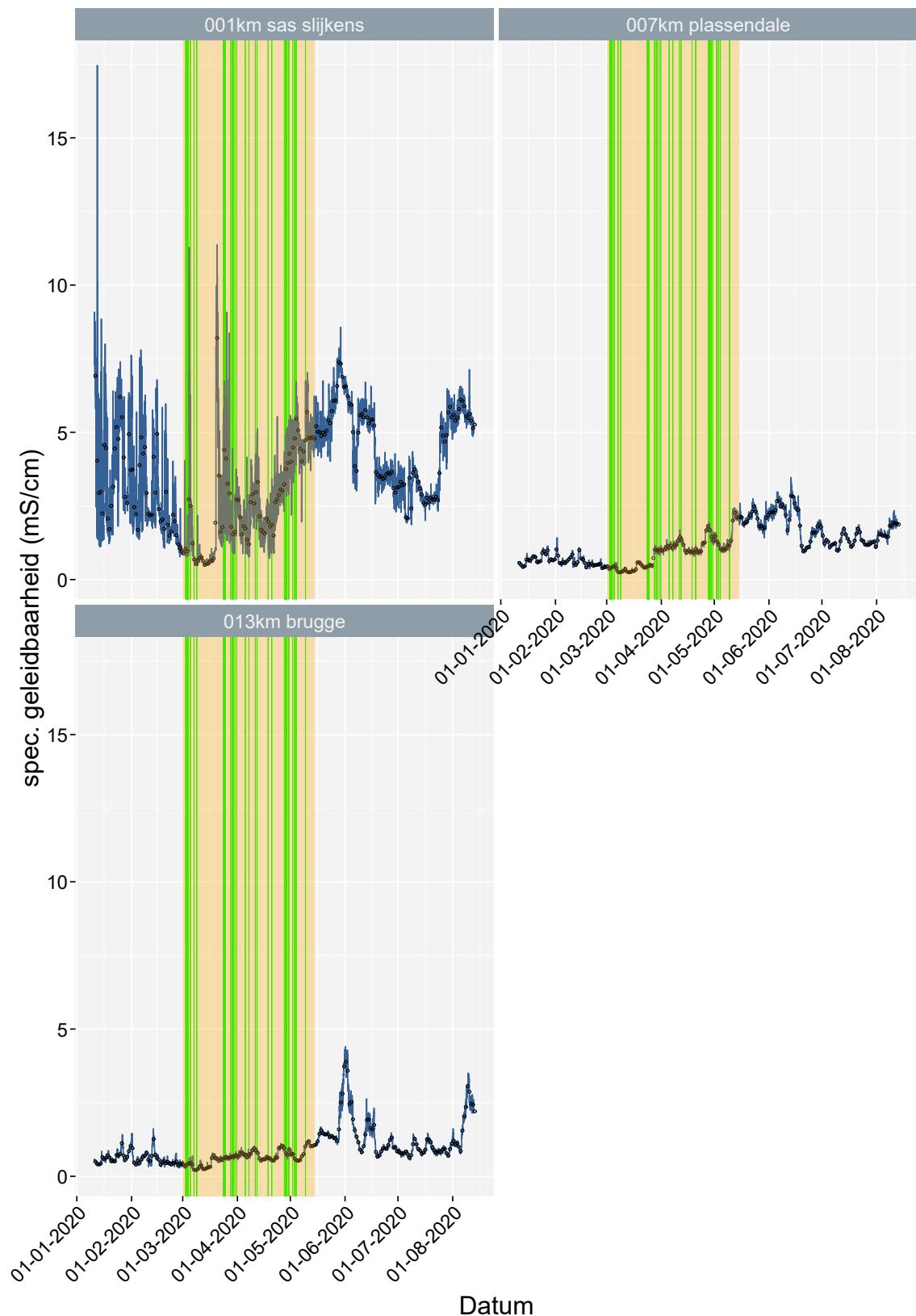


705

# ONTWERP

706

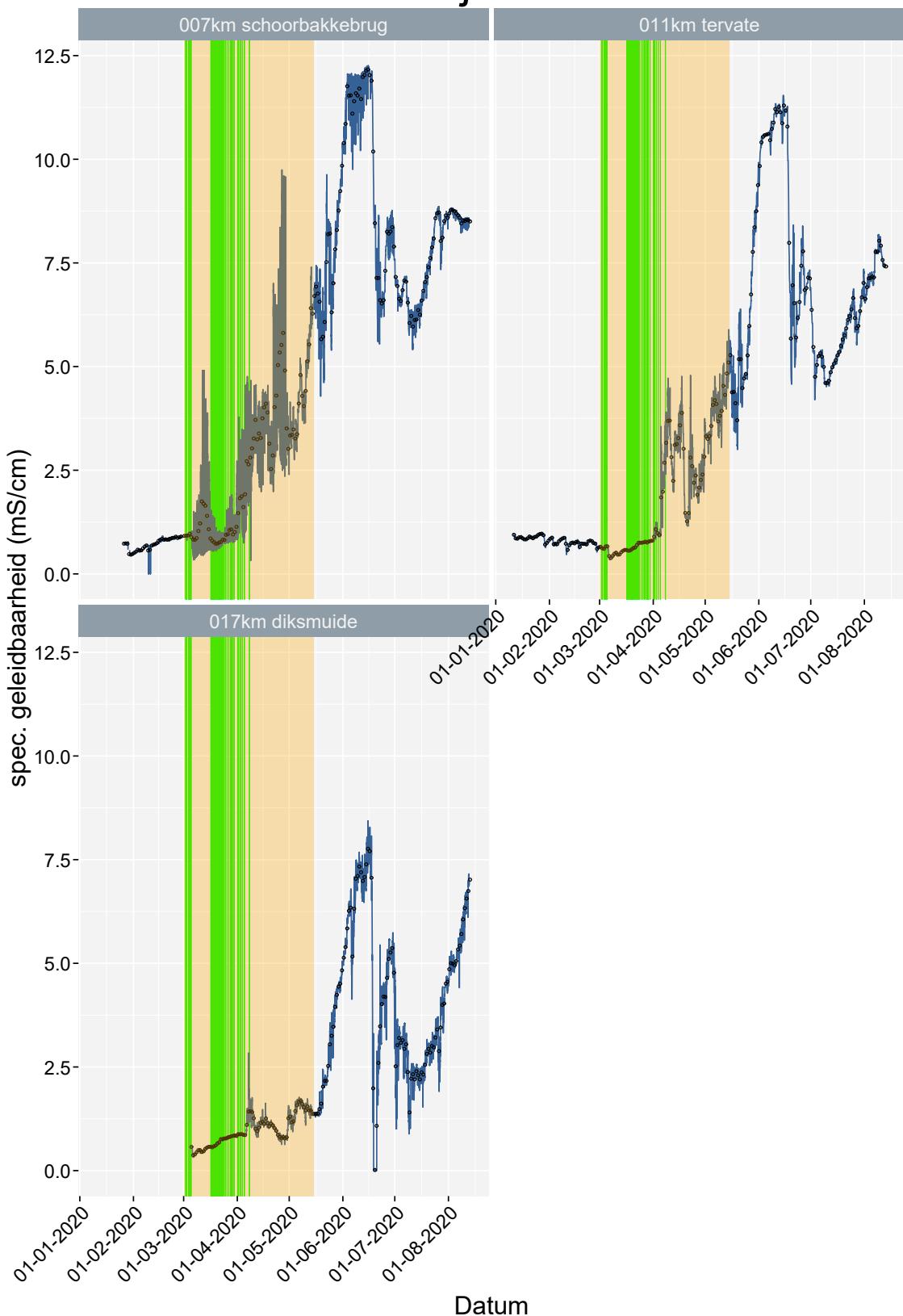
## KGO



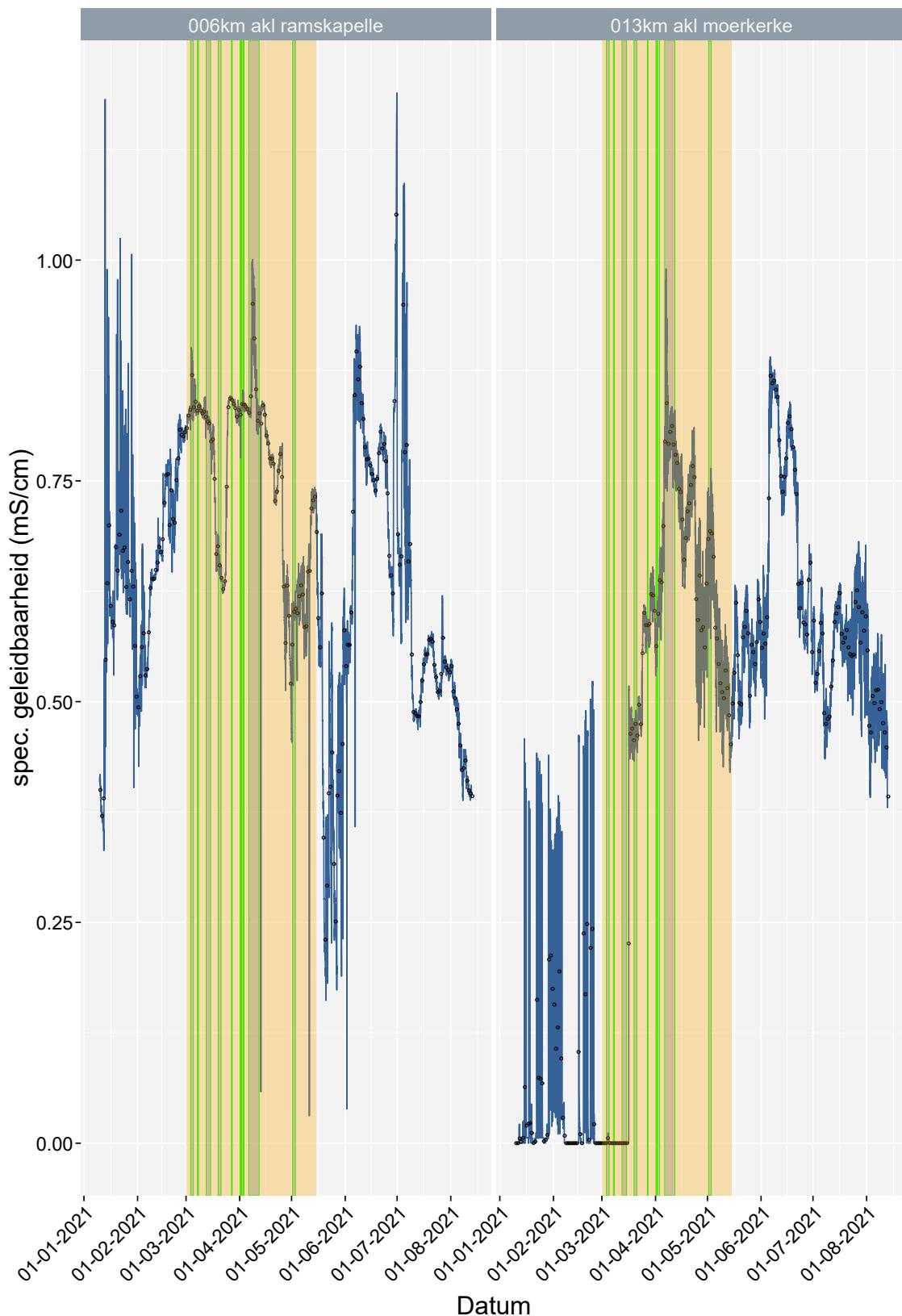
707

||||| Pagina 54 van 74 ||||| !!! missing DOI !!! ||||| vlaanderen.be/inbo |||||

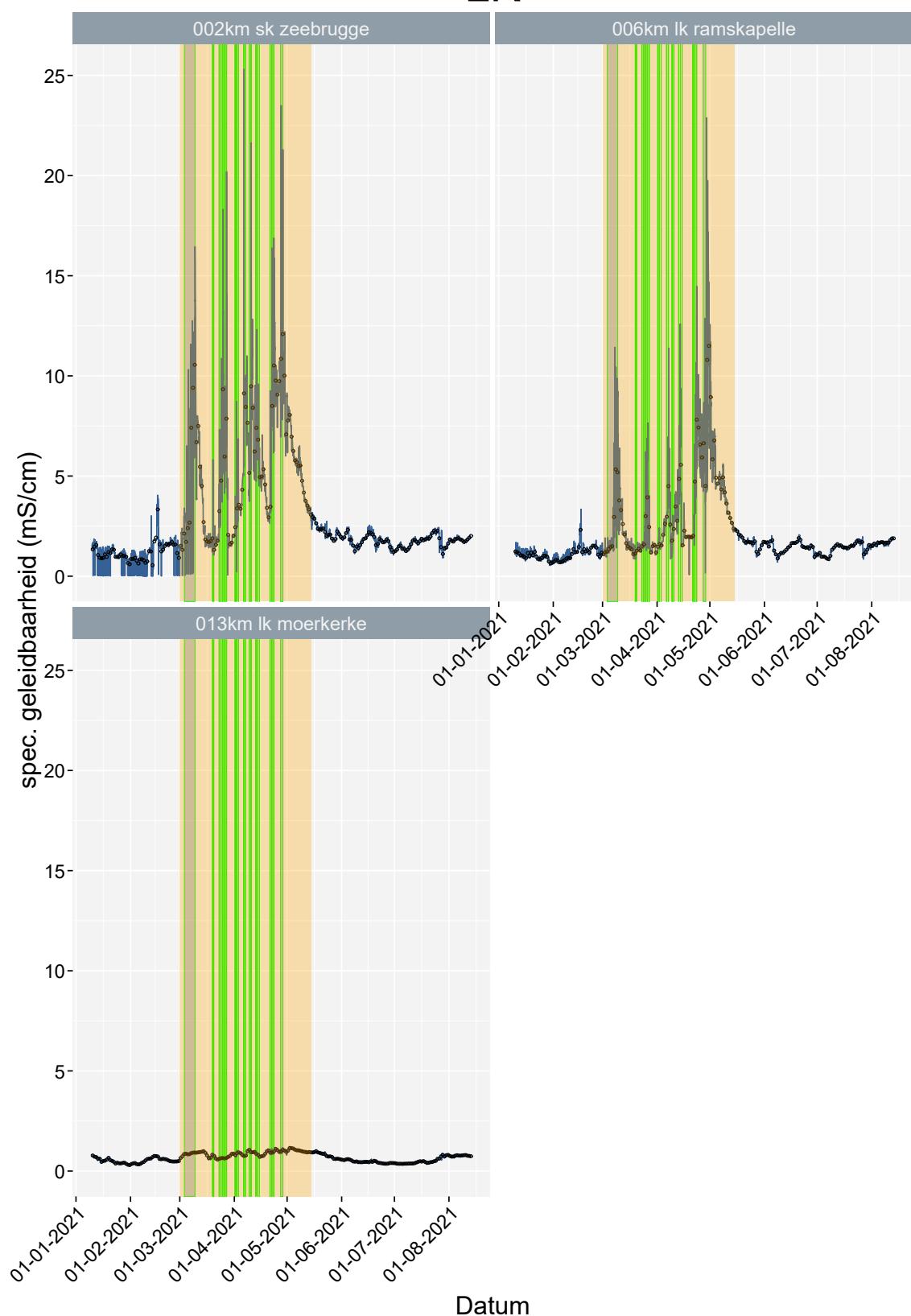
## Ijzer



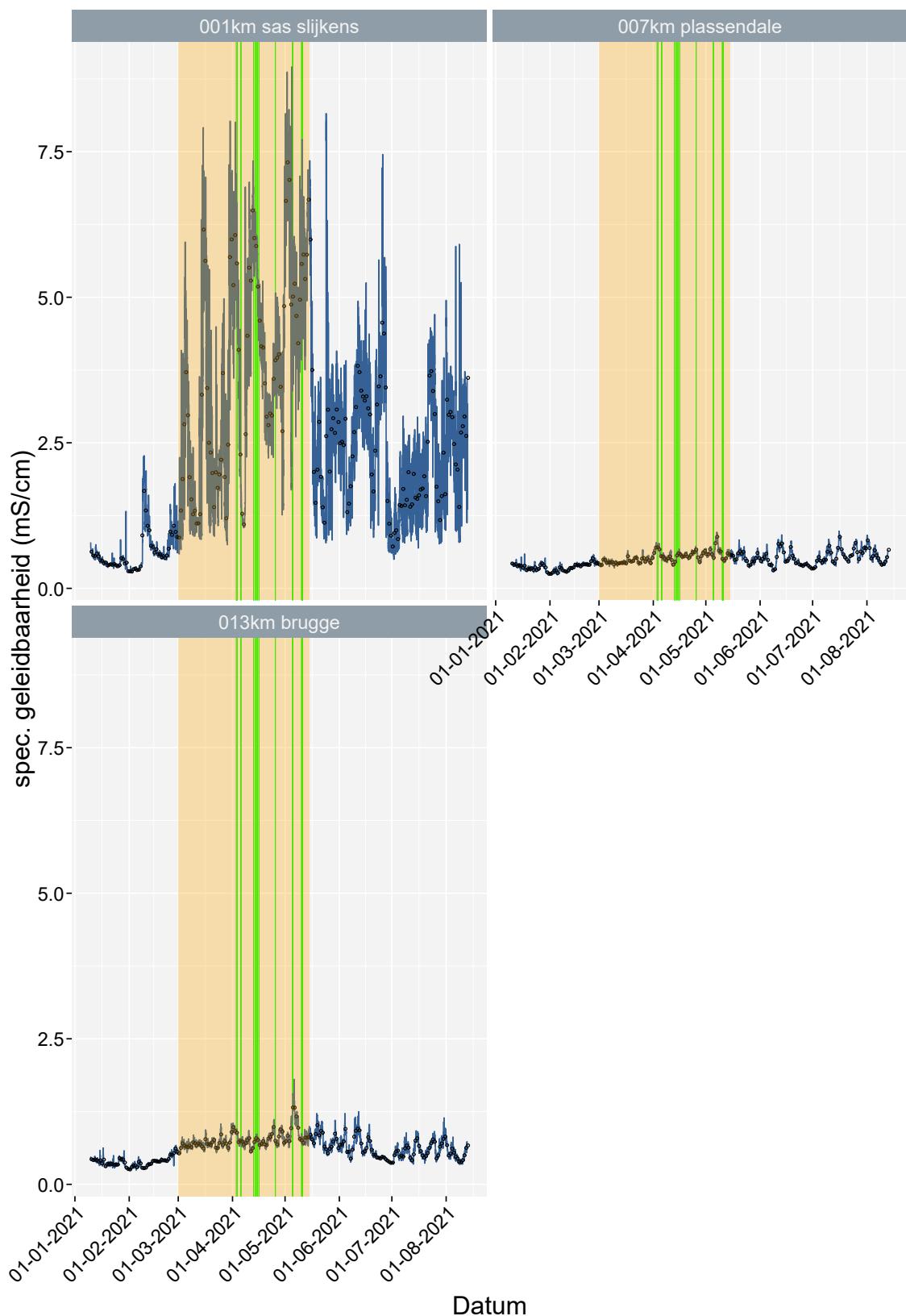
## AKL



LK

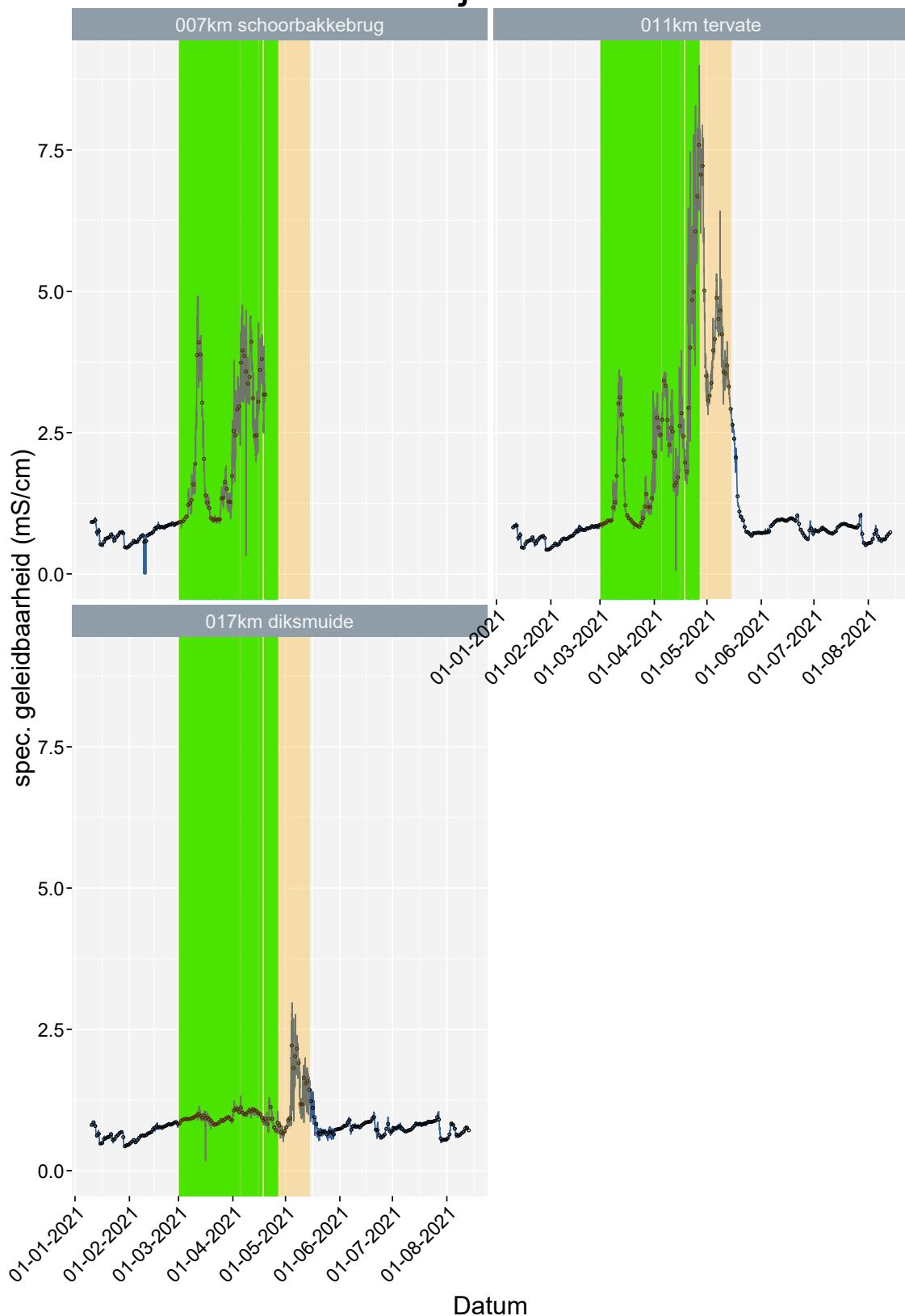


## KGO



717

## Ijzer

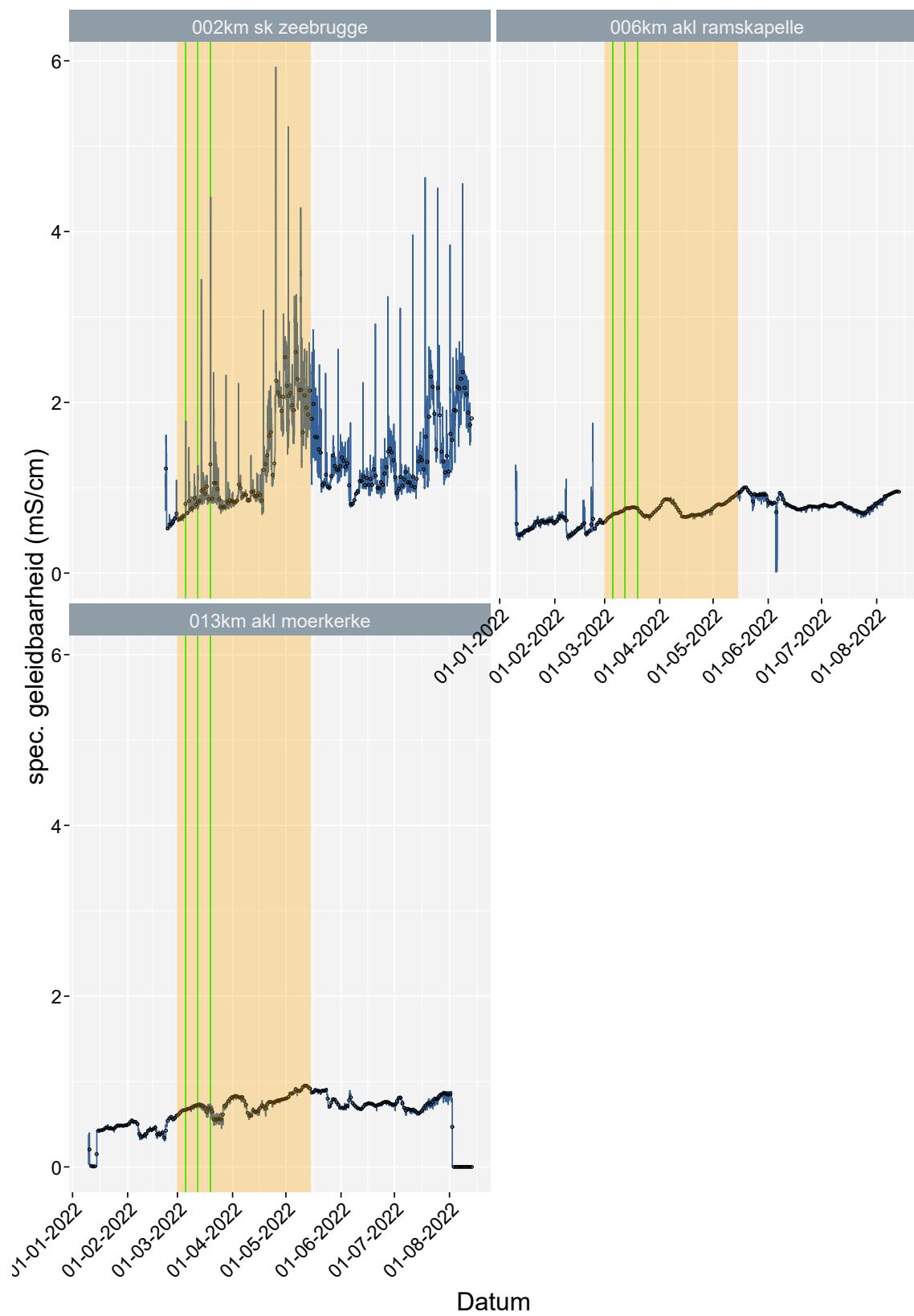


718

## 719 A.3.3 2022

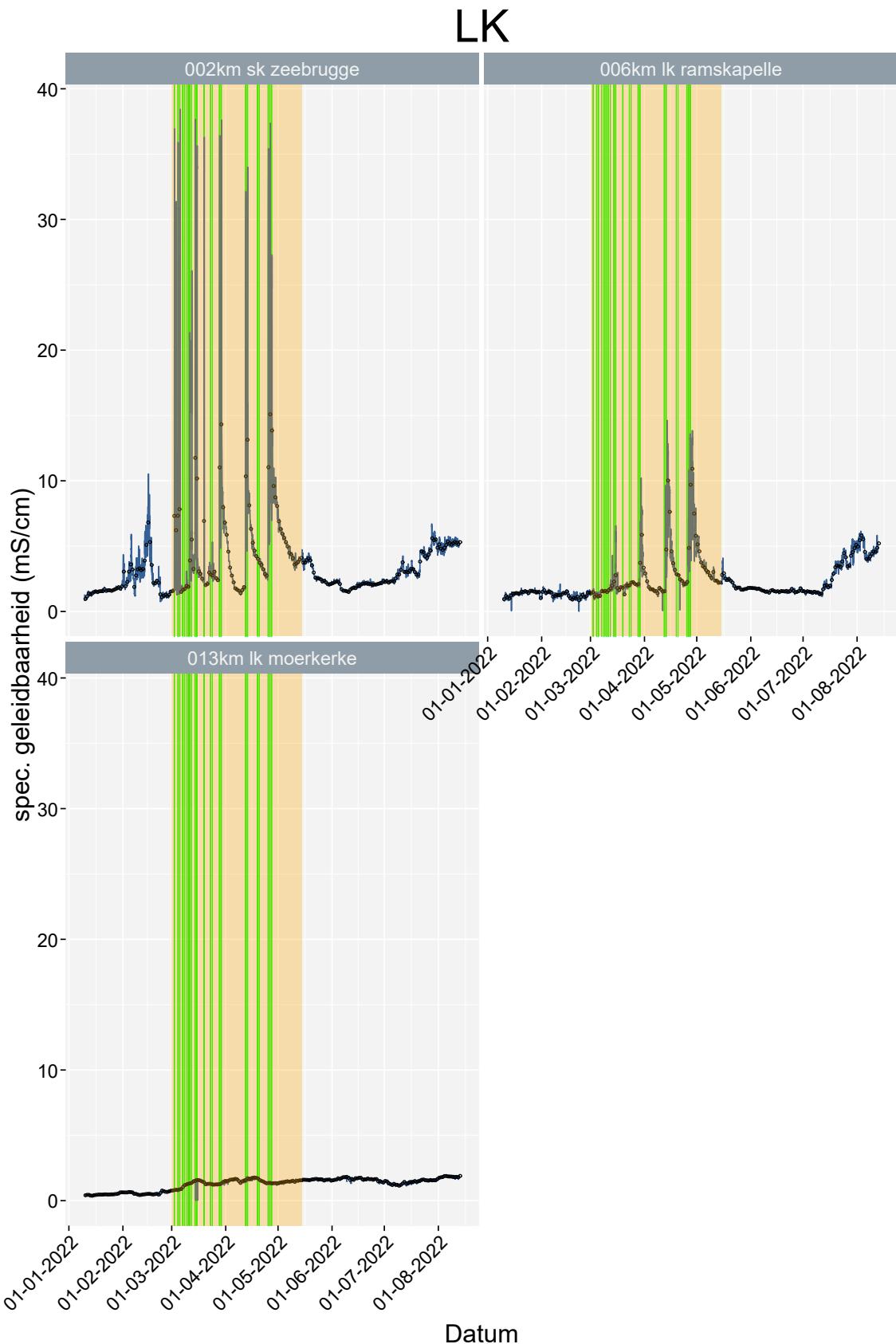
720

## AKL



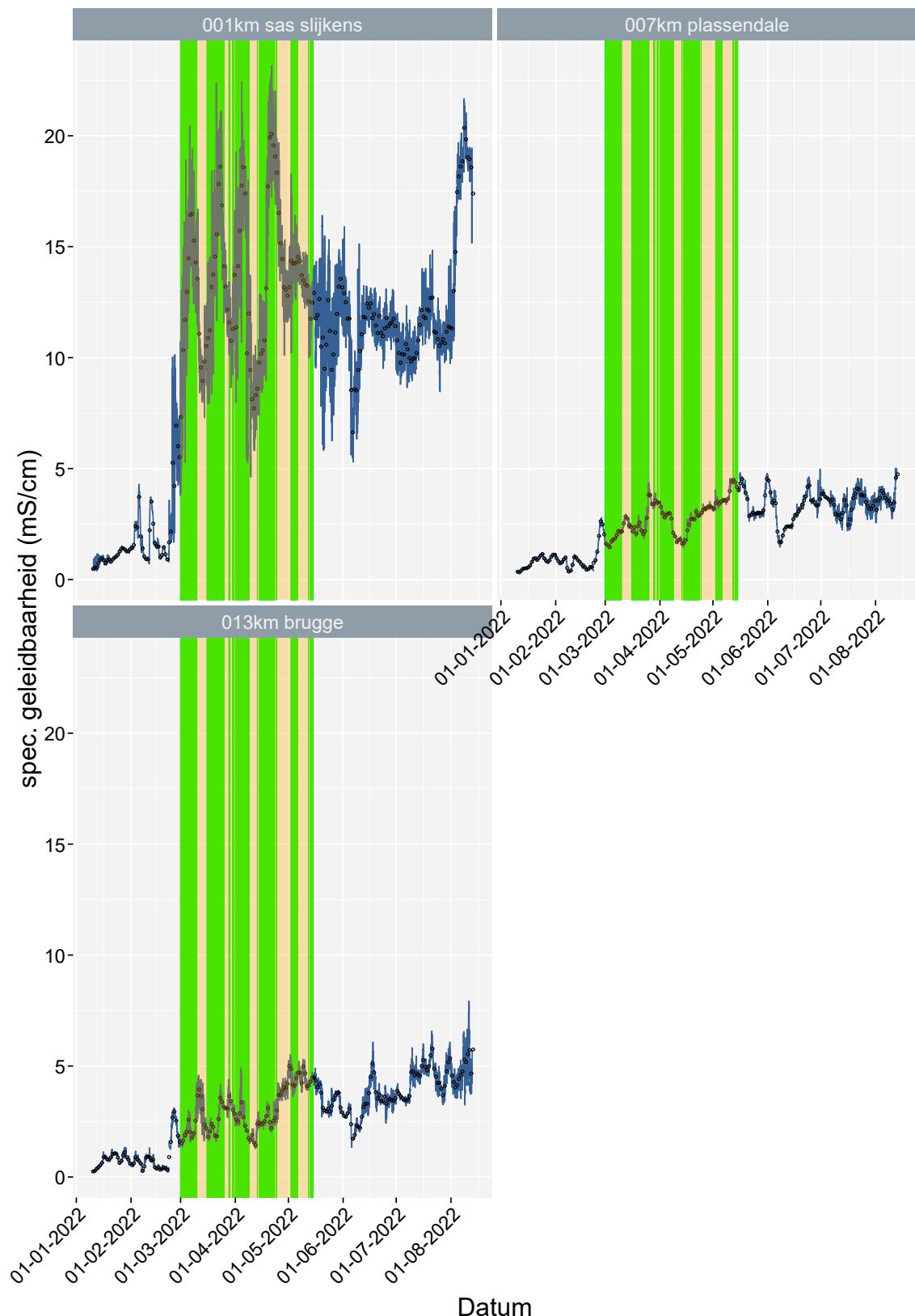
721

722

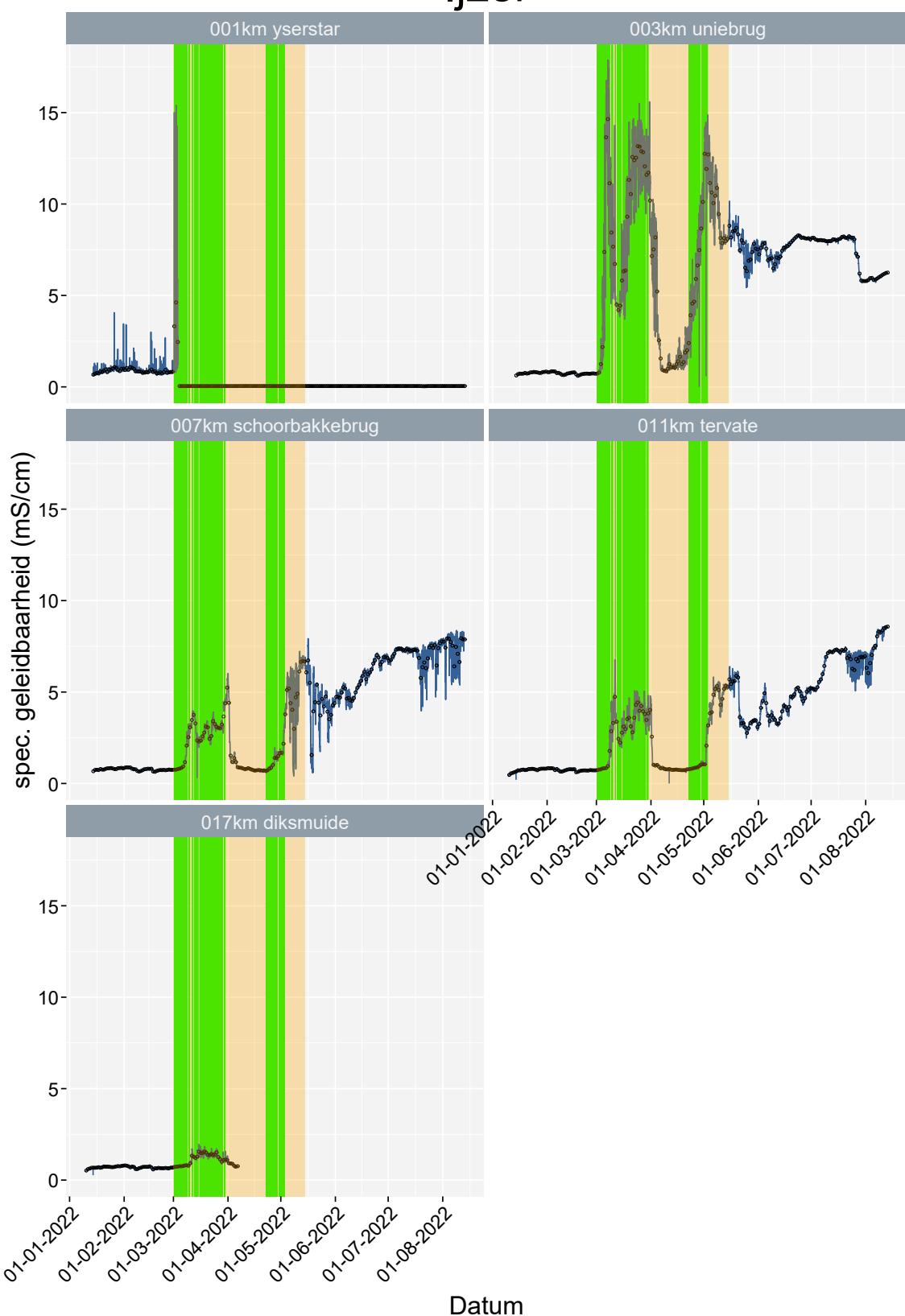


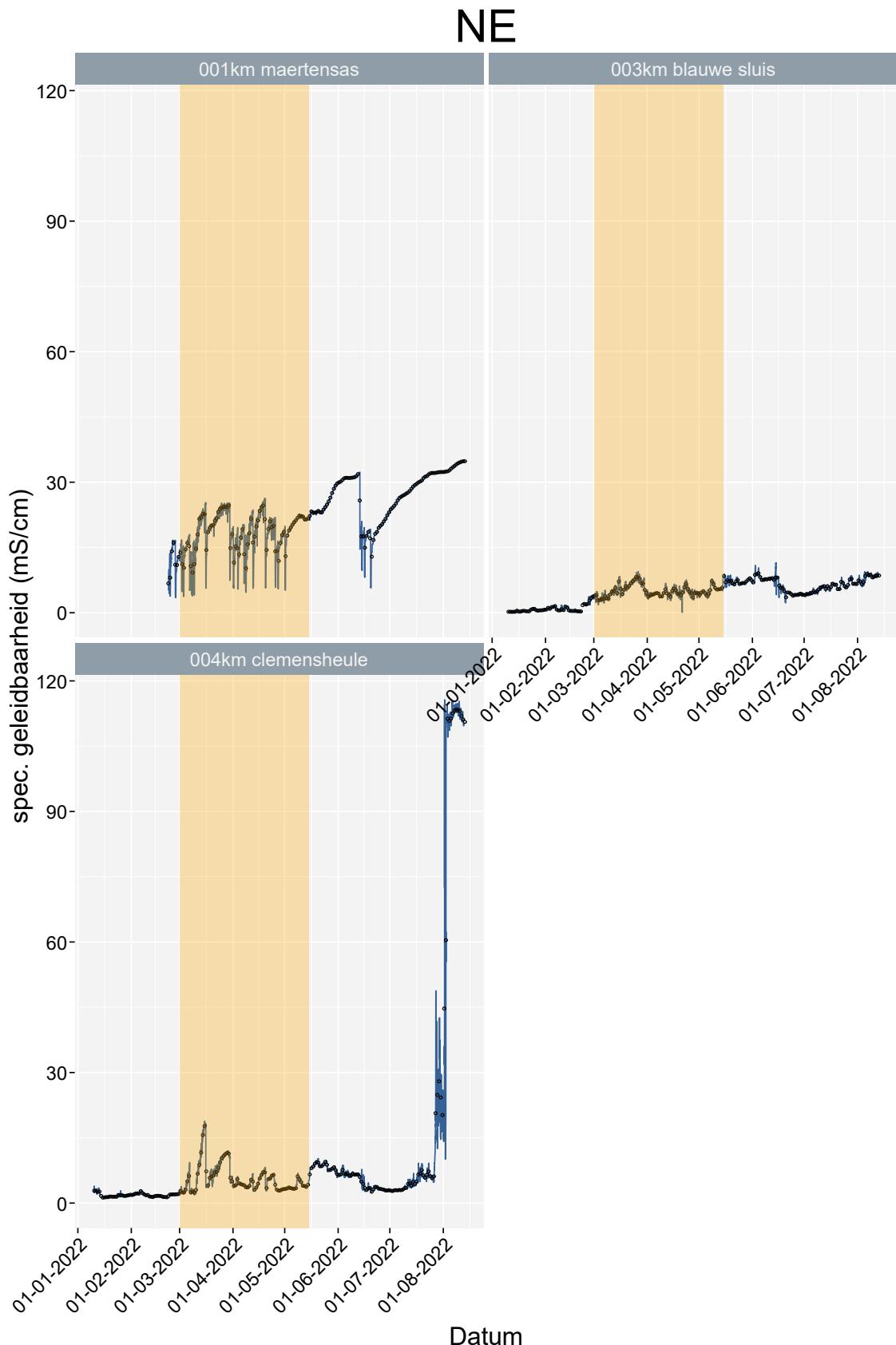
723

## KGO

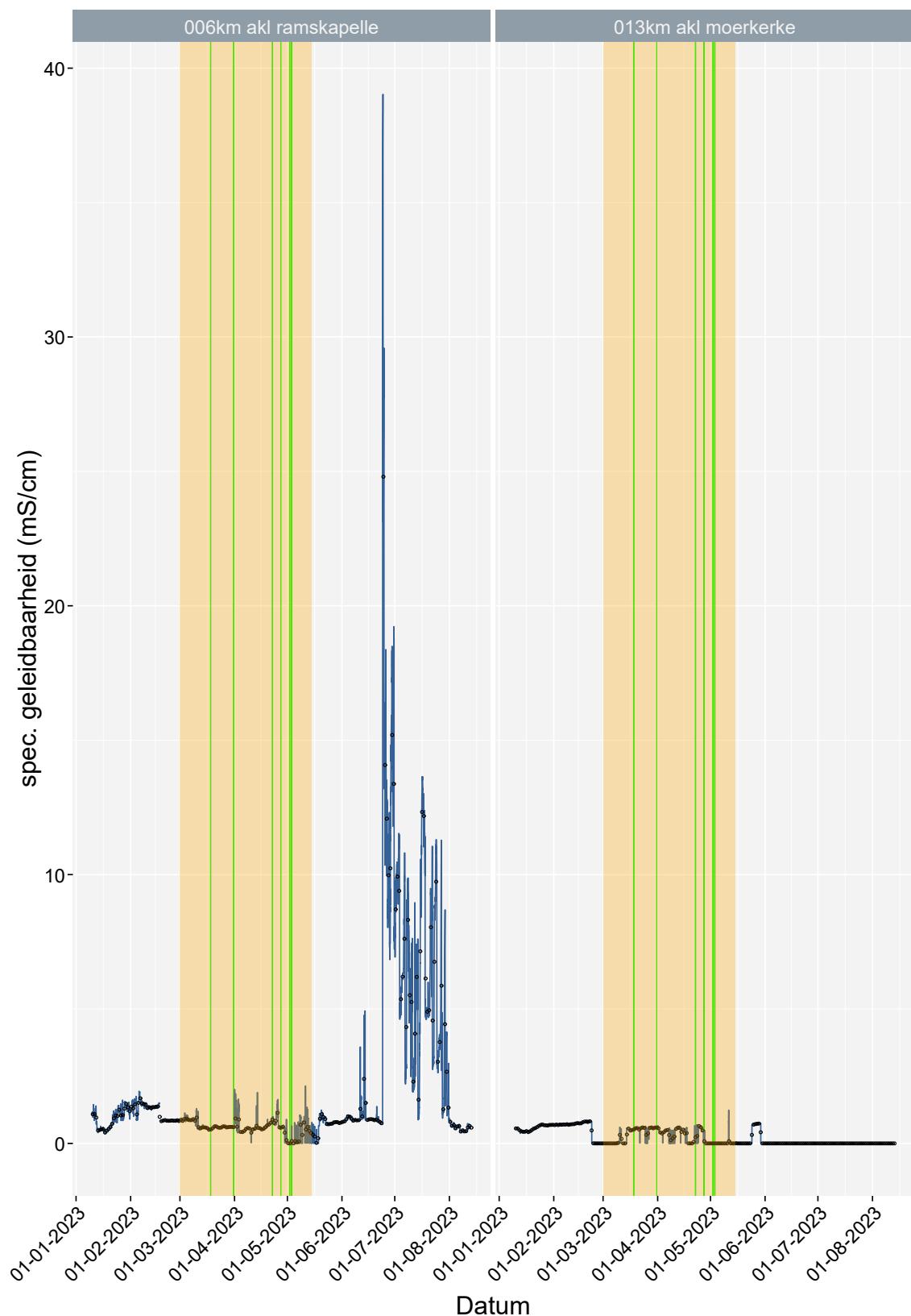


## Ijzer

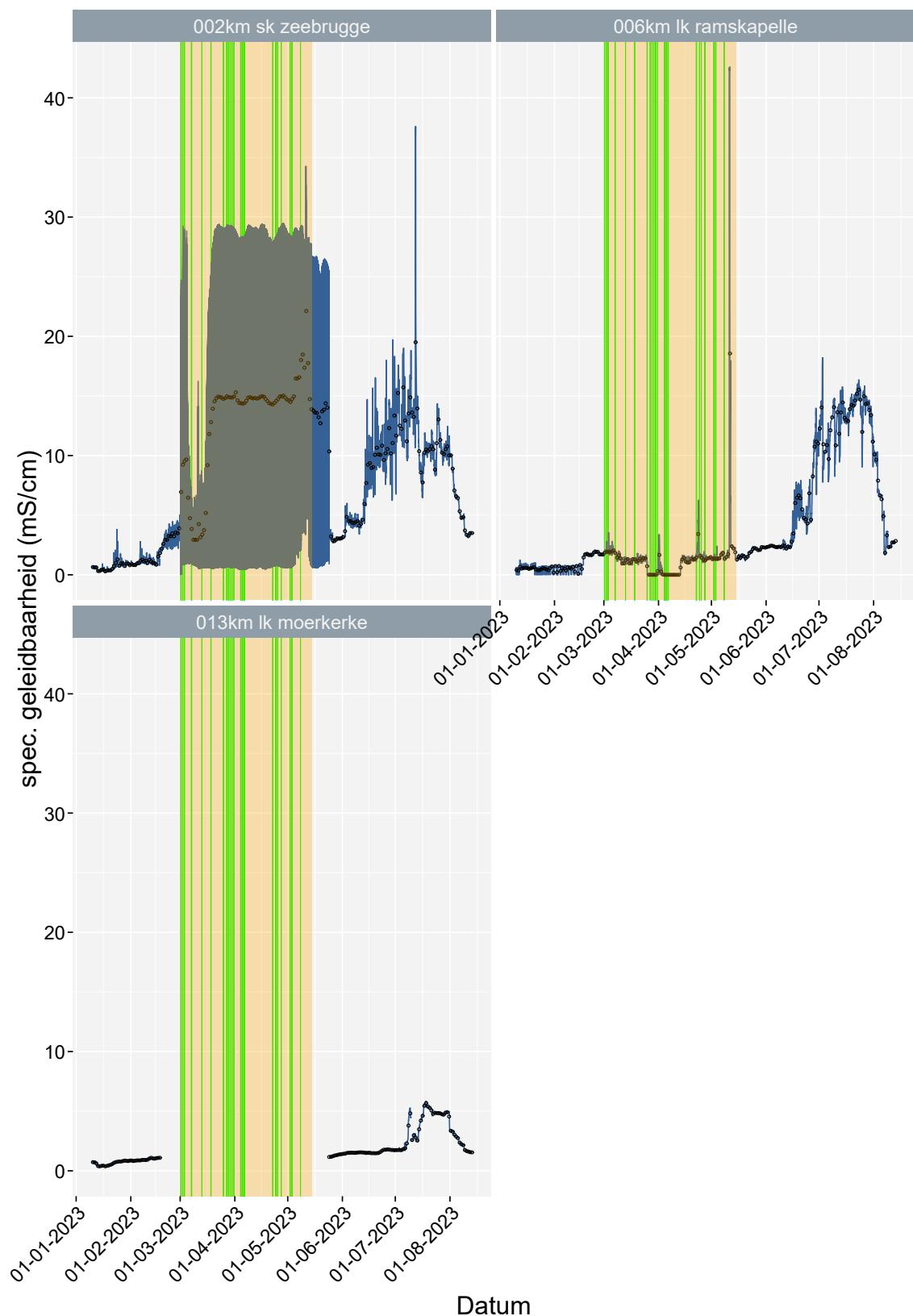




## AKL



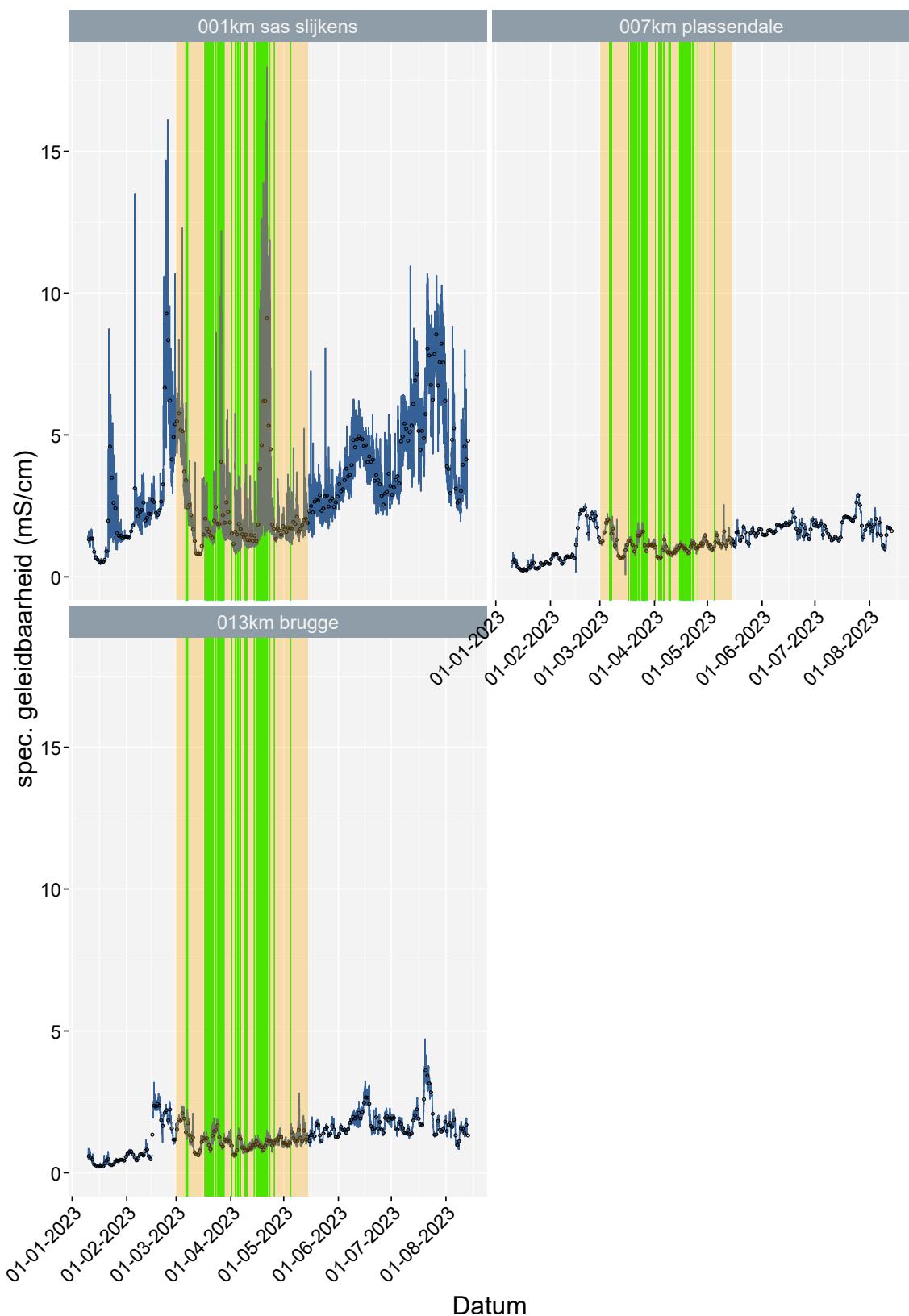
LK



# ONTWERP

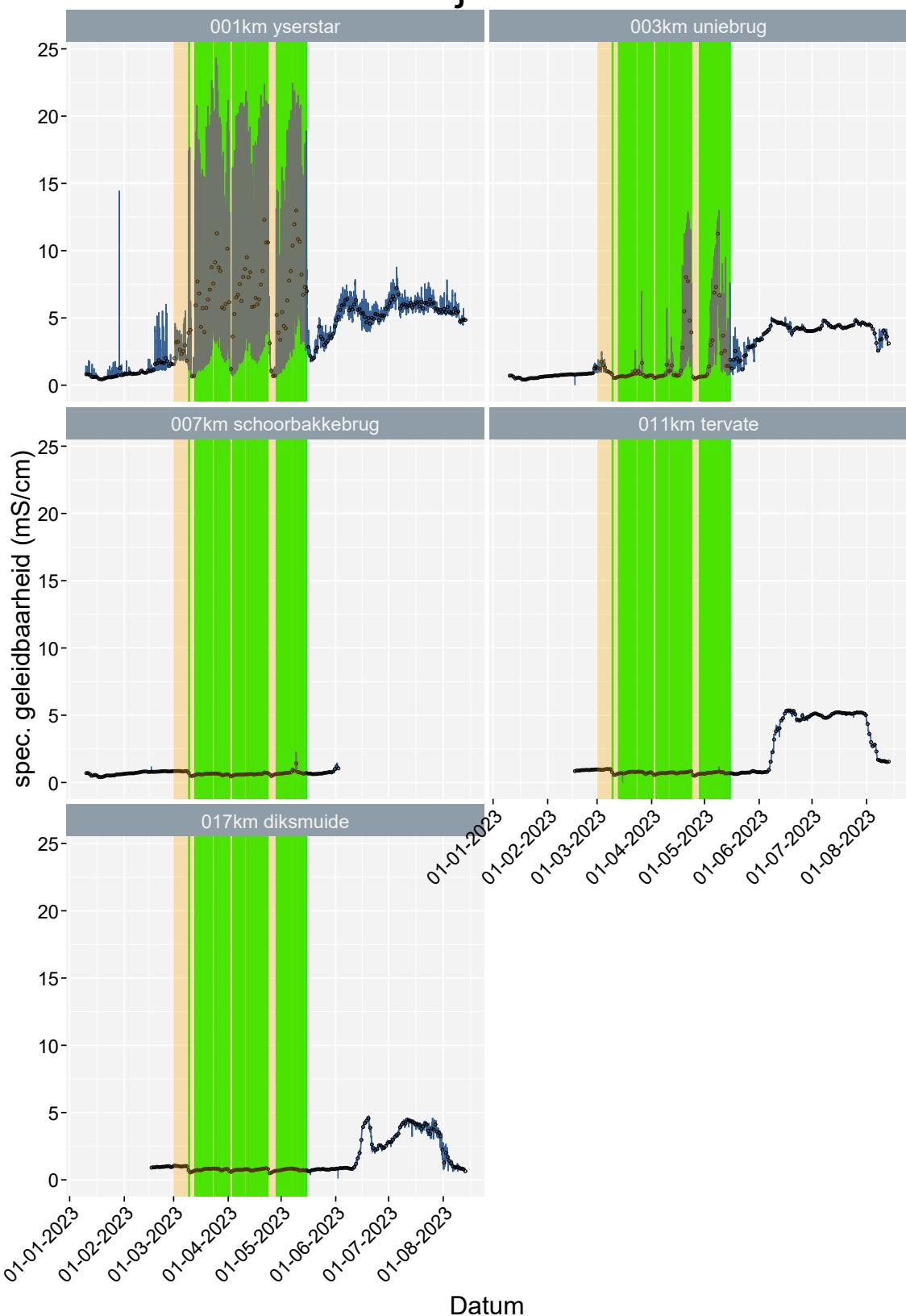
735

KGO



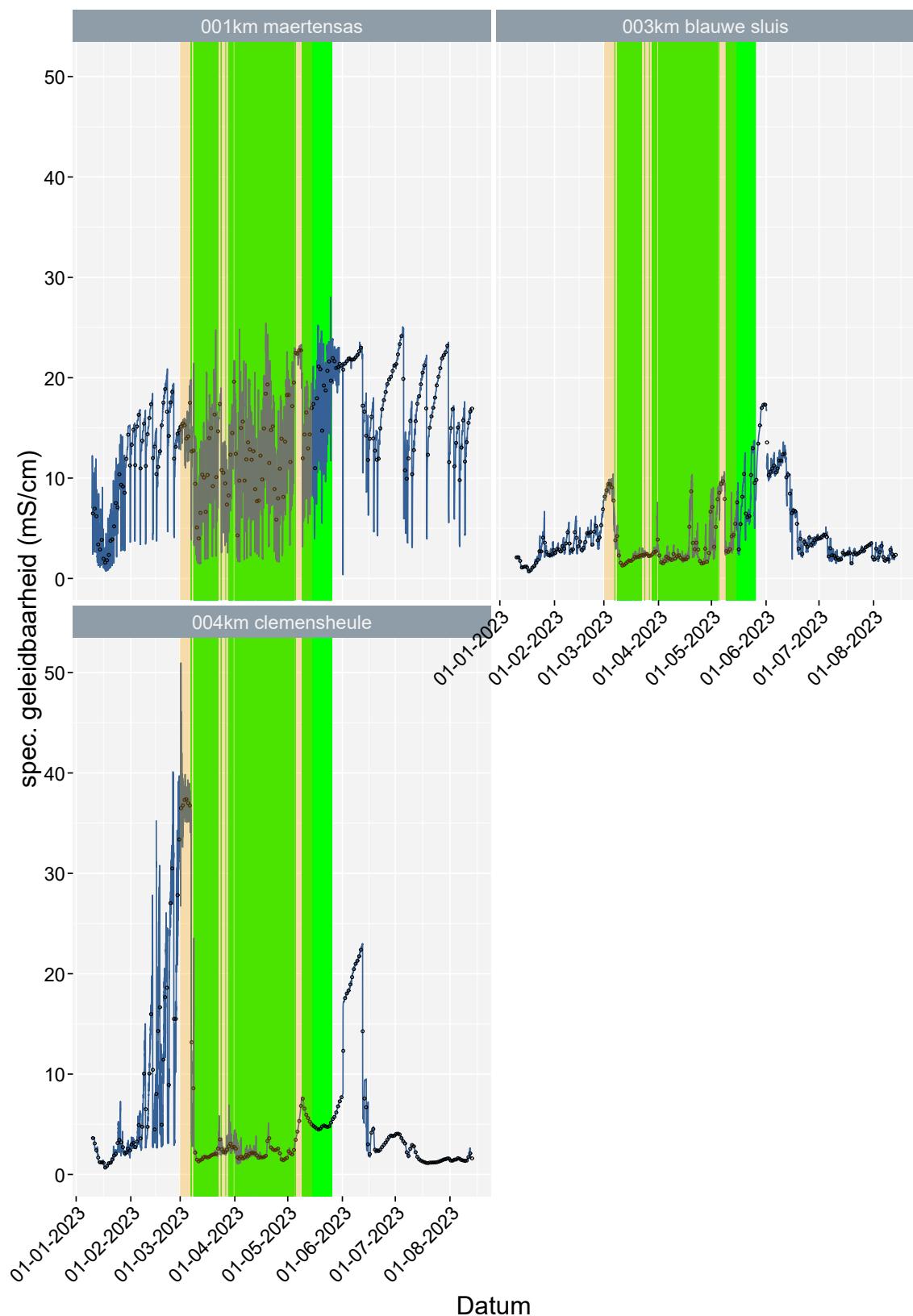
736

## IJzer



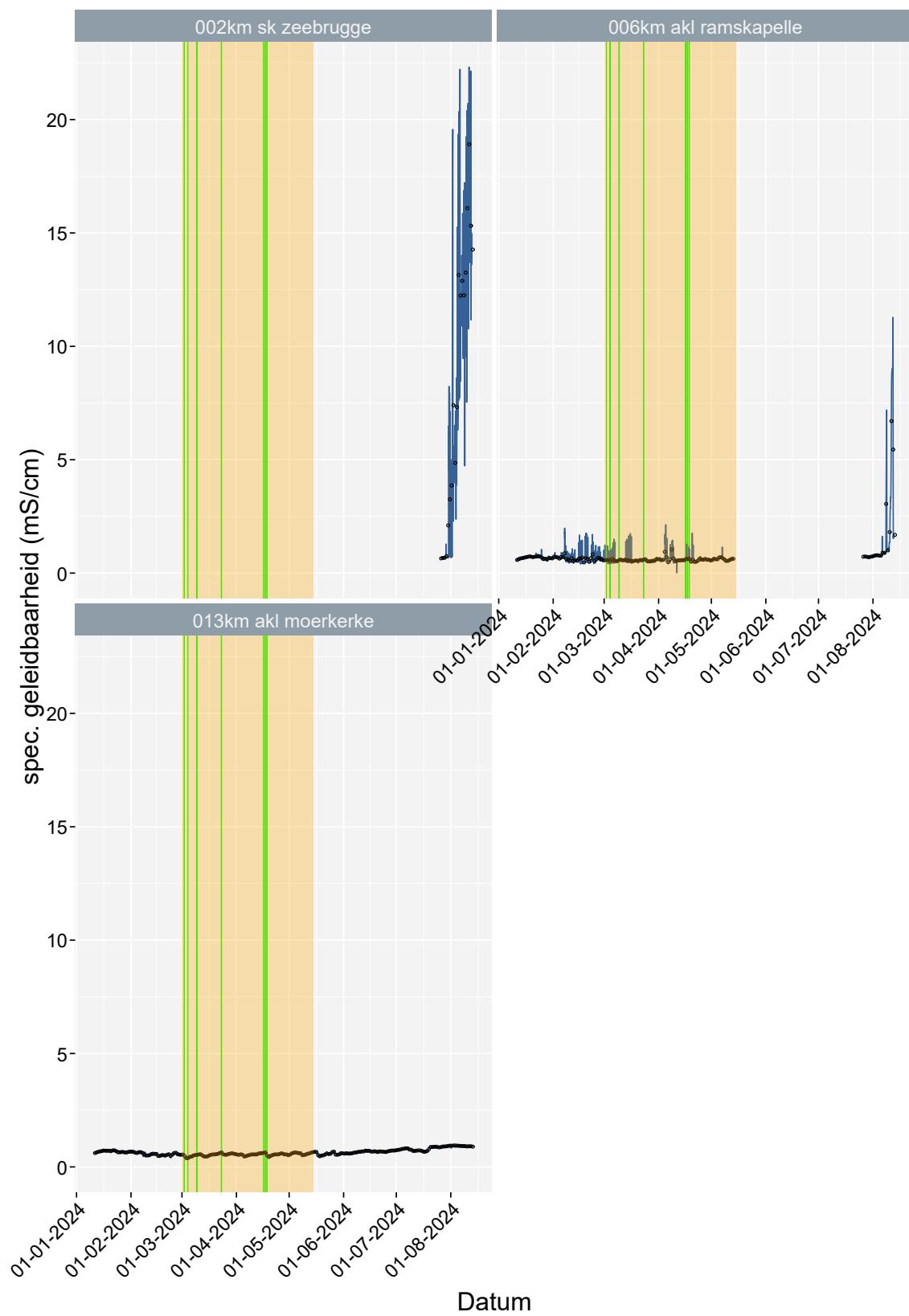
739

NE

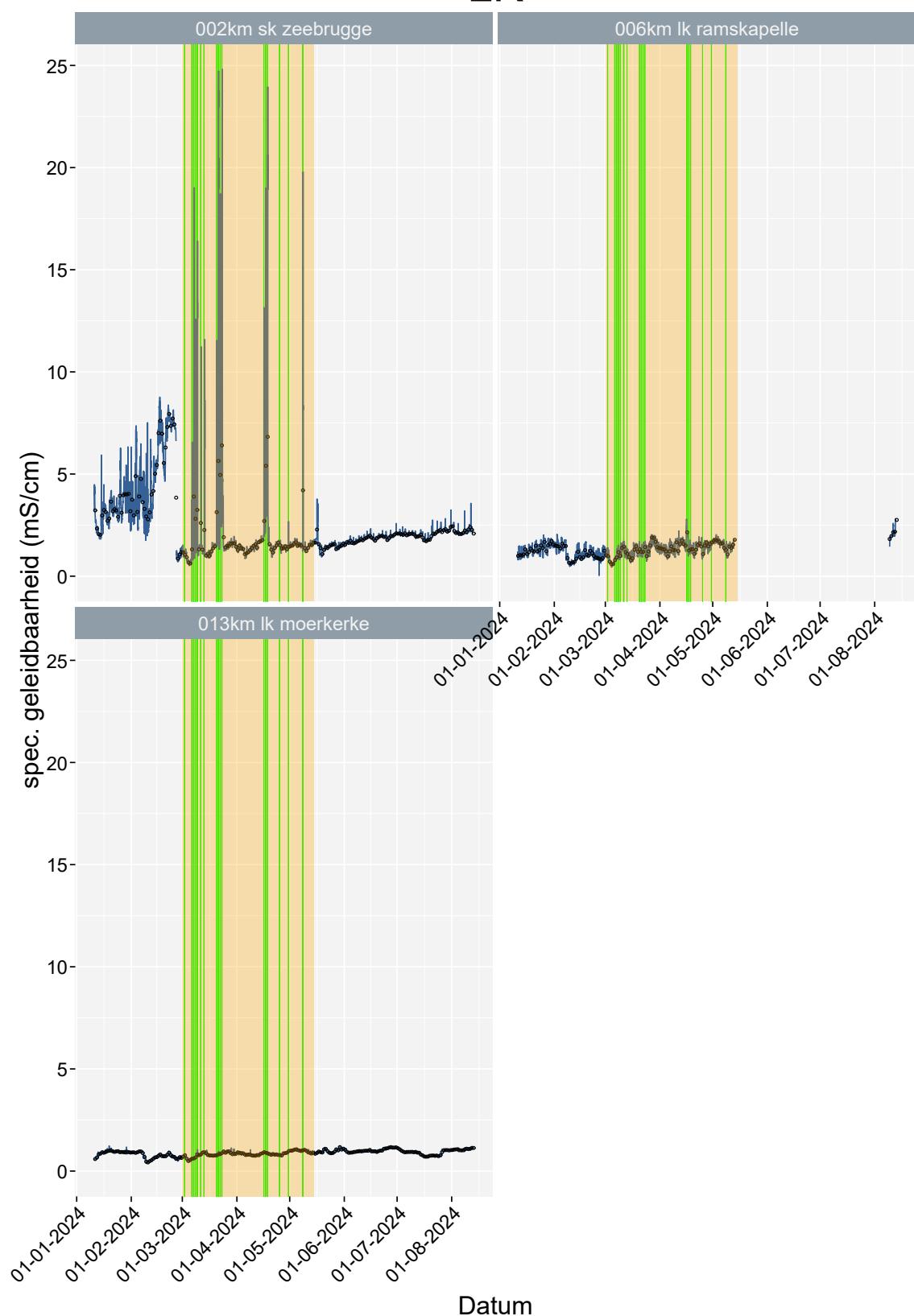


740

## AKL



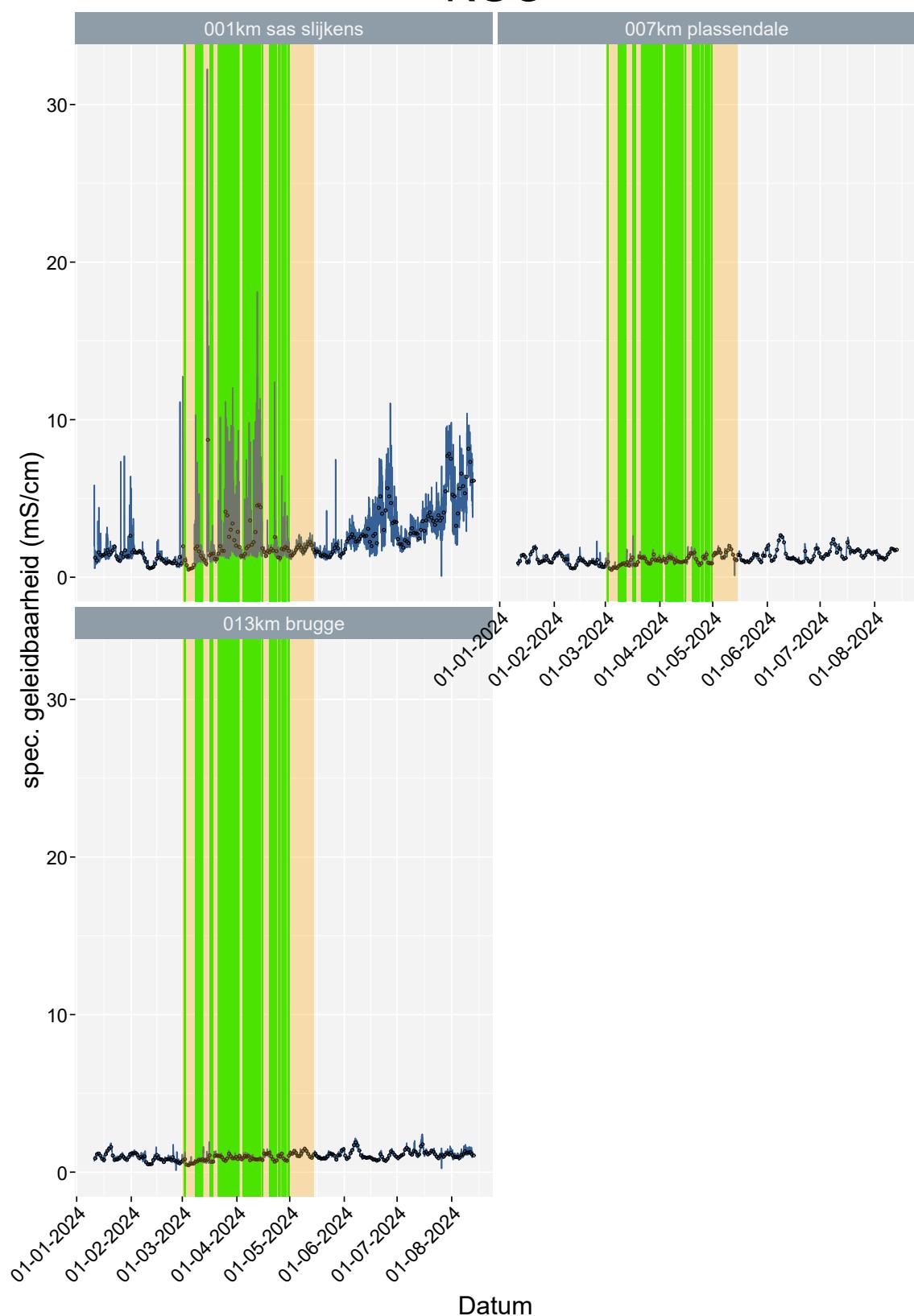
LK



# ONTWERP

746

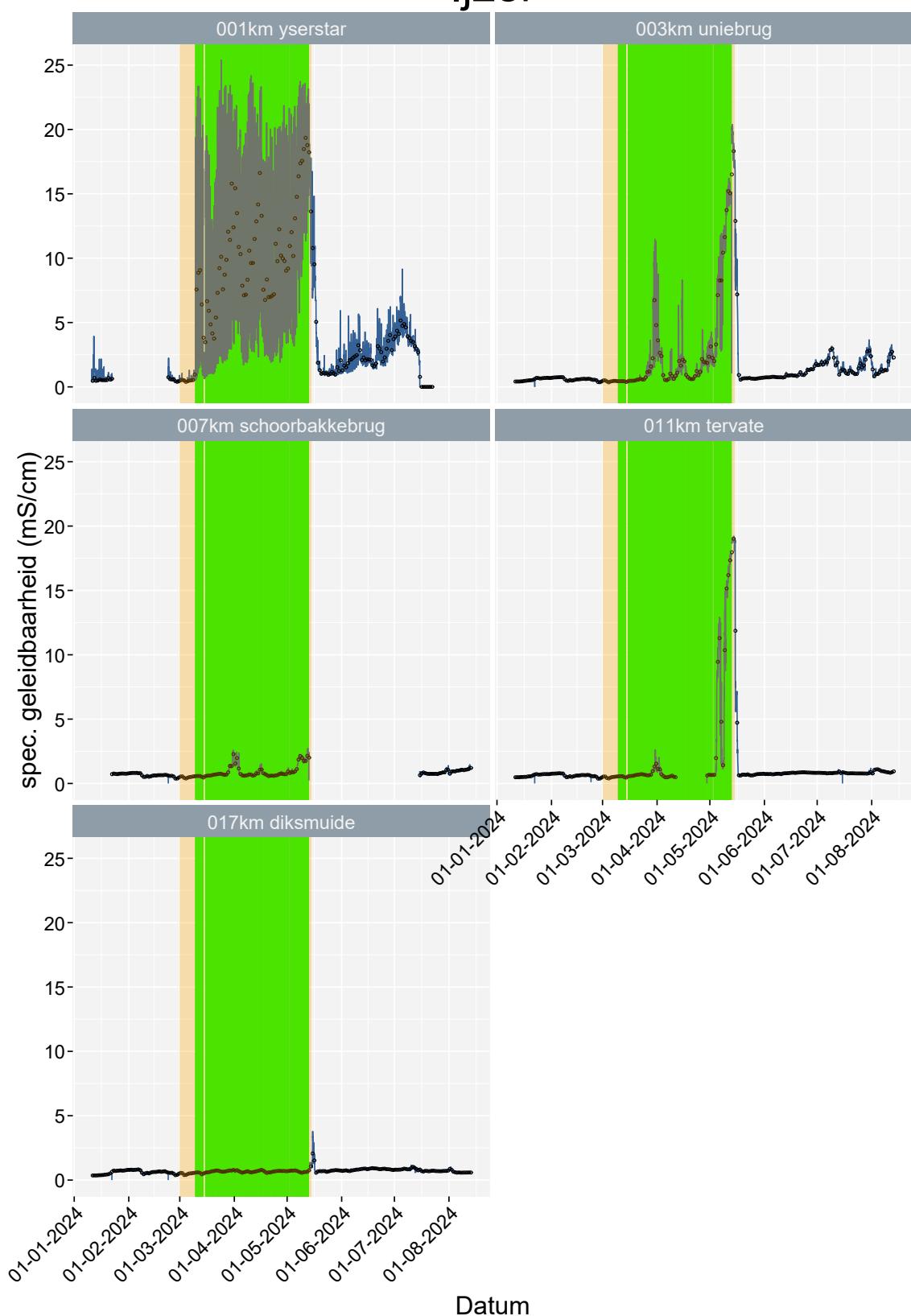
## KGO



747

||||| Pagina 72 van 74 ||||| !!! missing DOI !!! ||||| vlaanderen.be/inbo |||||

## Ijzer



NE

