

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

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

15 **Wijze van citeren:**
16 Broos, S., et. al. (!!! ONTBREKEND: year !!!!). Opvolging van de zoutintrusie in de IJzer, het kanaal
17 Gent-Oostende, het Leopoldkanaal en het afleidingskanaal van de Leie. Aangepast spuibeheer in 2022 in
18 functie van glasaalmigratie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek !!! ONTBREKEND:
19 year !!! (!!! ONTBREKEND: reportnr !!!!). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. DOI: !!!
20 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

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

**Aangepast spuibeheer in 2022 in functie van
glasaaalmigratie**

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

38 Dankwoord

39 We bedanken de operatoren van de spuischuiven voor het voorzien van de data van het aangepast spui-
40 beheer.

⁴¹ Nederlandstalige samenvatting

⁴² De Europese palingpopulatie (*Anguilla anguilla* L.) is de afgelopen decennia sterk afgangen en wordt nu
⁴³ beschouwd als een van de meest bedreigde vissoorten in Europa. Een belangrijke factor die bijdraagt aan
⁴⁴ deze achteruitgang is de beperking van de stroomopwaartse migratie van glasaal. In Vlaanderen vormen
⁴⁵ de IJzermonding in Nieuwpoort, het sluizencomplex “Sas Slijkens” aan de monding van het Kanaal Gent-
⁴⁶ Oostende en het uitwateringscomplex in Zeebrugge bij de monding van het Afleidingskanaal van de Leie
⁴⁷ (AKL) en het Leopoldkanaal (LK) cruciale intrekoutes voor glasaal.

⁴⁸ Eerder onderzoek heeft zich gericht op de migratie van glasaal en mogelijke mitigerende maatregelen bij de
⁴⁹ spuiconstructies van de Ganzepoot (IJzermonding), het Sas Slijkens (KGO) en het uitwateringscomplex van
⁵⁰ Zeebrugge. Hieruit bleek dat het op een kier zetten van de sluisdeur tijdens het opkomend tij een effectieve
⁵¹ en kostenefficiënte maatregel is om de stroomopwaartse migratie van glasaal te bevorderen, zonder dat
⁵² dit leidt tot verzilting van de polders door instroom van zeewater.

⁵³ In 2015 werd op geen enkele van deze cruciale locaties een alternatief spuibehoor toegepast. Toch werden
⁵⁴ verhoogde waarden van elektrische geleidbaarheid gemeten, zoals gerapporteerd in het Intern Rapport van
⁵⁵ het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek over de nulmeting van dat jaar. De metingen lieten zien dat de
⁵⁶ geleidbaarheid op verschillende locaties regelmatig verhoogd was, vooral nabij de uitwateringsconstructies
⁵⁷ en verder stroomopwaarts. Mogelijke oorzaken waren locatie-specifiek beheer of natuurlijke verzilting, met
⁵⁸ name tijdens drogere periodes met verminderde afvoer.

⁵⁹ Tussen 2016 en 2021 werd alternatief spuibehoor ingevoerd en geëvalueerd. In 2022 vond dit beheer plaats
⁶⁰ tussen 1 maart en 15 mei. De toepassing ervan verschildde per waterloop, onder andere door verschillen
⁶¹ in streefpeilen en tijdsvensters voor spuibehoor. Daarnaast speelt personeelsbezetting een rol: bij de IJzer
⁶² (Ganzepoot) is er permanente bemanning door binnenvaartbegeleiders, waardoor aangepast spuibehoor
⁶³ ook buiten kantooruren, inclusief 's nachts, kan worden uitgevoerd. Dit in tegenstelling tot de uitwaterings-
⁶⁴ constructies bij het AKL en het LK, waar deze mogelijkheid ontbreekt.

⁶⁵ Eerdere studies toonden aan dat de kansen om de palingdensiteit in het LK te verhogen onderbenut bleven
⁶⁶ ([Steendam et al., 2019](#)), doordat het aangepaste sluisbeheer in Zeebrugge (LK en AKL) beperkter werd
⁶⁷ toegepast dan bij andere waterlopen zoals het Kanaal Gent-Oostende en de IJzer. Om dit te verbeteren,
⁶⁸ werd in 2021 geprobeerd om het aangepaste spuibehoor in het LK te intensiveren door de schuiven ook
⁶⁹ met afgaand tij open te houden, waardoor er twee keer per etmaal gespuid kon worden. Op 3 maart 2021
⁷⁰ werd voor het eerst glasaal binnengelaten in het LK, en de schuiven bleven continu open tot 9 maart.
⁷¹ Dit leidde echter tot hoge zoutwaarden, waardoor het alternatief spuibehoor tijdelijk werd stopgezet van
⁷² 10 tot 18 maart. Vanaf 19 maart werd het spuibehoor hervat, maar enkel overdag, zoals in voorgaande
⁷³ jaren. In 2022 werd opnieuw het oorspronkelijke beheer toegepast, waarbij de schuiven uitsluitend overdag
⁷⁴ openstonden.

75 English abstract

76 The European eel population (*Anguilla anguilla* L.) has declined significantly over the past decades and is
77 now considered one of the most endangered fish species in Europe. A key factor contributing to this decline
78 is the restriction of upstream migration of glass eels. In Flanders, the main entry routes for glass eels are
79 the IJzer estuary in Nieuwpoort, the “Sas Slijkens” sluice complex at the mouth of the Ghent-Ostend Canal,
80 and the drainage complex in Zeebrugge at the mouth of the Afleidingskanaal van de Leie (AKL) and the
81 Leopoldkanaal (LK).

82 Previous research has focused on glass eel migration and possible mitigation measures at the sluicing
83 structures of the Ganzepoot (IJzer estuary), Sas Slijkens (KGO), and the drainage complex in Zeebrugge.
84 This research showed that slightly opening the sluice gate during the incoming tide is an effective and
85 cost-efficient measure to improve the upstream migration of glass eels without causing salinization of the
86 polders due to seawater inflow.

87 In 2015, no alternative sluicing management was applied at any of these critical locations. Nevertheless,
88 increased electrical conductivity values were measured, as reported in the Internal Report of the Institute
89 for Nature and Forest Research on the baseline measurement of that year. These measurements showed
90 that conductivity was regularly elevated at various locations, particularly near the drainage structures
91 and further upstream. Possible causes included site-specific management practices or natural salinization,
92 especially during drier periods with reduced discharge.

93 Between 2016 and 2021, alternative sluicing management was implemented and evaluated. In 2022, this
94 management continued from February 28 to May 15. Its application varied per watercourse, partly due to
95 differences in target water levels and time windows for sluicing. Additionally, staffing played a role: at the
96 IJzer (Ganzepoot), permanent personnel from inland navigation support allowed sluicing management to
97 be carried out outside regular office hours, including at night. In contrast, such flexibility was not available
98 at the drainage structures of the AKL and LK.

99 Previous studies indicated that opportunities to increase eel density in the LK remained underutilized
100 ([Steendam et al., 2019](#)), as adjusted sluice management in Zeebrugge (LK and AKL) was applied to a lesser
101 extent compared to other watercourses such as the Ghent-Ostend Canal and the IJzer. To address this,
102 an attempt was made in 2021 to enhance alternative sluicing management in the LK by keeping the sluice
103 gates open during the outgoing tide as well, allowing adapted sluicing twice per 24 hours. On March 3, 2021,
104 glass eels were allowed into the LK for the first time, and the sluice gates remained open continuously until
105 March 9. However, this led to high salinity levels, prompting a temporary suspension of alternative sluicing
106 management from March 10 to March 18. From March 19 onward, sluicing management was resumed but
107 only during the daytime, as in previous years. In 2022, the original management approach was reinstated,
108 with the sluice gates opening only during the day.

¹⁰⁹ Aanbevelingen voor beheer

¹¹⁰ Dit onderzoek had als doel de verdere optimalisatie van het alternatief spuibeheer, dat in eerder onderzoek
¹¹¹ werd geïdentificeerd als een kostenefficiënte en effectieve maatregel om de stroomopwaartse migratie van
¹¹² glasaal te bevorderen zonder significante instroom van zeewater.

¹¹³ Nulmetingen in 2015 (het jaar voorafgaand aan de implementatie van alternatief spuibeheer) toonden
¹¹⁴ aan dat verhoogde geleidbaarheidswaarden regelmatig werden gemeten op verschillende locaties, zowel
¹¹⁵ nabij de uitwateringsconstructies als verder stroomopwaarts in diverse waterlopen en kanalen. Deze ho-
¹¹⁶ gere waarden werden vaak toegeschreven aan natuurlijke verzilting (met name in drogere periodes met
¹¹⁷ verminderde afvoer) of locatie-specifiek beheer (zie INBO intern rapport, 2015).

¹¹⁸ Op basis van historische metingen (INBO interne rapporten: 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018,
¹¹⁹ 2019, 2020 en 2021) en de metingen die werden uitgevoerd vóór, tijdens (tussen 28 februari en 15 mei) en
¹²⁰ na de toepassing van alternatief spuibeheer in 2022, kan worden geconcludeerd dat deze aangepaste be-
¹²¹ heersmaatregel ter ondersteuning van glasaalmigratie slechts een minimaal risico op significante stijgingen
¹²² in geleidbaarheid in de verschillende waterlopen met zich meebrengt.

¹²³ Daarnaast werd als preventieve veiligheidsmaatregel met de waterbeheerde overeengekomen dat alter-
¹²⁴ natief spuibeheer in onmiddellijk wordt stopgezet indien vastgelegde limietwaarden worden overschreden.

125 Inhoudsopgave

126	Dankwoord	1
127	Nederlandstalige samenvatting	2
128	English abstract	3
129	Aanbevelingen voor beheer	4
130	Inhoudsopgave	5
131	Lijst van figuren	6
132	Lijst van tabellen	8
133	1 Inleiding	9
134	2 Materiaal en methoden	11
135	2.1 Studiegebied	11
136	2.2 Dataverzameling	13
137	3 Resultaten	16
138	3.1 Aangepast spuibeheer ter hoogte van de zout-zoetovergangen aan de Belgische kust en ingeschat effect op de intrek van glasaal	16
139	3.2 Opvolging van saliniteit, temperatuur, afvoer en neerslag in relatie tot het aangepast spuibeheer	17
140	4 Bespreking	38
143	Referenties	39
144	A Appendix	41
145	A.1 Instructies tijdelijk stopzetten aangepast spuibeheer	41
146	A.2 Tijdsreeksen	41
147	A.3 Eerdere jaren	45

Lijst van figuren

148	Figuur 1.1	De levenscyclus en de belangrijkste ontwikkelingsstadia van paling.	9
150	Figuur 2.1	Ligging van de spuiconstructies aan de Ganzepoot in de IJzermonding	11
151	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
152	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
153	Figuur 2.4	Monitoringsconstructie voor het opvolgen van de conductiviteit (links) met behulp van HOBO U24 Fresh Water Conductivity Data Logger.	13
154	Figuur 3.1	Totale duur aangepast spuibehoor (uren) per jaar en waterlichaam.	17
155	Figuur 3.2	Aantal events aangepast spuibehoor per jaar en waterlichaam.	17
156	Figuur 3.3	Verloop van de specifieke geleidbaarheid (mS/cm) in het AKL. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	18
157	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	19
158	Figuur 3.5	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 Moerkerke (13 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Zomergem en neerslag ter hoogte van Dudzele in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	20
159	Figuur 3.6	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 spuibehoor weer.	22
160	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 Zeebrugge (1.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	23
161	Figuur 3.8	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	24



186	Figuur 3.9	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 Moerkerke (13 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	25
191	Figuur 3.10	Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in het KGO. De daggemiddelen worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	27
194	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 sas Slijkens (0.9 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	28
199	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 Plassendale (7.0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	29
204	Figuur 3.13	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	30
209	Figuur 3.14	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 spuibehoor weer.	32
212	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 Ijzermonderesteiger (0,2 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	33
217	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	34
222	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	35
227	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	36
232	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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.	37



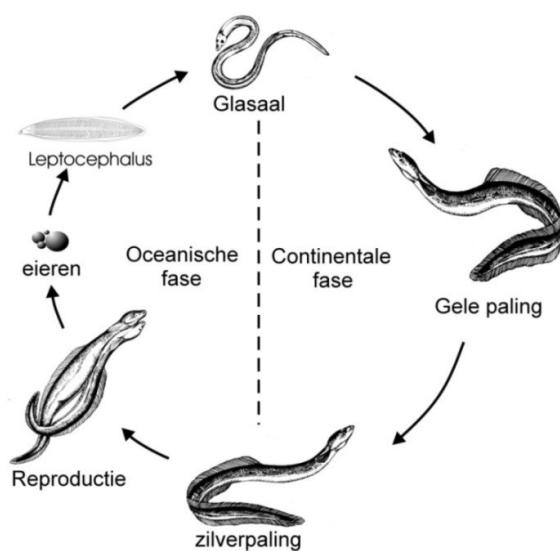
237	Figuur A.1	Specifieke geleidbaarheid (mS/cm) in functie van de tijd voor de verschillende sites en over verschillende afstanden tot de spuischuiven.	42
238	Figuur A.2	Neerslag (mm) in functie van de tijd voor de verschillende sites.	42
240	Figuur A.3	Afvoer (m^3/s) in functie van de tijd voor de verschillende sites.	43
241	Figuur A.4	Aantal events aangepast spuibehoor (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites.	43
243	Figuur A.5	Duur aangepast spuibehoor (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites. . .	44

244 Lijst van tabellen

245	Tabel 3.1	2022 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 2022 weer en is niet dus gelinkt aan het aantal as events.	16
-----	-----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

1 INLEIDING

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



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

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

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

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

288 In een eerder onderzoek werden de abiotische factoren geanalyseerd die de migratie van glasaal beïn-
289 vloeden bij vijf spuicomplexen in het IJzerestuarium in Nieuwpoort ([Mouton et al., 2009](#)). Daarbij werd
290 onderzocht hoe de migratie naar de Ijzer op een efficiënte manier kon worden gestimuleerd. Het onder-
291 zoek toonde aan dat een beperkte opening van de spui tijdens het opkomend tij een kosteneffectieve en
292 efficiënte maatregel is om de stroomopwaartse migratie van glasaal te verbeteren, zonder een significante
293 instroom van zout water te veroorzaken.

294 Vervolgonderzoek richtte zich op de toepassing van een vergelijkbaar spuibehandeling bij de uitwateringskunst-
295 werken van het Kanaal Gent-Oostende (KGO) in Oostende ([Buyssse et al., 2012a](#)) en bij het Afleidingskanaal
296 van de Leie (AKL) en het Leopoldkanaal (LK) in Zeebrugge ([Buyssse et al., 2015a](#)). Tevens werd onderzocht
297 of dit aangepaste spuibehandeling leidde tot een stijging van het zoutgehalte in de Ijzer ([Mouton et al., 2011](#))
298 en het KGO ([Buyssse et al., 2012b](#)). De resultaten gaven aan dat het alternatieve spuibehandeling geen signifi-
299 cante verzilting veroorzaakt, mits het wordt toegepast buiten perioden van extreme droogte. Op basis van
300 deze bevindingen werd een protocol opgesteld met drempeldebietwaarden waarbinnen het alternatieve
301 spuibehandeling veilig kan worden uitgevoerd.

302 Dit rapport analyseert en rapporteert de impact van het aangepaste spuibehandeling in 2023 op vijf waterlopen:
303 de Ijzer, het KGO, het AKL, het LK en de NE. De bevindingen bieden belangrijke inzichten voor rivierbeheer-
304 ders over het efficiënt en glasaalvriendelijk beheren van estuarische migratiebarrières.

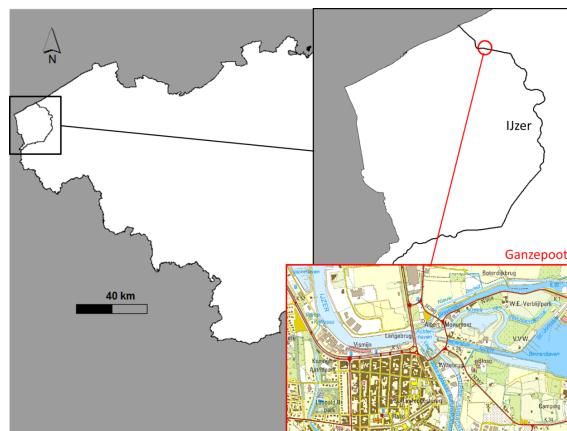


305 2 MATERIAAL EN METHODEN

306 2.1 STUDIEGEBIED

307 2.1.1 De Ganzepoot

308 Glasalmigratie werd bestudeerd aan de monding van de 76 km lange Ijzer, een bevaarbare rivier in zuid-
 309 west Vlaanderen (Fig. 2.1) met een debiet dat in 2022 varieerde tussen $-8.20 \text{ m}^3/\text{s}$ en $48.60 \text{ m}^3/\text{s}$ (gemiddeld
 310 $3.6 \text{ m}^3/\text{s}$). Het afvoerdebiet (hoge resolutie / waterinfo.be) van de Ijzer is beschikbaar van meetstation
 311 Keiem (ca. 4.5 km stroomopwaarts van de spuisluizen). Het Ijzerbekken heeft een oppervlakte van 1101
 312 km^2 en bevindt zich voor 33 % in Frankrijk. Aan de Ijzermonding komen zes verschillende waterlopen samen
 313 in een kunstmatig bekken, de Ganzepoot, op ca. 4 km van de zee (Fig. 2.1). Elke waterloop wordt afgesloten
 314 door drie tot acht spuistuwen om de instroom van zout water te vermijden bij hoogwater. Op die manier
 315 wordt de verzilting van de achterliggende landbouwgronden tegengegaan, het hinterland beschermd tegen
 316 overstromingen en zijn sommige waterlopen bevaarbaar. Bij laag tij worden de spuinen geopend om overtollig
 317 polderwater af te voeren en deze worden opnieuw gesloten wanneer het zeewaterniveau het peil van de
 318 waterloop stroomopwaarts van het spuicomplex benadert. Het volume van de zoetwateruitstroom hangt af
 319 van de buffercapaciteit nodig om overstromingen te vermijden op basis van de voorspelde watertoevoer
 320 verder stroomopwaarts van het spuicomplex. Verschillende zoetwatervolumes worden dus gespuid ter
 321 hoogte van de zes riviermondingen in functie van de (voorspelde) neerslag.



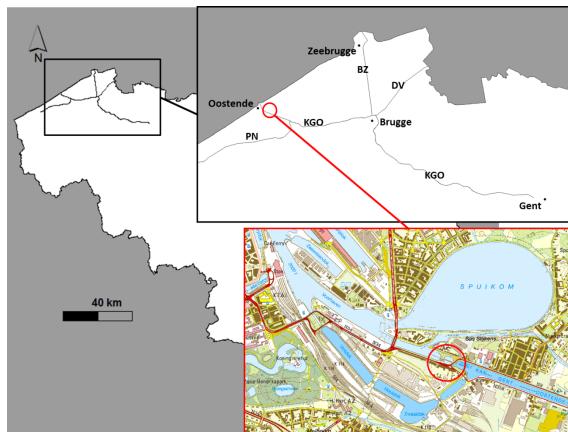
Figuur 2.1: Ligging van de spuiconstructies aan de Ganzepoot in de Ijzermonding

322 2.1.2 Sas Slijkens

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

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

332 werden tot in 2020 gemeten en geregistreerd in Varsenare (Bron: HIC, Hydrologisch Informatie Centrum).
333 Vanaf 2021 wordt het debiet gemeten in Oostkamp. Het gemiddelde debiet in Oostkamp in 2022 was 4.58
334 m³/s, terwijl het debiet varieerde tussen -9.43 m³/s en 38.75 m³/s. Op het kanaal wordt in functie van de
335 binnenvaartruimte getracht een constant peil na te streven van 3.94 mTAW.

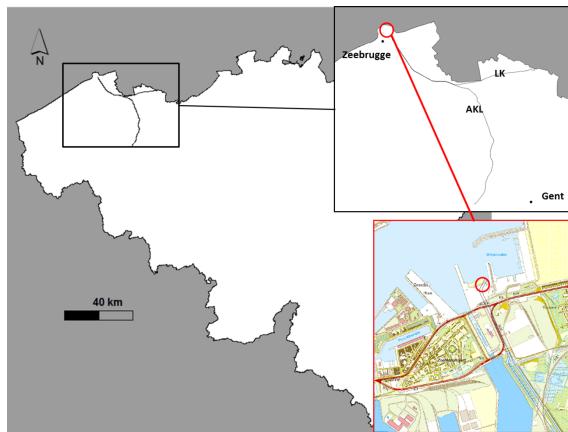


Figuur 2.2: Situering van het KGO, de Ringvaart in Brugge, de Damse Vaart (DV), het Boudeijkkanaal (BZ) en het Kanaal Plassendale-Nieuwpoort (PN). De locatie van de spuiconstructie 'Sas Slijkens' is rood omcirkeld (rechts onderaan).

336 2.1.3 Uitwatering Zeebrugge

337 Het Leopoldkanaal (LK) en het Afleidingskanaal van de Leie (AKL, ook Schipdonkkanaal genoemd) monden
338 uit in een gemeenschappelijke constructie in de voorhaven van Zeebrugge (Fig. 2.3). Het LK loost in de
339 Brugse voorhaven via een ondergrondse koker die afgesloten wordt door drie schuiven. Het gemiddelde
340 debiet van het LK tijdens 2022 was 0.98 m³/s, met een minimum van -5.83 m³/s en een maximum van
341 25.47 m³/s. Debietreeksen van het LK worden gemeten en geregistreerd in Damme (Bron: HIC, Hydrologisch
342 Informatie Centrum). Het AKL loost in de Brugse voorhaven via twee ondergrondse kokers die elk afgesloten
343 worden door drie schuiven. De beschikbare debietsgegevens van het AKL (minimumwaarde -2.01 m³/s,
344 maximumwaarde 34.43 m³/s en gemiddelde waarde 0.20 m³/s) zijn afkomstig van Zomergem (HIC), een flink
345 eind verder stroomopwaarts ten opzichte van de conductiviteitsmeetpunten van Zeebrugge, Ramskapelle
346 en Moerkerke waardoor de door ons gemeten conductiviteit moeilijk in relatie te brengen is met deze
347 debietwaarden.

348 Steendam et al. stelden in het rapport 'Opvolging van de palingstand in het Leopoldkanaal als evaluatie van
349 het aangepast spuibehandelen in functie van een verbeterde glasaalmigratie (2018-2019)' dat de kansen
350 om de palingdichtheid in het LK significanter op te krikken sterk onderbenut bleven omdat het aangepast
351 spuibehandelen in Zeebrugge (LK en AKL) veel beperkter werd toegepast in vergelijking met de andere
352 waterlopen onder beheer van DVW (Kanaal Gent-Oostende, IJzer) ([Steeddam et al., 2019](#)). Daarom werd in
353 2021 door DVW een poging gedaan om het aangepast spuibehandelen in het LK op te krikken door de schuiven
354 ook met afgaand tij open te laten staan. Via deze beheermaatregel kon er tweemaal per 24 u aangepast
355 gespuid worden. Er werd voor het eerst glasaal binnen gelaten in het LK op 3 maart. De schuiven stonden
356 vanaf 3 maart tot en met 9 maart doorlopend open. Dit veroorzaakte hoge zoutwaarden waardoor het
357 alternatief spuibehandelen vanaf 10 maart tot en met 18 maart tijdelijk stilgelegd werd. Vanaf 19 maart werden
358 de schuiven enkel nog overdag geopend – net zoals de voorbije jaren. In 2022 werd er terug gespuid
359 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.

³⁶⁰ 2.2 DATAVERZAMELING

³⁶¹ 2.2.1 Conductiviteitsmetingen

³⁶² Conductiviteitsmetingen werden uitgevoerd met CTD Divers (SWS Technology) en/of 'HOBO U24 Fresh
³⁶³ Water Conductivity Data Logger'. Aangezien zout water een hogere densiteit heeft, en dus zwaarder is
³⁶⁴ dan zoet water, werden de divers in een metalen kooi een tiental centimeter boven de bodem bevestigd
³⁶⁵ (Figuur 5). CTD-divers werden geplaatst op deze locaties: [link](#). Op basis van debietsgegevens (afkomstig van
³⁶⁶ het Hydrologisch Informatie Centrum) kon de relatie tussen afvoer en conductiviteit opgevolgd worden.



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

³⁶⁷ 2.2.1.1 Ijzer

³⁶⁸ Omdat de kans op verzilting het grootst blijkt op de Ijzer ([Steendam et al., 2019](#)) werd besloten dat vanaf
³⁶⁹ maart 2020 het netwerk van divers uitgebreid werd zodat de potentieel landinwaarts opschuivende zout-
³⁷⁰ lens beter gemonitord kon worden en het alternatief spuibehoor tijdig kon worden stopgezet. Het eerste
³⁷¹ conductiviteitsmeetpunt bevond zich direct stroomopwaarts van de spuinen, ter hoogte van de Ijzermonde
³⁷² steiger. Het tweede meetpunt lag stroomopwaarts van het spaarbekken, ter hoogte van de Uniebrug. Het
³⁷³ derde meetpunt lag ter hoogte van de Schoorbakkebrug, het vierde aan de staketsels van de vroegere Ter-

374 vatebrug en het vijfde net stroomafwaarts van Diksmuide. Deze vijf locaties bevonden zich respectievelijk
375 0.2 km, 3.3 km, 7.3 km, 10.6 km en 17 km stroomopwaarts van de spuiconstructies in de IJzer.

376 **2.2.1.2 Kanaal Gent-Oostende**

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

383 **2.2.1.3 Leopoldkanaal en Afleidingskanaal van de Leie**

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

397 **2.2.2 Overzicht aangepast spuibeheer**

398 In principe wordt er alternatief gespuid in functie van glasaalmigratie tussen 1 maart en 15 mei 2022 op
399 de IJzer, het Kanaal Gent-Oostende, het Leopoldkanaal, het Afleidingskanaal van de Leie en de Noordede.
400 In praktijk kan en wordt er veel minder alternatief gespuid.

401 Er is een groot verschil in toepassing van het alternatief spuibeheer per waterloop. Dit heeft o.a. te maken
402 met het feit dat de verschillende waterlopen een verschillend streefpeil (mTAW) hebben waardoor ook
403 het tijdsvenster voor het toepassen van alternatief spuibeheer verschillend is. Een andere reden is dat
404 bepaalde belangrijke uitwateringsconstructies zoals aan de IJzer (Ganzepoot) permanent bemand zijn door
405 binnenvaartbegeleiders die het beheer ook buiten de normale kantooruren kunnen toepassen (inclusief 's
406 nachts), dit in tegenstelling tot de uitwateringsconstructies van het AKL en het LK. In 2021 werd geprobeerd
407 om het aangepast spuibeheer in het LK op te krikken door de schuiven ook met afgaand tij open te laten
408 staan. Via deze beheermaatregel kon er twee maal per 24 u aangepast gespuid worden. Dit veroorzaakte
409 al snel hogere zoutwaarden waardoor het alternatief beheer tijdelijk moet stilgelegd worden. Naderhand
410 werd het aangepast spuibeheer hervat volgens het oude protocol. Ook in 2022 werd het oude protocol
411 gevuld.

412 **2.2.3 Inschatting van het effect op de intrek van glasaal**

413 Op basis van de tijdregistratie van het **aangepast spuibeheer (AS)** van 2022 in combinatie met eerder
414 verkregen inzichten in het aantal glasaal dat gebruik maakt van het AS om stroomopwaarts te migreren, kan
415 een inschatting gemaakt worden van het aantal glasalen dat in 2022 stroomopwaarts heeft kunnen trekken
416 door de spuiconingen. Deze berekening werd gemaakt in het kader van het visserijovereenkomstrapport
417 van 2022 in opdracht van ANB en alle beschrijvingen van de methodologie en resultaten zijn overgenomen
418 van dit rapport ([Vandamme et al., 2024](#)). Voor het inschatten van het aantal glasalen dat per getijden cyclus



419 stroomopwaarts migreert via de spuisluizen bij AS wordt gebruik gemaakt van volgende studies: De **Ijzer**
420 thv Ganzepoot ([Mouton et al., 2010](#); [Mouton et al., 2013](#)), het **Leopoldkanaal (LK)** thv de voorhaven van
421 Zeebrugge([Buysse et al., 2015b](#)), het **Afleidingskanaal van de Leie (AKL)** thv de voorhaven van Zeebrugge
422 ([Buysse et al., 2015b](#)), Het **kanaal Gent-Oostende (KGO)** thv Sas Slijkens ([Buysse et al., 2012a](#)) en de
423 **Noordede (NE)** thv Maertensas ([Vandamme et al., 2020](#)). Voor het perskanaal **Veurne-Ambacht (VA)** is
424 jaarlijks het effectief aantal ingetrokken glasalen beschikbaar via de gegevens van de twee glasaal goten
425 die opgesteld staan bij het pompgemaal VA ([Vandamme et al., 2020](#)).

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

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

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

- 440 • Het aantal geopende binnenschuiven
- 441 • Het aantal geopende buitenschuiven
- 442 • De opening van de schuiven
- 443 • De duur van het AS event
- 444 • Het debiet
- 445 • Het waterpeil
- 446 • De watertemperatuur

447 *De meest recente studie van de Ijzer ([Mouton et al., 2013](#)) was relatief uitgebreid en beschouwde meerdere*
448 *variabelen maar concludeerde ook hier dat de hoeveelheid glasalen die zich anmeldt te variabel is om*
449 *de hoeveelheid glasalen die passeert eenduidig in te schatten. Het belang van het aantal dieren voor de*
450 *schuiven kwam ook tot uiting bij de analyse van het effect dat het aantal open schuiven heeft: Op het*
451 *eerste zicht bleek er geen effect te zijn van het aantal open schuiven, maar wanneer een onderscheid werd*
452 *gemaakt tussen AS events met een grote versus kleine densiteit aan glasaal, bleek dat meer schuiven een*
453 *significant effect had op het aantal glasalen dat passeert. Een meer informatief model zou daarom ofwel*
454 *het aandeel glasalen dat succesvol passeert als respons moeten gebruiken of het aantal dieren voor de*
455 *sluis meenemen als interactiefactor. De benodigde data is daarvoor echter niet vorhanden, noch is er een*
456 *model beschikbaar dat inschat wat het aantal dieren zou zijn dat zich anmeldt voor de schuiven op basis*
457 *van beschikbare omgevingsdata zoals windrichting, neerslag en debiet. Voor het gemiddeld aantal glasaal*
458 *per event werd gebruik gemaakt van het gemiddelde van de bemonsteringen in 2010 (1 schuif open op 10*
459 *cm, lineair geëxtrapoleerd naar 2 schuiven open op 20 cm) ([Mouton et al., 2010](#)) en 2013 (gemiddeld aantal*
460 *bij 2 schuiven open op 20 cm) ([Mouton et al., 2013](#)).*

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



463 3 RESULTATEN

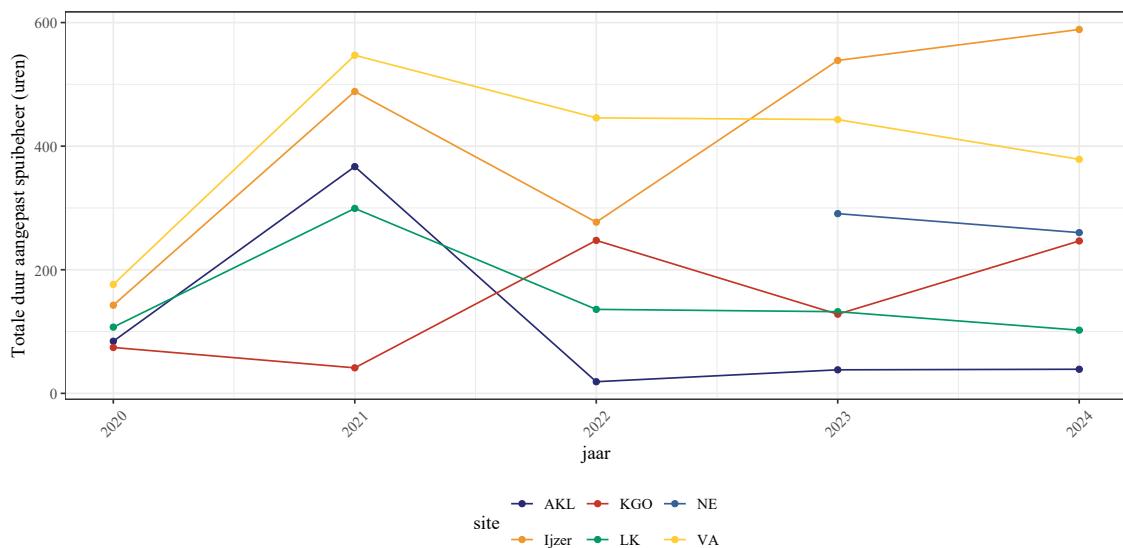
464 3.1 AANGEPAST SPUIBEHEER TER HOOGTE VAN DE 465 ZOUT-ZOETOVERGANGEN AAN DE BELGISCHE KUST EN 466 INGESCHAT EFFECT OP DE INTREK VAN GLASAAL

Tabel 3.1: 2022 beleidstabel voor het aangepast spuibheer (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 2022 weer en is niet dus gelinkt aan het aantal as events.

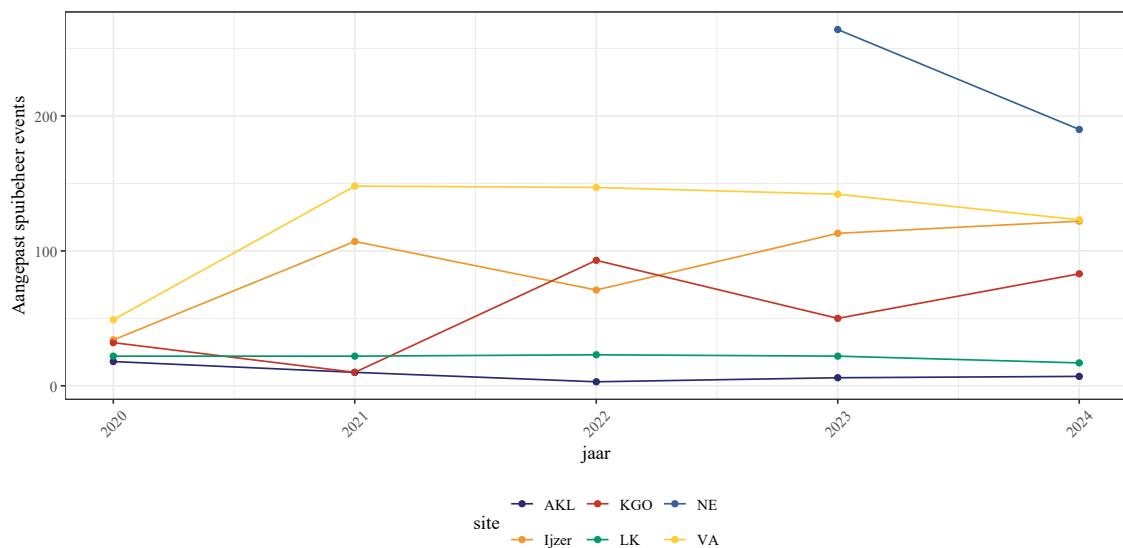
	AKL	Ijzer	KGO	LK	VA
start AS	05-03-2022	01-03-2022	28-02-2022	02-03-2022	01-03-2022
stop AS	19-03-2022	03-05-2022	15-05-2022	27-04-2022	15-05-2022
periode (dagen)	14 days	63 days	76 days	56 days	75 days
# dagen effectief AS	3	41	53	23	76
# events AS tijdens periode	3	71	93	23	147
# events AS per dag	1.00	1.73	1.75	1.00	1.93
mediaan duur event AS (min)	430	245	165	410	177
mediaan duur AS per dag (min)	430	424	289	410	342
totale duur AS periode (min)	1130	16623	14850	8155	26749
verwachte # glasaal per AS event	1350	2221	964	1350	NA
verwachte # glasaal periode	4051	157691	89671	31056	?*

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

469 In het AKL observeerden we een sterke piek in 2021 in de totale duur, maar niet in aantal events. Dit is het
470 gevolg van het langdurig aansluitend openstaan van de schuiven in 2021 (dus niet enkel op de momenten
471 relevant voor aangepast spuibheer). Aangepast spuibheer blijft het minst toegepast in het AKL. Een
472 gelijkaardig patroon observeerden we in het LK waarbij de piek in totale duur eveneens het gevolg was van
473 een aantal momenten dat de schuiven open bleven. Aangepast spuibheer wordt wel minstens dubbel zo
474 intensief uitgevoerd in het LK versus het AKL. In het KGO zien we een stijging vanaf 2021 in zowel aantal
475 events als totale duur van het aangepast spuibheer. In 2022 ligt het aantal events aanzienlijk hoger dan
476 in het LK maar de totale duur is gelijkaardig. Events duren inderdaad aanzienlijk langer in het LK dan in het
477 KGO. Met uitzondering van een dip in 2022 zien we voor de Ijzer een stijging in zowel de totale duur als
478 het aantal events aangepast spuibheer. In 2022 blijft het aantal events in de Ijzer lager dan in VA, maar de
479 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.

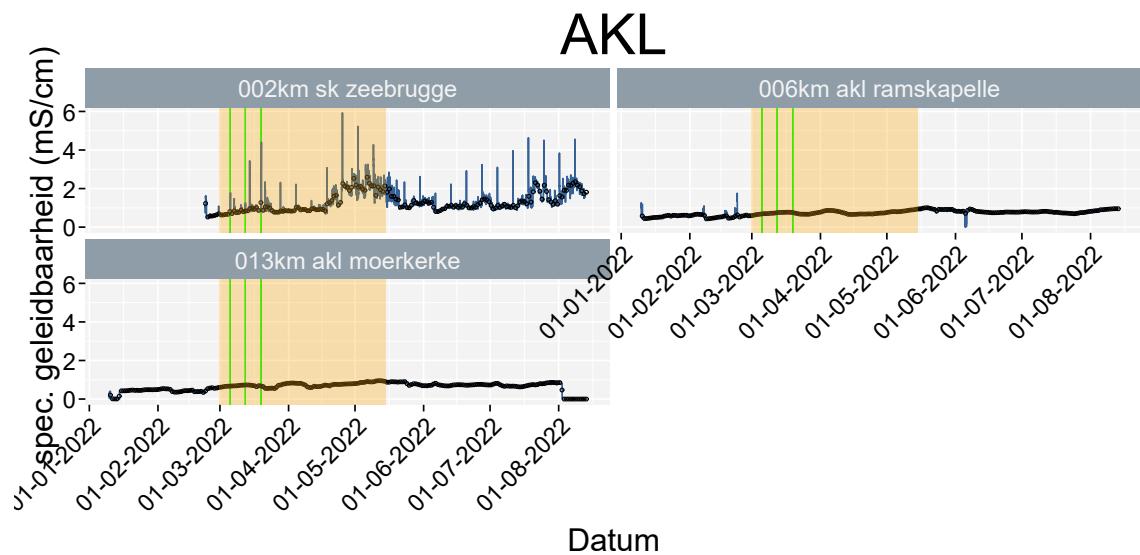
480 3.2 OPVOLGING VAN SALINITEIT, TEMPERATUUR, AFVOER EN 481 NEERSLAG IN RELATIE TOT HET AANGEPAST SPUIBEHANDELING

482 3.2.1 Uitwateringscomplex Zeebrugge

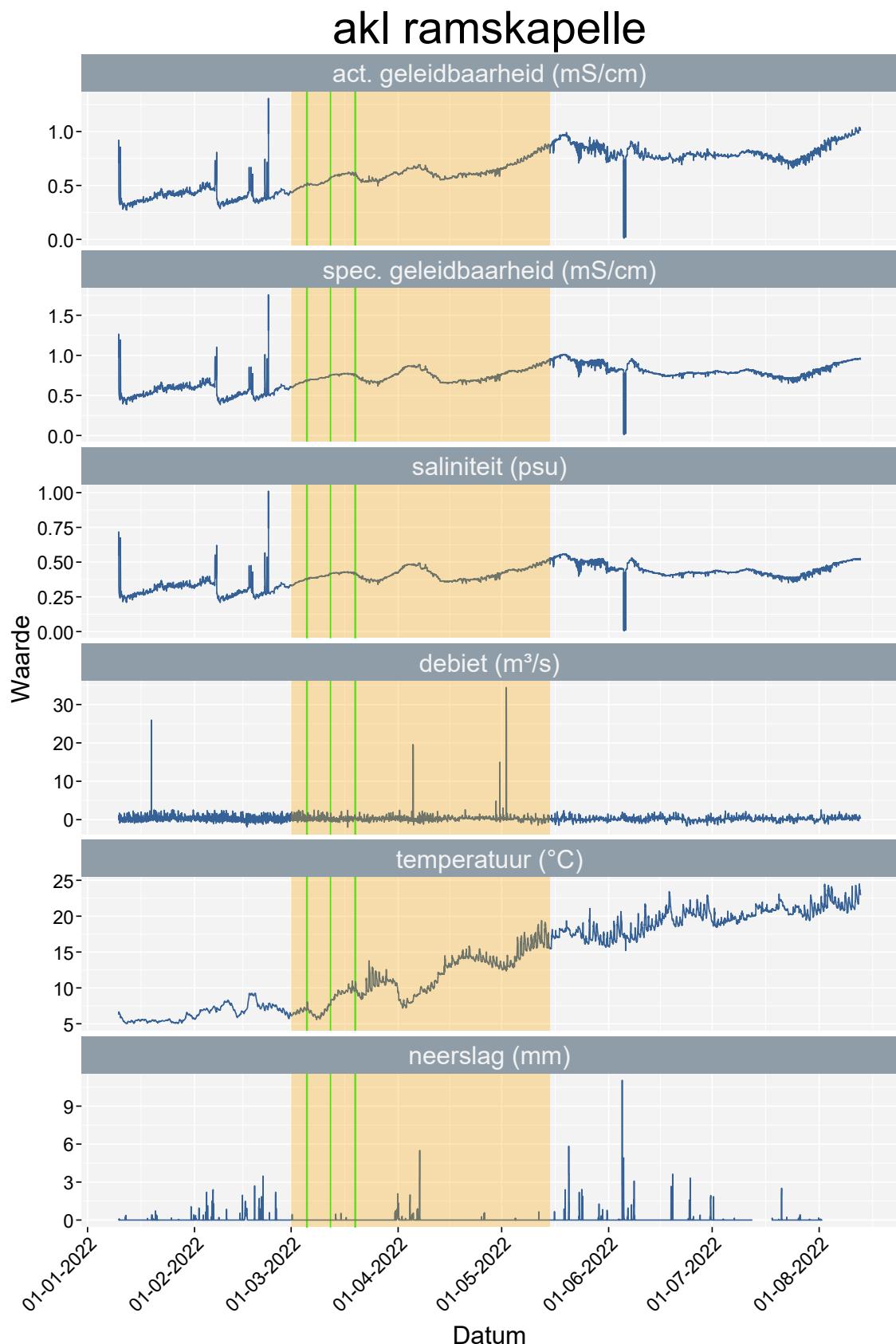
483 3.2.1.1 Afleidingskanaal van de Leie

484 In 2022 werd er in het AKL maar op 3 dagen aan aangepast spuibehandeling gedaan. In totaal stonden de sluizen
485 hierdoor maar 18:50 open. Een forse vermindering met het jaar voordien. De reden voor deze vermindering
486 is voornamelijk te wijten aan werkzaamheden in de spuikokers. Ter hoogte van Zeebrugge werd op de
487 drie dagen dat er spuibehandeling was een kleine verhoging in geleidbaarheid waargenomen (Fig. 3.3). Deze
488 is telkens na enkele uren weer verdwenen. De plotse pieken en verhoging in waardes later op het jaar
489 zijn dan ook niet te wijten aan het alternatief spuibehandeling. Ter hoogte van ramskapelle bleek wegens het
490 beperkt aantal uren spuibehandeling op het AKL dit jaar, het aangepast spuibehandeling geen invloed te hebben op de

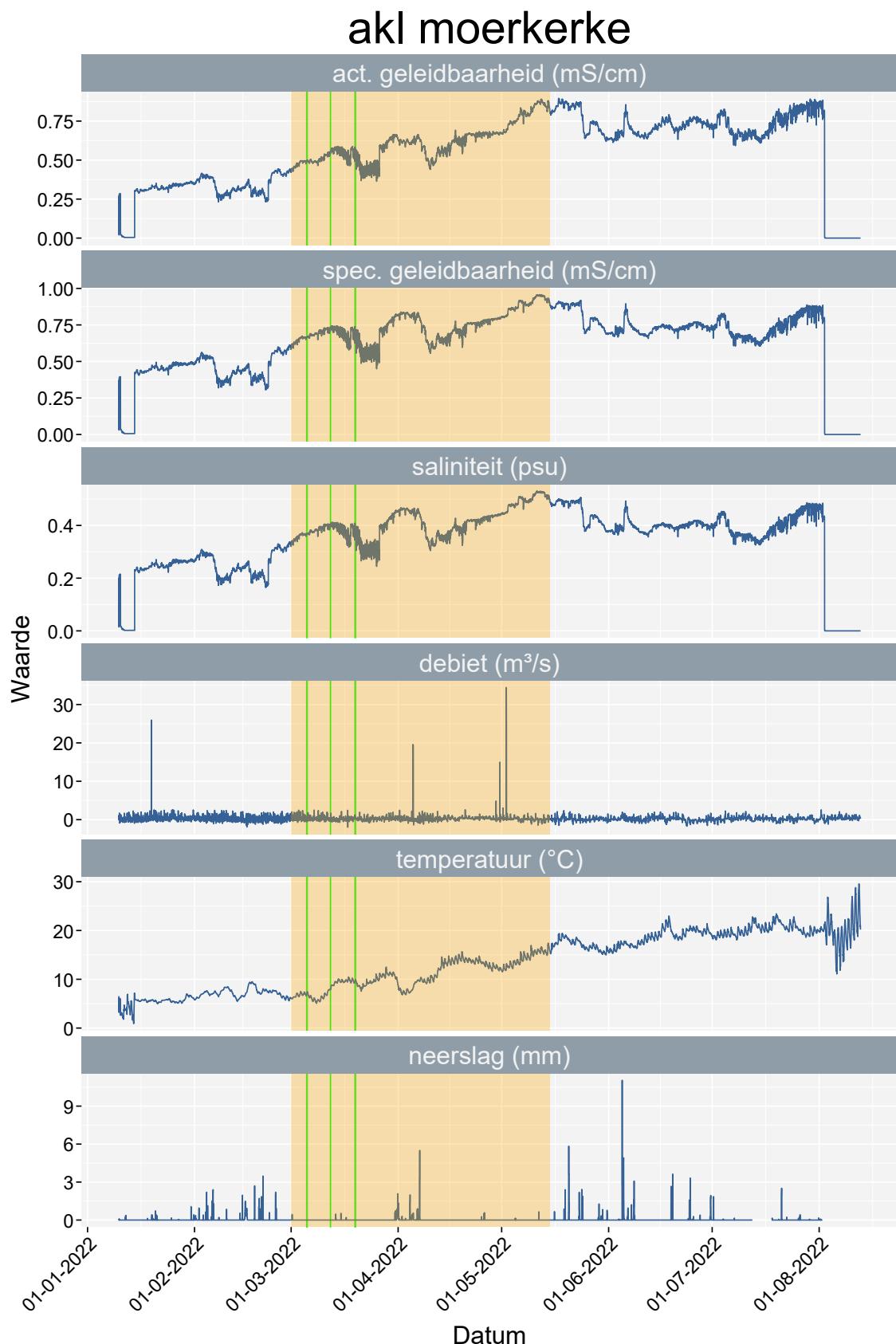
491 conductiviteit dit jaar (Fig. 3.4). Toch wordt de limietwaarde van 0,87 mS/cm overschreden in de zomer en
492 het najaar. Deze overschrijdingen kunnen niet gelinkt worden aan het aangepast spuibheer. Ter hoogte van
493 Moerkerke bleek wegens het beperkt aantal uren spuibheer op het AKL dit jaar, het aangepast spuibheer
494 geen invloed te hebben op de geleidbaarheid dit jaar (Fig. 3.5). De periode met een conductiviteit van 0
495 mS/cm lag de logger op kant.



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 spuibheer 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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.



Figuur 3.5: 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 Moerkerke (13 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Zomergem en neerslag ter hoogte van Dudzele in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 20 van 67 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

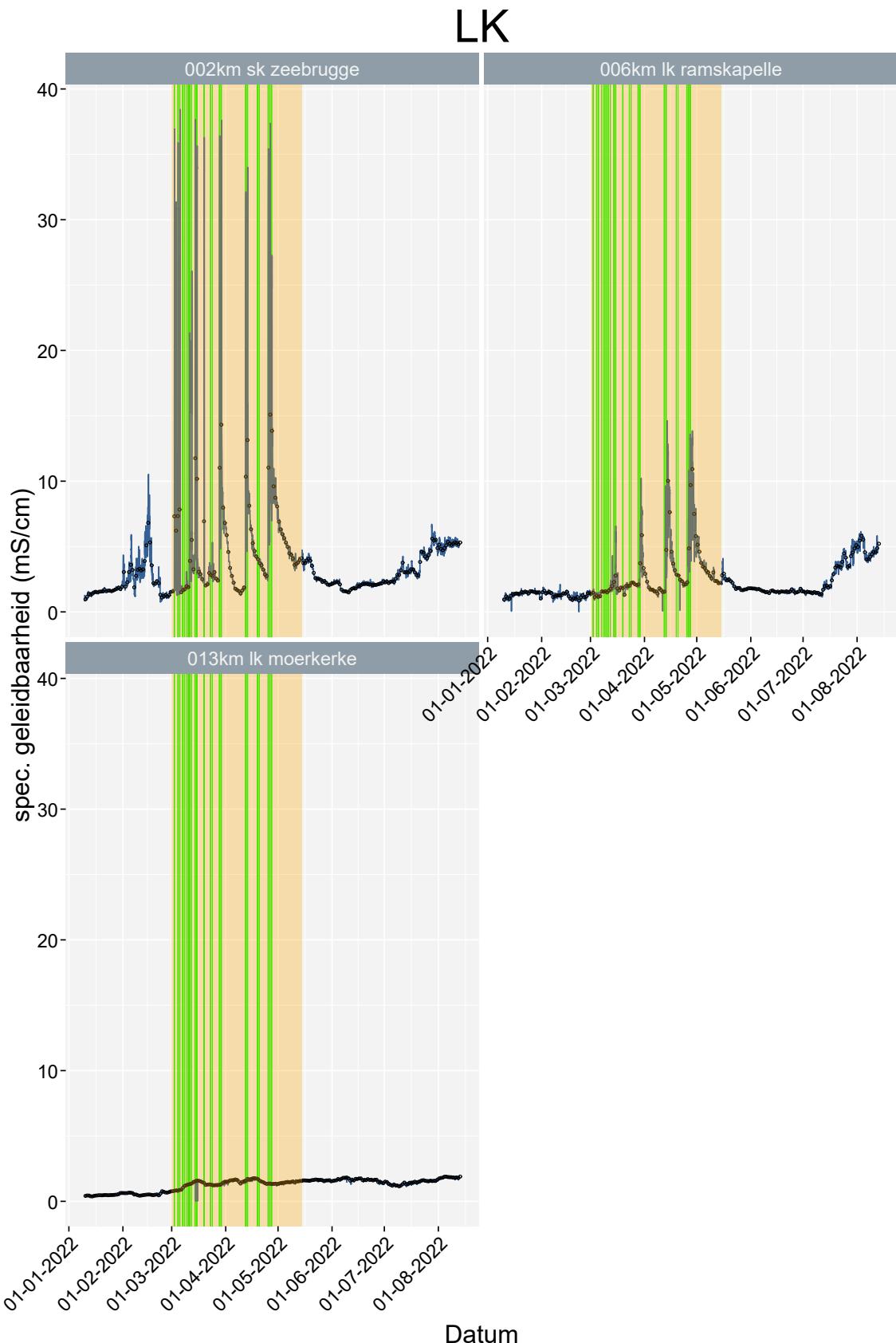
496 3.2.1.2 Leopoldkanaal

497 Steendam et al. (2019, intern rapport) stelden in het rapport 'Opvolging van de palingstand in het Leopold-
498 kanaal als evaluatie van het aangepast sluisbeheer in functie van een verbeterde glasaalmigratie (2018-
499 2019)' dat de kansen om de palingdensiteit in het LK significant op te krikken sterk onderbenut bleven
500 omdat het aangepast sluisbeheer in Zeebrugge (LK en AKL) veel beperkter werd toegepast in vergelijking
501 met de andere waterlopen onder beheer van DVW (Kanaal Gent-Oostende, IJzer). Daarom werd in 2021
502 door DVW een poging gedaan om het aangepast spuibeheer in het LK op te krikken door de schuiven ook
503 met afgaand tij open te laten staan. Via deze beheermaatregel kon er twee maal per 24 u aangepast gespuid
504 worden. Er werd voor het eerst glasaal binnen gelaten in het LK op 3 maart. De schuiven stonden vanaf 3
505 maart tot en met 9 maart doorlopend open. Dit veroorzaakte hoge zoutwaarden waardoor het alternatief
506 spuibeheer vanaf 10 maart tot en met 18 maart tijdelijk stilgelegd werd. Vanaf 19 maart werden de schuiven
507 enkel nog overdag geopend – net zoals de voorbijgaande jaren. In 2022 werd er terug gespuid volgens de
508 oude manier met enkel de schotten open overdag. In totaal werden er 23 dagen en 135:55 uur gespuid.
509 Wat in aantal dagen ongeveer hetzelfde is als vorig jaar maar in totale uren is er meer dan een halvering
510 door het terug toepassen van het oude systeem met enkel overdag spuien. Dit jaar werd er voor het eerst
511 glasaal binnengelaten op 2 maart.

512 Net stroomopwaarts van de spuischuiven resulteert de toepassing van het alternatief spuibeheer logischer-
513 wijze in verhoogde zoutgehalte met een snelle stijging (Fig. 3.6 en Fig. 3.7). De conductiviteit daalt echter
514 snel terug naar de zoetwatergrens na het beëindigen van het alternatief spuibeheer (Figuur 20). De droge
515 zomer leidde tot een verminderde afvoer en zorgde in tegenstelling tot vorig jaar terug tot een tweede
516 verhoging in de zomer en het najaar. De plotse stijging rond begin oktober is te wijten aan een kapotte
517 logger. Deze is vervangen op 18 november en vanaf dan zijn de waardes terug correct.

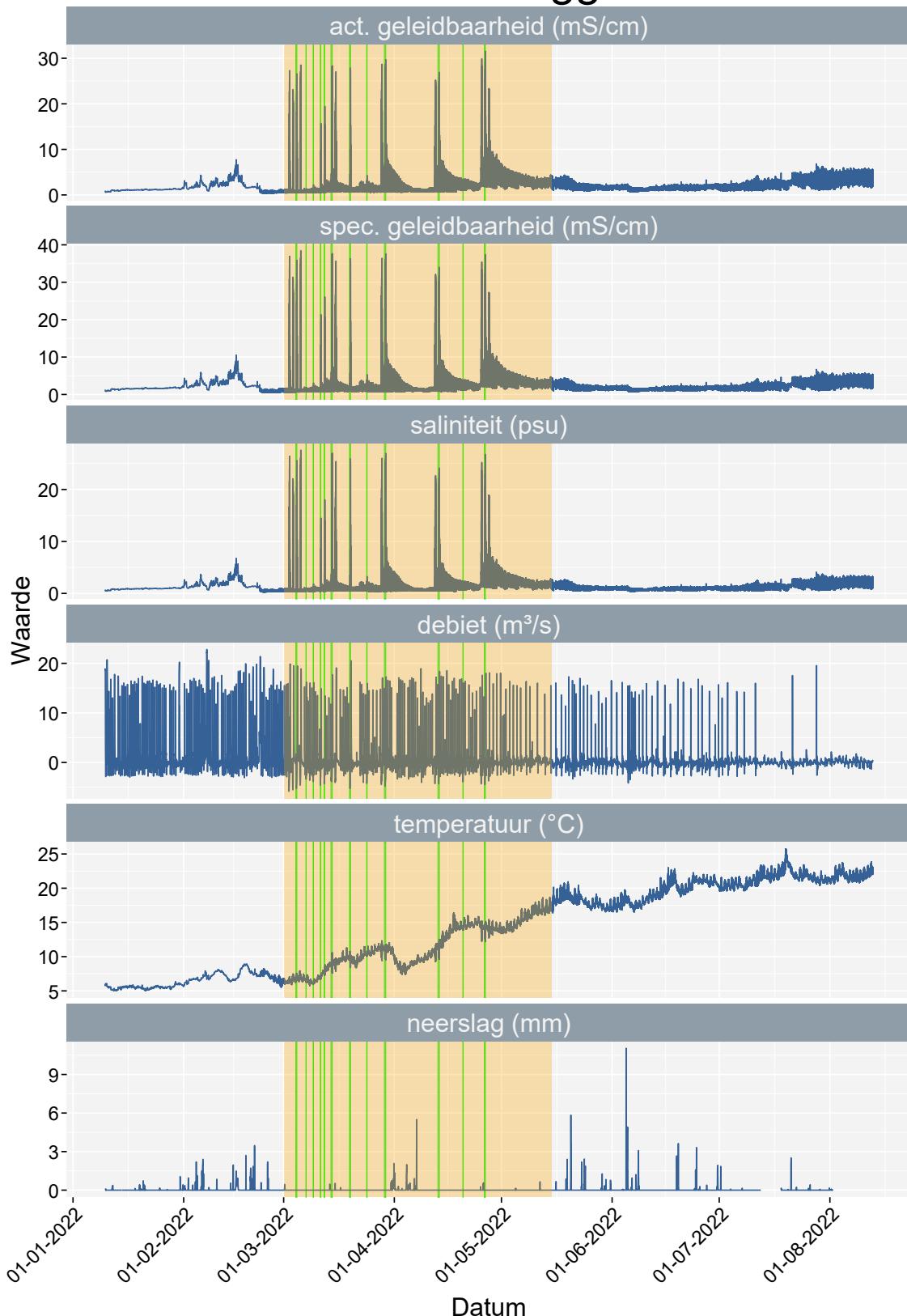
518 In Ramskapelle wordt hetzelfde patroon als in Zeebrugge waargenomen, namelijk een stijging van de con-
519 ductiviteit bij de start van het alternatief spuibeheer en een snelle daling net boven de zoetwatergrens bij
520 stopzetting van het alternatief spuibeheer (Fig. 3.8). Ook hier ziet men in de zomer een verhoging van de
521 conductiviteit wegens de beperkte afvoer.

522 In 2022 werd er tijdens het spuibeheer en lichte stijging van de conductiviteit gemeten, met een piek van
523 1.60 mS/cm (Fig. 3.9). In de zomer is ook hier een hoge piek waar te nemen met een maximum van 5.30
524 mS/cm. In de periode van 22 september tot 18 november lag de logger op kant en zijn er geen metingen.



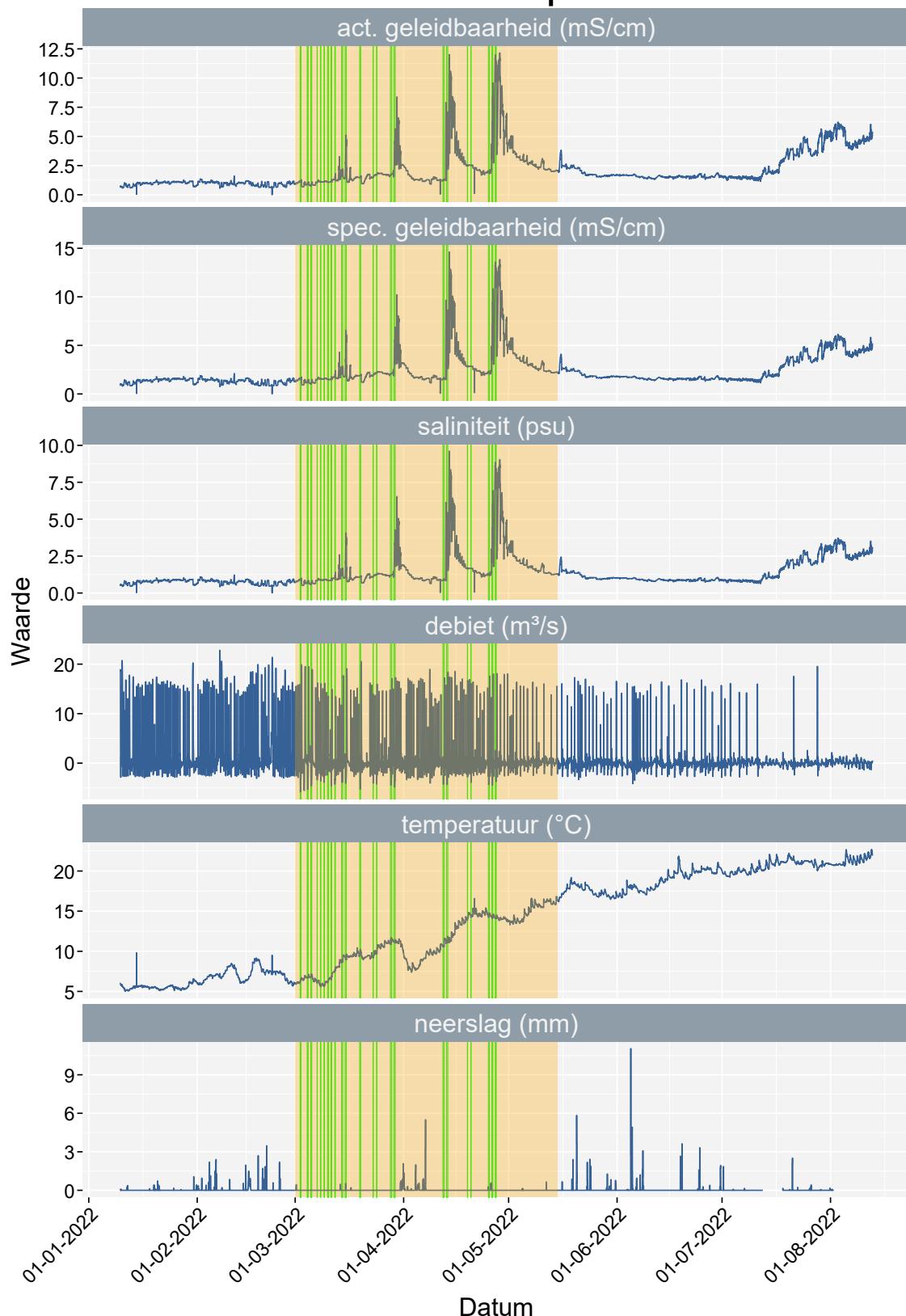
Figuur 3.6: Verloop van de specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm) in het LK. De daggemiddelden worden weergegeven als zwarte punten op het midden van de dag. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

sk zeebrugge



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 Zeebrugge (1.5 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

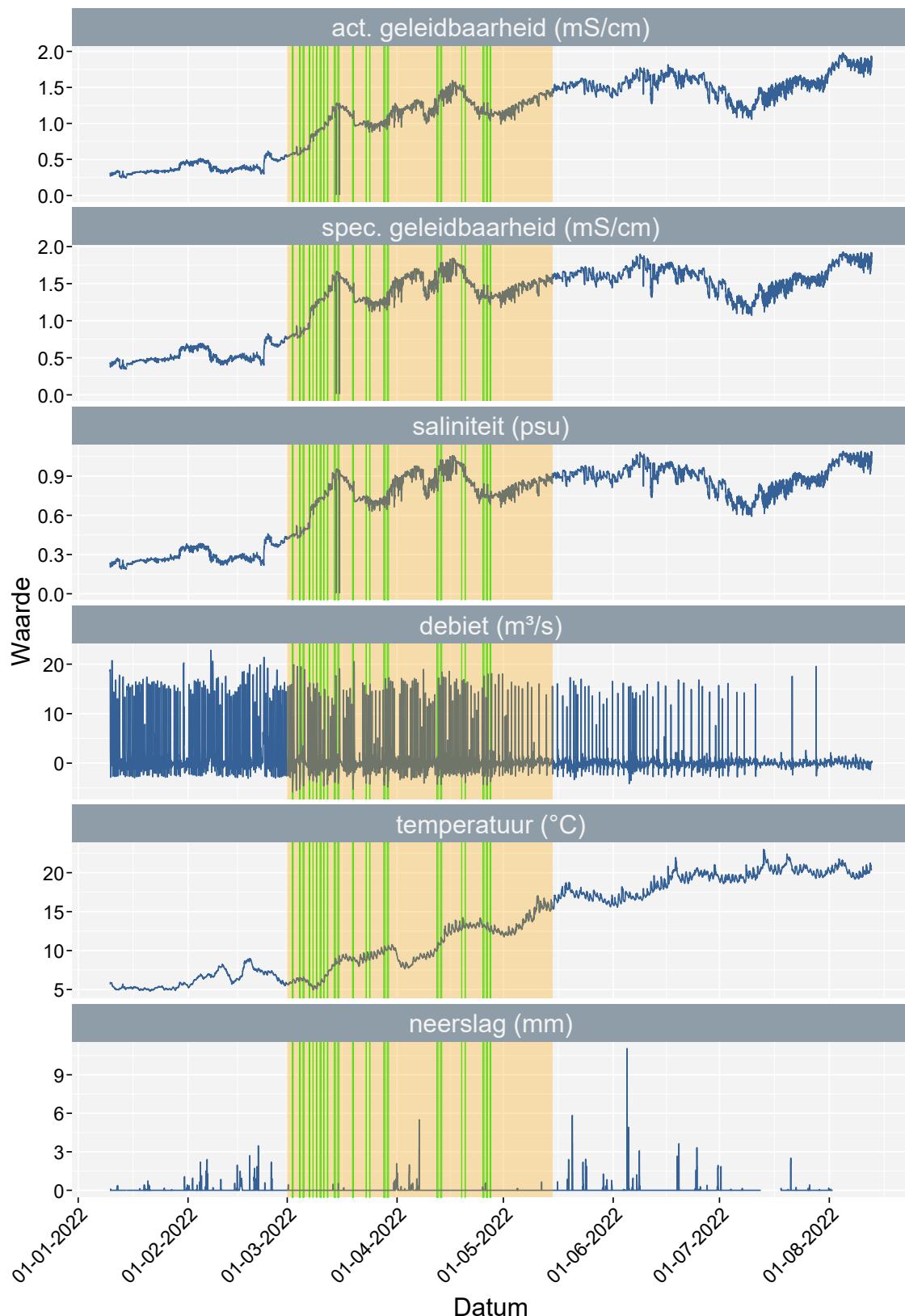
lk ramskapelle



Figuur 3.8: 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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 24 van 67 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

Ik moerkerke



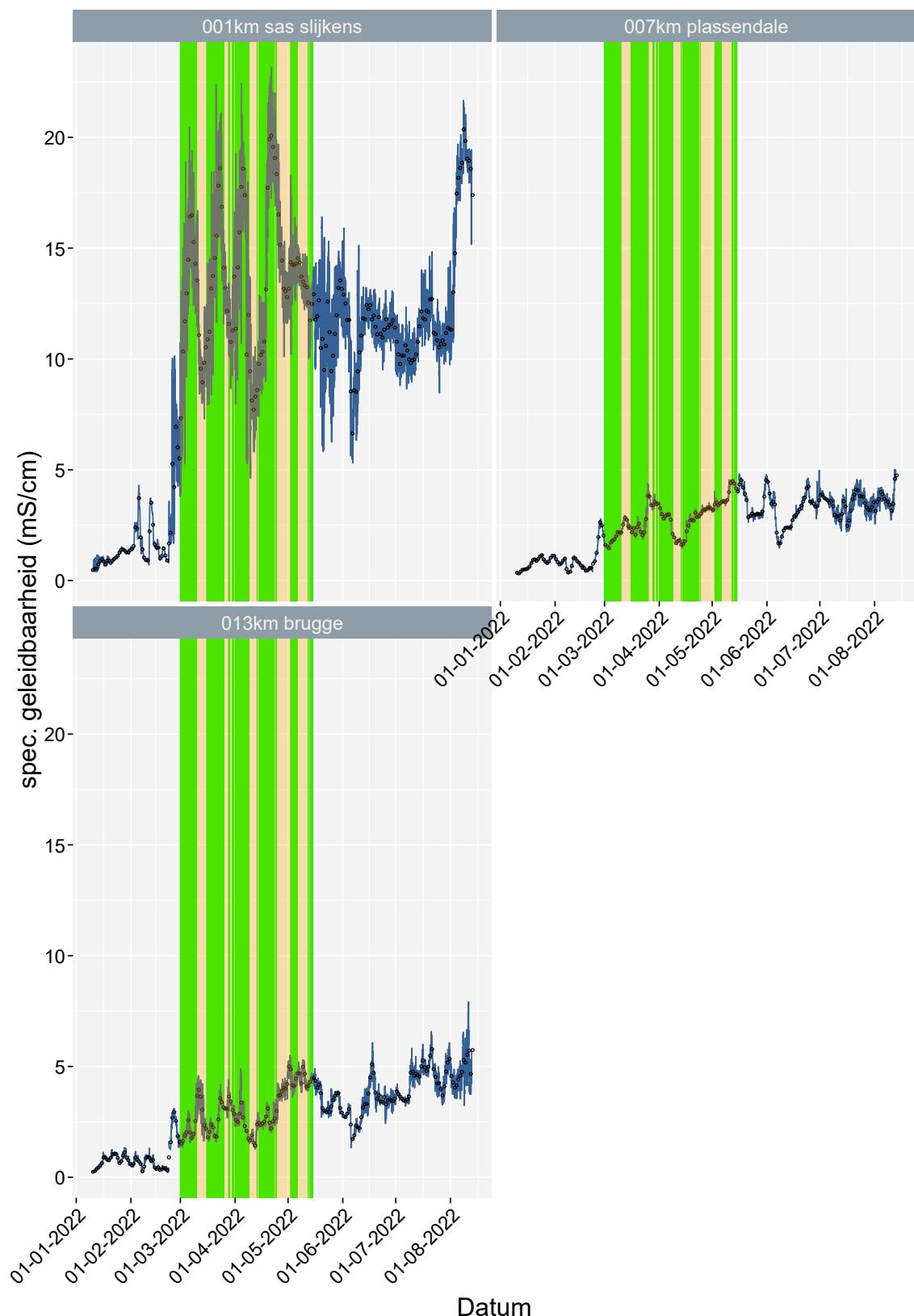
Figuur 3.9: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in het Leopoldkanaal (LK) ter hoogte van Moerkerke (13 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Damme en neerslag (mm) ter hoogte van Dudzele in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

3.2.2 Kanaal Gent-Oostende

In het KGO werd er glasaal binnen gelaten vanaf 28 februari tot 15 mei. In tegenstelling tot vorig jaar (54 uur), werd er terug een lang spuibeheer toegepast in het KGO dit jaar (246 uur in totaal). Al voor de periode van het alternatief spuibeheer in 2022 stijgt het zoutgehalte ter hoogte van Sas Slijkens tot waarden boven de zoetwatergrens (Fig. 3.10 en Fig. 3.11). Bij de start van het spuibeheer zijn we een stijging van de conductiviteit met een piek van 15,3 mS/cm tijdens het spuibeheer. Na het spuibeheer blijft de conductiviteit hoog, met nog een piek tot 22.68 mS/cm in augustus welke niet aan het spuibeheer kan gelinkt worden. Omdat het zoutgehalte al stijgt voor de start van het spuibeheer, en de hoogste zoutconcentraties pas geruime tijd na het spuibeheer te zien zijn kunnen deze niet gelinkt worden aan dit alternatieve beheer. In tegenstelling tot vorig jaar was er ter hoogte van Plassendale dit jaar terug een verhoging van de conductiviteitswaarden gemeten tijdens het alternatief spuibeheer (Fig. 3.12). Mogelijk komt dit omdat er dit jaar terug meer uren alternatief spuibeheer zijn toegepast. Na het alternatief spuibeheer is er terug een daling van de conductiviteit. De hoogste waardes van de conductiviteit (6.04 mS/cm) liggen ook hier net zoals in Sas Slijkens pas geruime tijd na het spuibeheer. Hierdoor kunnen deze hogere zoutconcentraties niet gelinkt worden aan het alternatief beheer. In Oostkamp werd hetzelfde patroon geobsvereerd als in Plassendale (Fig. 3.13).

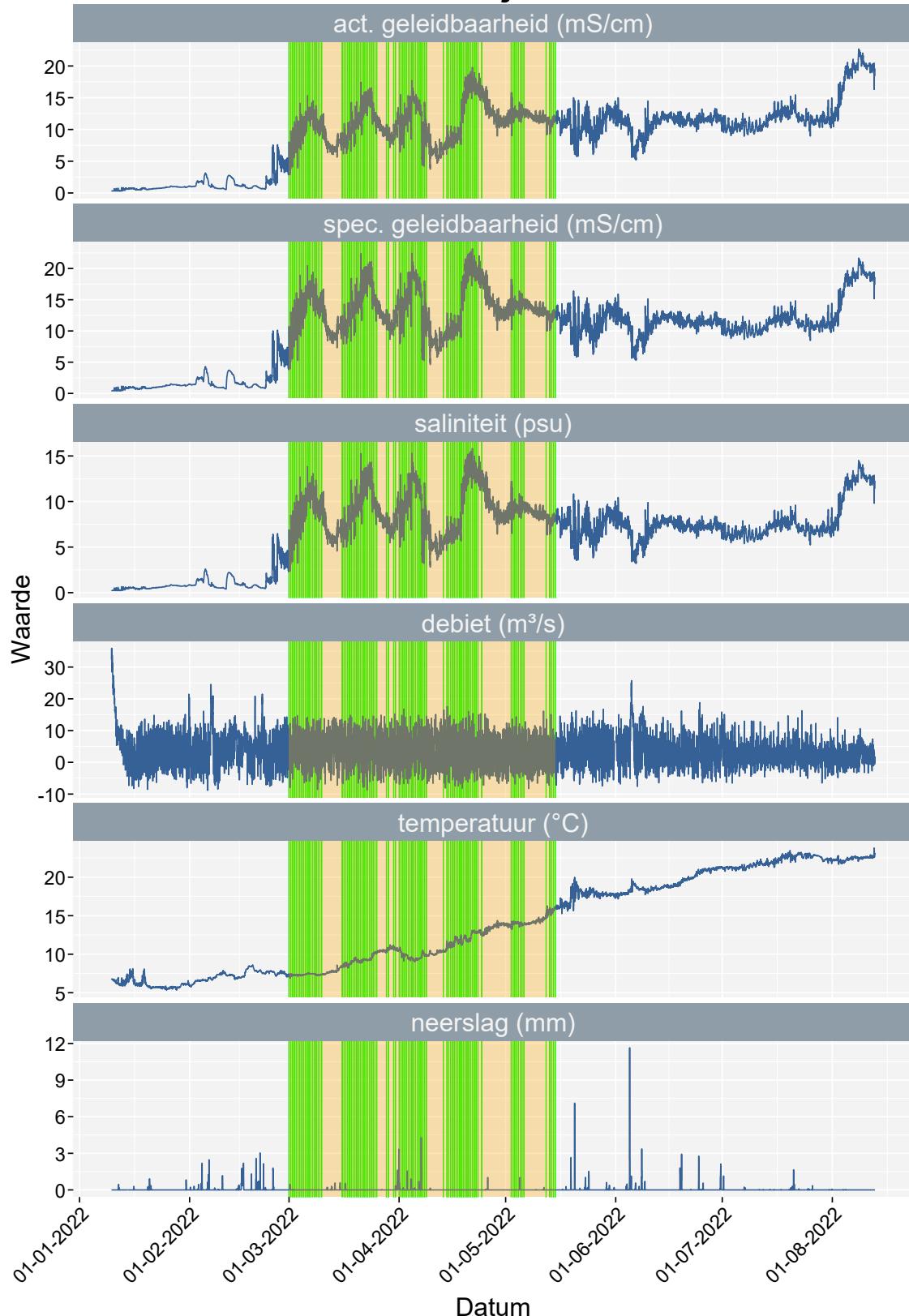
NULL

KGO



Figuur 3.10: 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 spuibehoor weer.

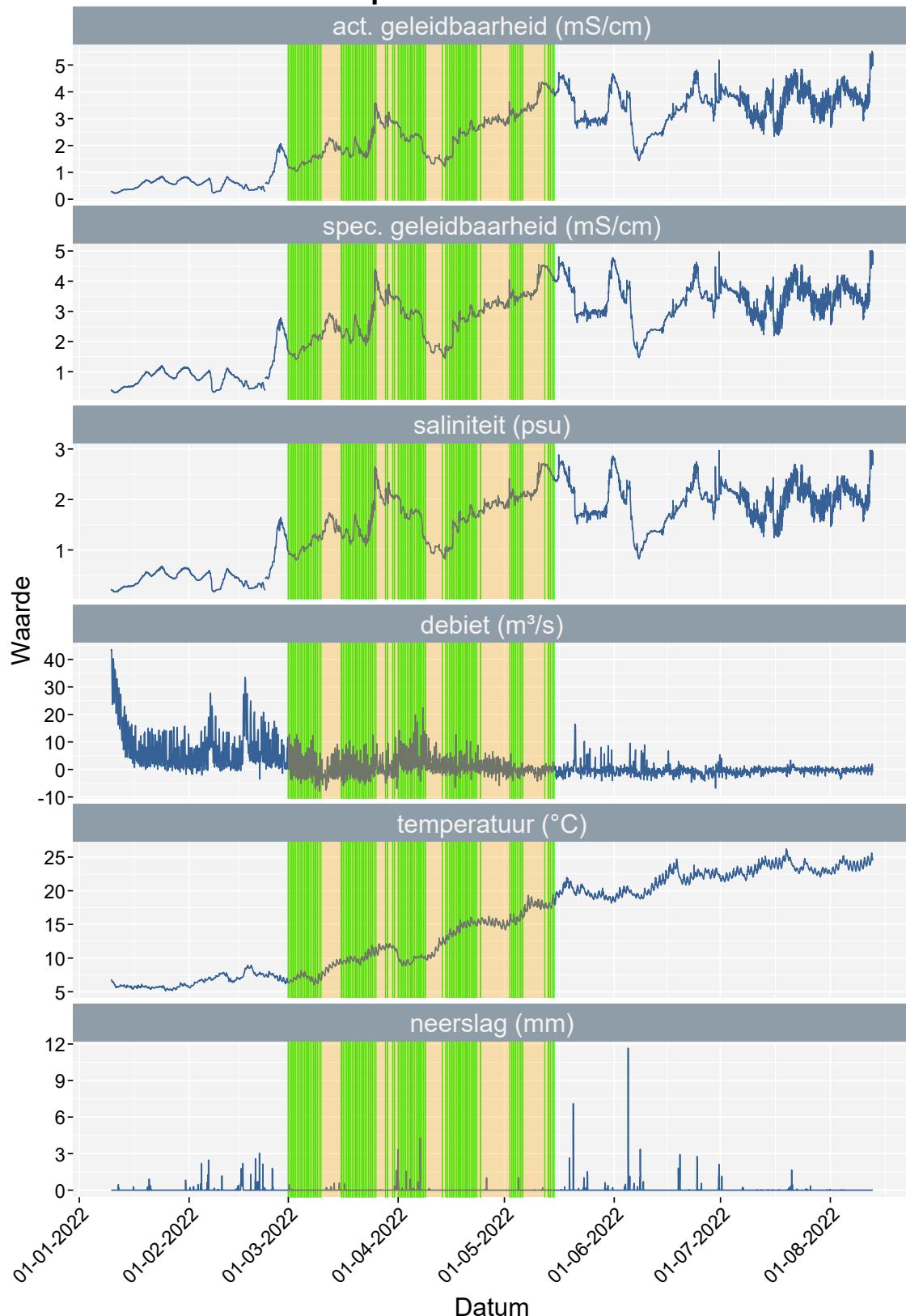
sas slijkens



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 sas Slijkens (0.9 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemskerke in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

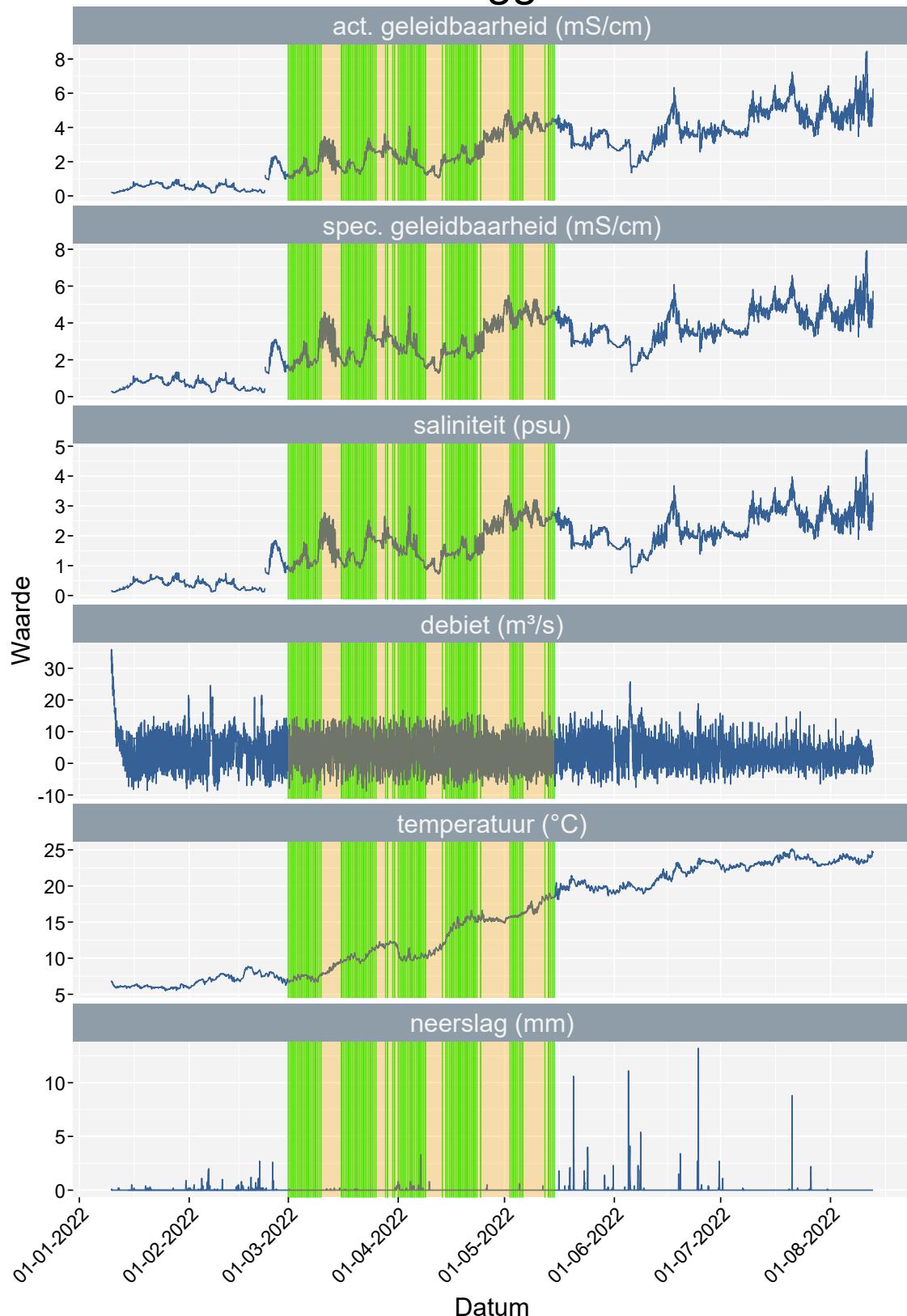
|||||

plassendale



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 Plassendale (7.0 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Oostkamp en neerslag (mm) ter hoogte van Klemsskerke in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

brugge



Figuur 3.13: 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 Klemsskerke in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 30 van 67 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

3.2.3 IJzer

543 Gelet op de klimaatsverandering en gezien de kans op verzilting het grootst blijkt te zijn op de IJzer werd
544 vanaf maart 2020 het netwerk van CTD-divers uitgebreid, zodat de landinwaarts trekkende zoutlens beter
545 gemonitord kon worden. De conductiviteit werd op vijf verschillende punten gemeten, namelijk: Ijzermon-
546 desteiger (0,2 km), Uniebrug (3,3 km), Schoorbakkebrug (7,3 km), Tervatebrug (10,6 km) en Diksmuide (17
547 km). In 2022 werd er in totaal 276 uren alternatief spuibeheer toegepast in de IJzer. In vergelijking met
548 vorig jaar (489 uren) is dit een sterke daling. Het alternatief spuibeheer op de IJzer werd uitgevoerd tussen
549 1 en 29 maart, en van 22 april tot 3 mei.

550 Het toepassen van alternatief spuibeheer tussen 1 maart en 3 mei 2022 resulterde in een verhoging
551 van de conductiviteit met een maximum van 13,08 mS/cm net stroomopwaarts van de spuisluizen van de
552 Ganzepoot (Fig. 3.14 en Fig. 3.15). Net zoals vorig jaar (2021) werd de brakwatergrens nooit overschreden.
553 Vanaf eind maart zien we een sterke daling, dit komt doordat het spuibeheer tijdelijk stopgezet is tussen 30
554 maart en 21 april. Vanaf de heropstart op 22 april zien we terug een sterke stijging. In tegenstelling tot vorig
555 jaar (2021), toen er een natte zomer was, blijft de conductiviteit nu wel op een verhoogde waarde na het
556 stopzetten van het alternatieve spuibeheer. Dit is vermoedelijk het gevolg van een droge zomer waardoor
557 er maar weinig water werd afgevoerd. Vanaf september begint de conductiviteit terug te dalen. Dit heeft
558 vermoedelijk te maken met dat het een nat najaar was waardoor er terug afvoer was.

559 Ter hoogte van de Uniebrug werd vanaf de start van het alternatief spuibeheer begint de conductiviteit
560 te stijgen tot een maximumwaarde van 13,51 mS/cm (Fig. 3.16). Aan de Uniebrug is net zoals aan de
561 Ijzermondesteiger een eerste daling te zien tijdens de tijdelijke stopzetting van het spuibeheer tussen 30
562 maart en 21 april. Na het definitief stopzetten van het spuibeheer blijven ook hier de waarden op een
563 verhoogd niveau. In tegenstelling tot vorig jaar zijn de waarden van de Uniebrug vrij gelijkaardig aan deze
564 van de Ijzermondesteiger. Dit heeft vermoedelijk te maken met de droge zomer waardoor er geen afvoer
565 was, en de conductiviteit niet kon dalen.

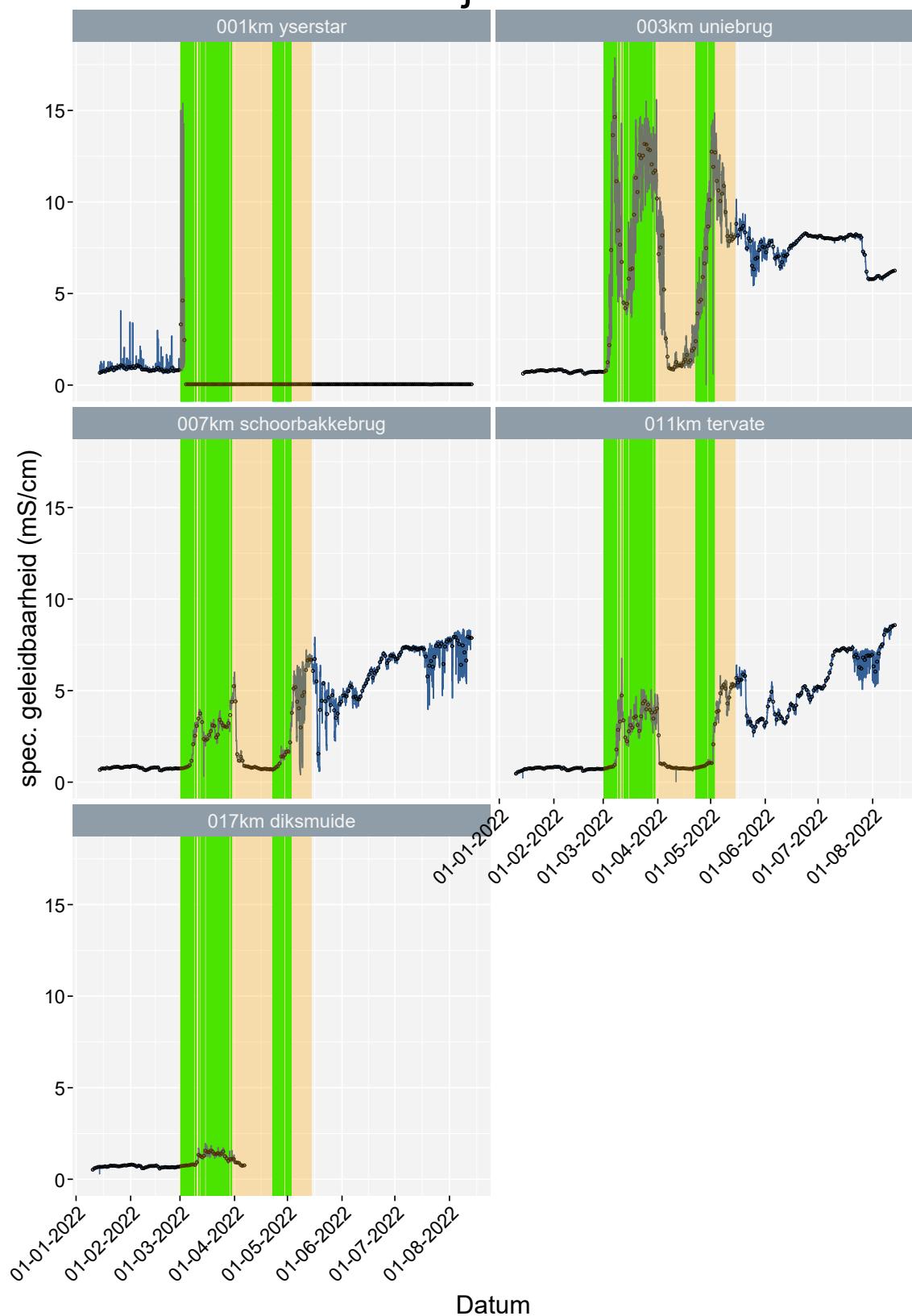
566 Ter hoogte van de Schoorbakkebrug was er tijdens de onderzoeksperiode een stijging in de conductiv-
567 teitswaarden waar te nemen (Fig. 3.17). Na de periode van het spuibeheer is er eerst een daling te zien
568 tot onder de 1 mS/cm. Maar tijdens de droge zomer wanneer er weinig tot geen afvoer is, is er terug een
569 stijging te zien tot 10,12 mS/cm. Pas in het najaar als er terug afvoer is dalen de waarden.

570 De conductiviteitswaarden in Tervate volgde hetzelfde verloop als de situatie ter hoogte van de Schoorbak-
571 kebrug; tijdens van de toepassing van het alternatief spuibeheer steeg de conductiviteit tot 5.19 mS/cm
572 (Fig. 3.18). Ook hier daalde de conductiviteit snel terug tot onder 1 mS/cm na het stopzetten van het
573 alternatief spuibeheer. Maar net zoals aan de Schoorbakkebrug stijgt de conductiviteit terug in de zomer.

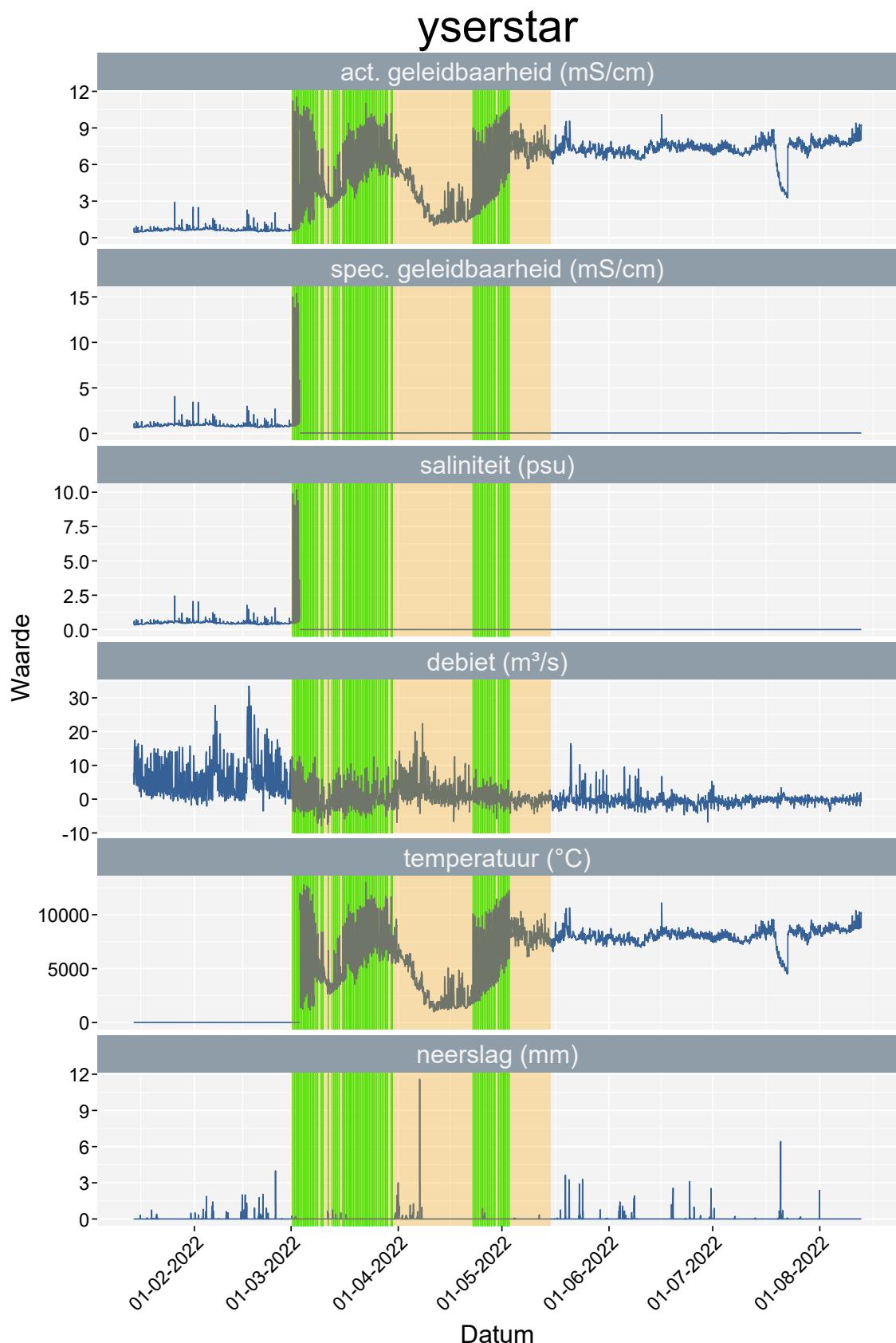
574 3 dagen na de start van het spuibeheer is de conductiviteitslogger kapot gegaan (Fig. 3.19). Pas vanaf
575 30/08/2022 zijn er terug bruikbare waarden. Daardoor is het onmogelijk om over deze periode iets te
576 schrijven. Op 30/08/2022 werd een waarde van 7.61 mS/cm geregistreerd. Deze waarde ligt beduidend
577 hoger dan vorig jaar. Wat vermoedelijk het gevolg is van de droge zomer met weinig afvoer. Vanaf hier zien
578 we ook een zelfde verloop van de conductiviteitswaarden als in Tervatebrug.

579 ## NULL

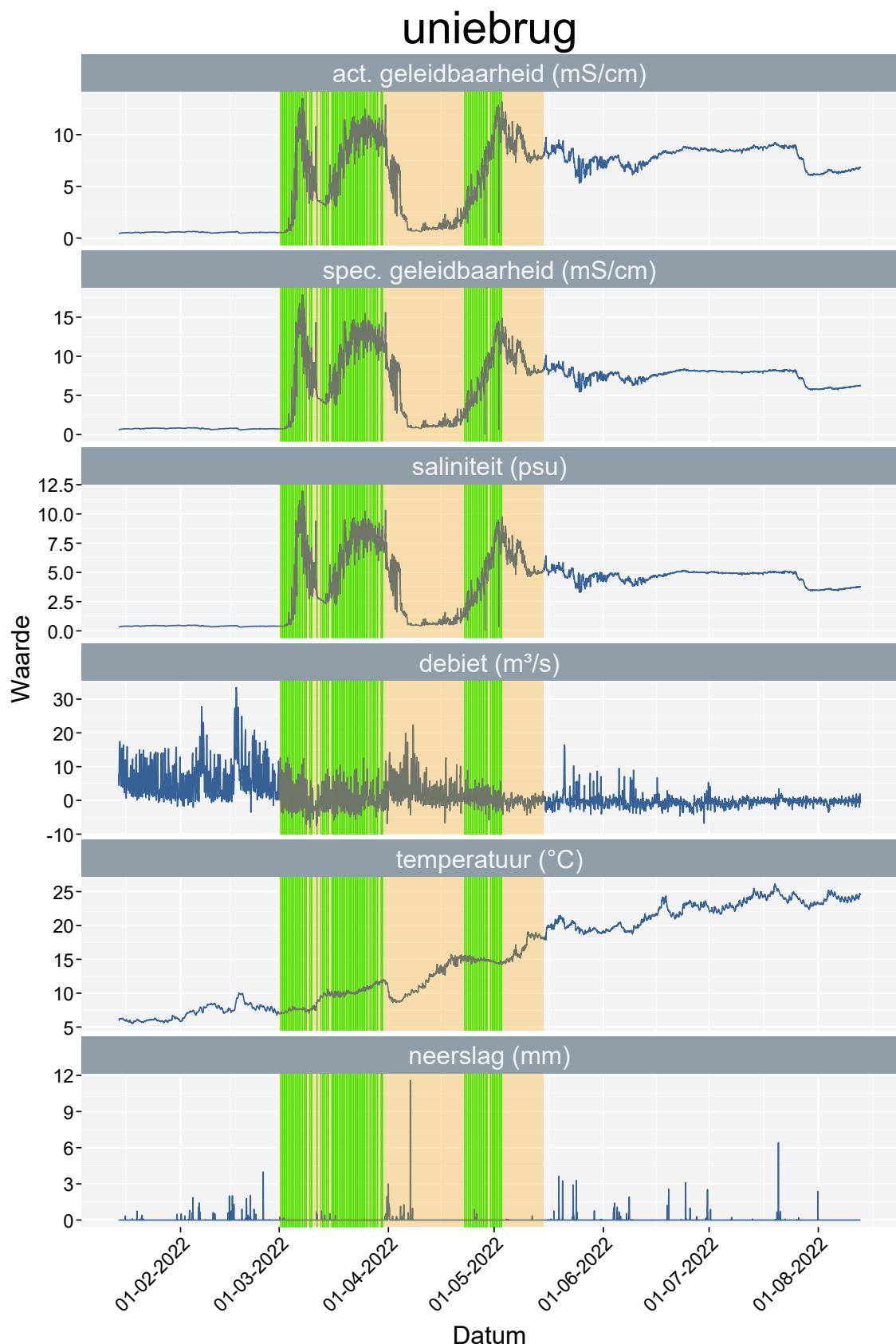
Ijzer



Figuur 3.14: 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 spuibheer weer.

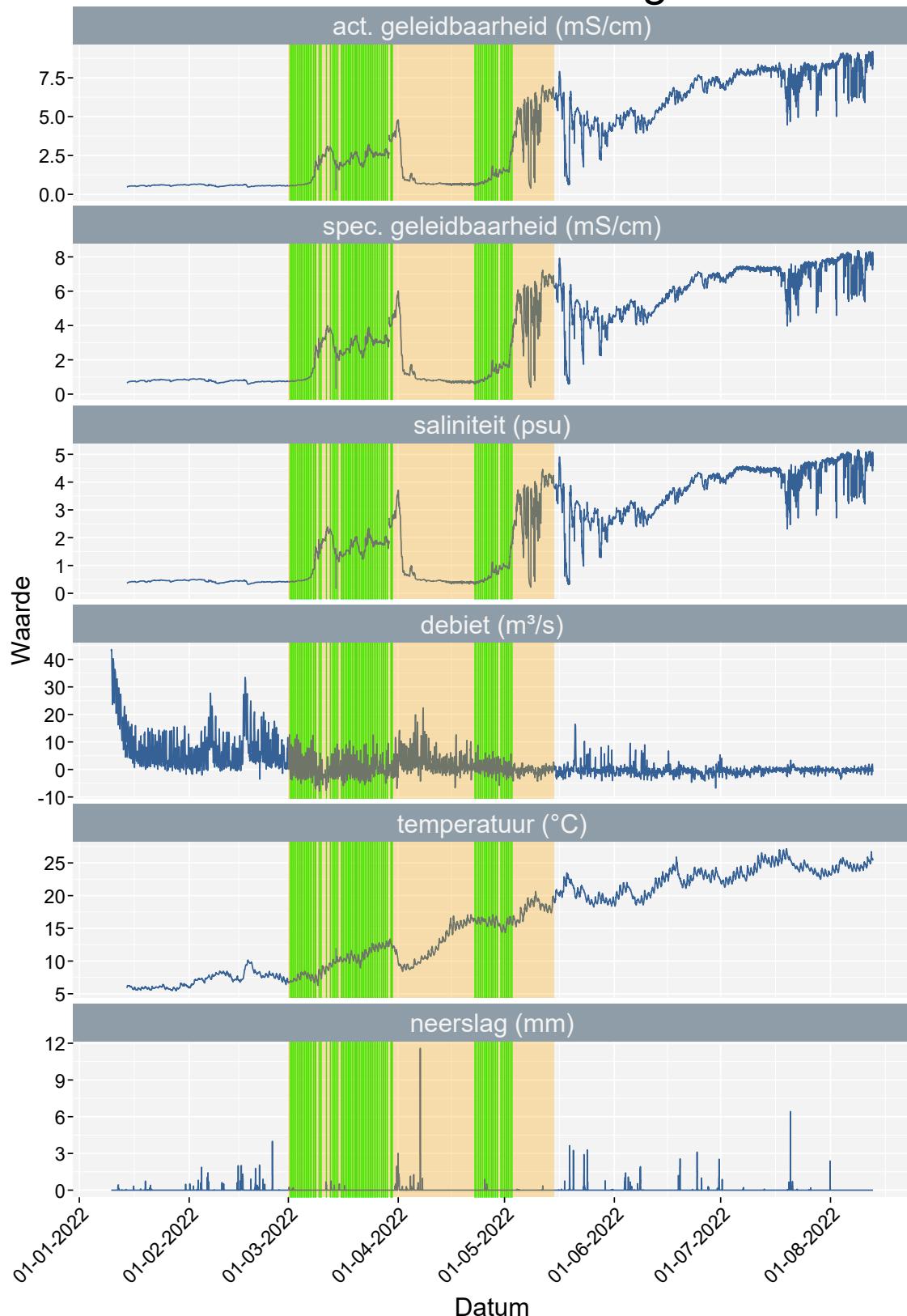


Figuur 3.15: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de Ijzer ter hoogte van de Ijzermondesteiger (0,2 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehuur weer.

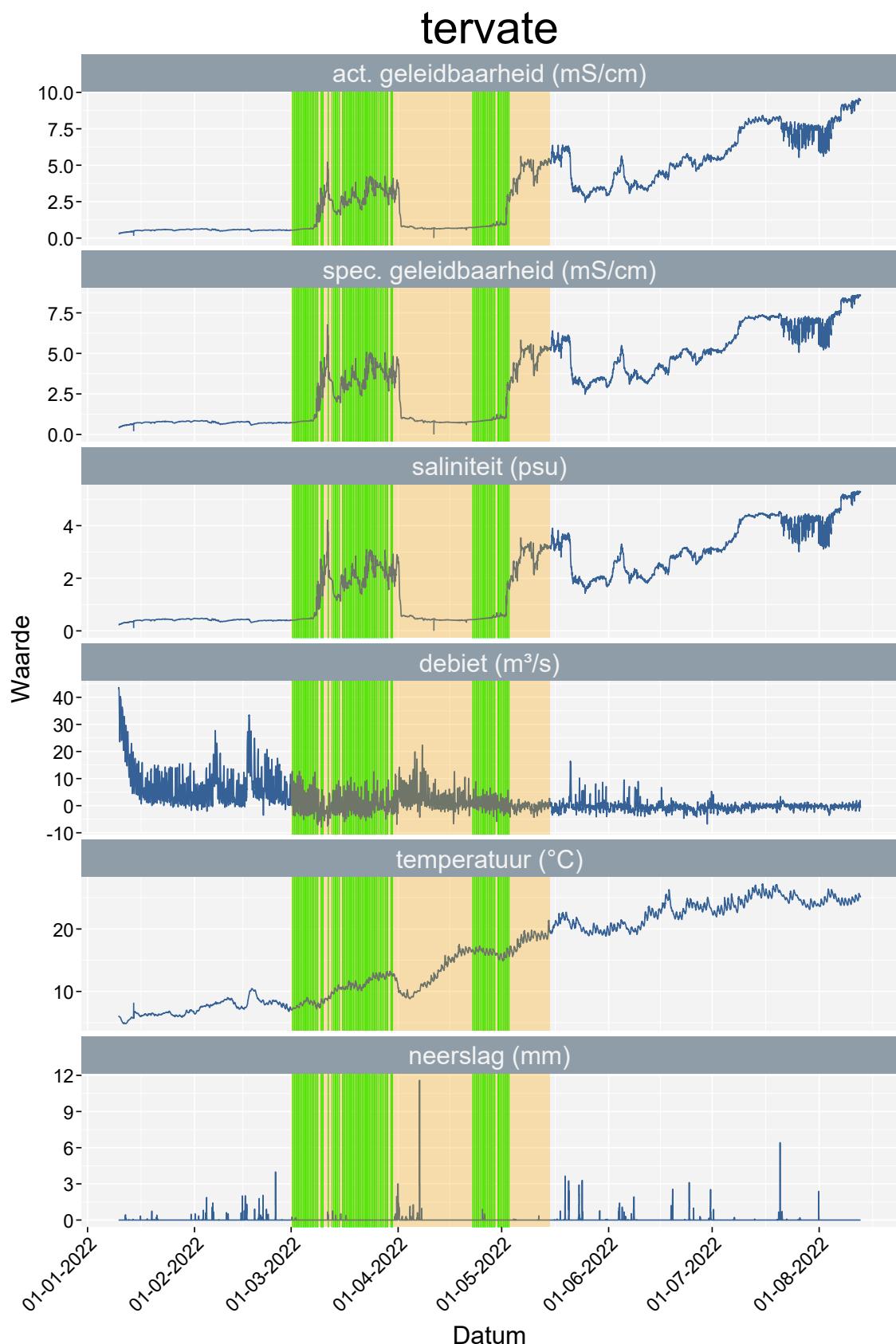


Figuur 3.16: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de IJzer ter hoogte van de Uniebrug (3,3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehoor weer.

schoorbakkebrug



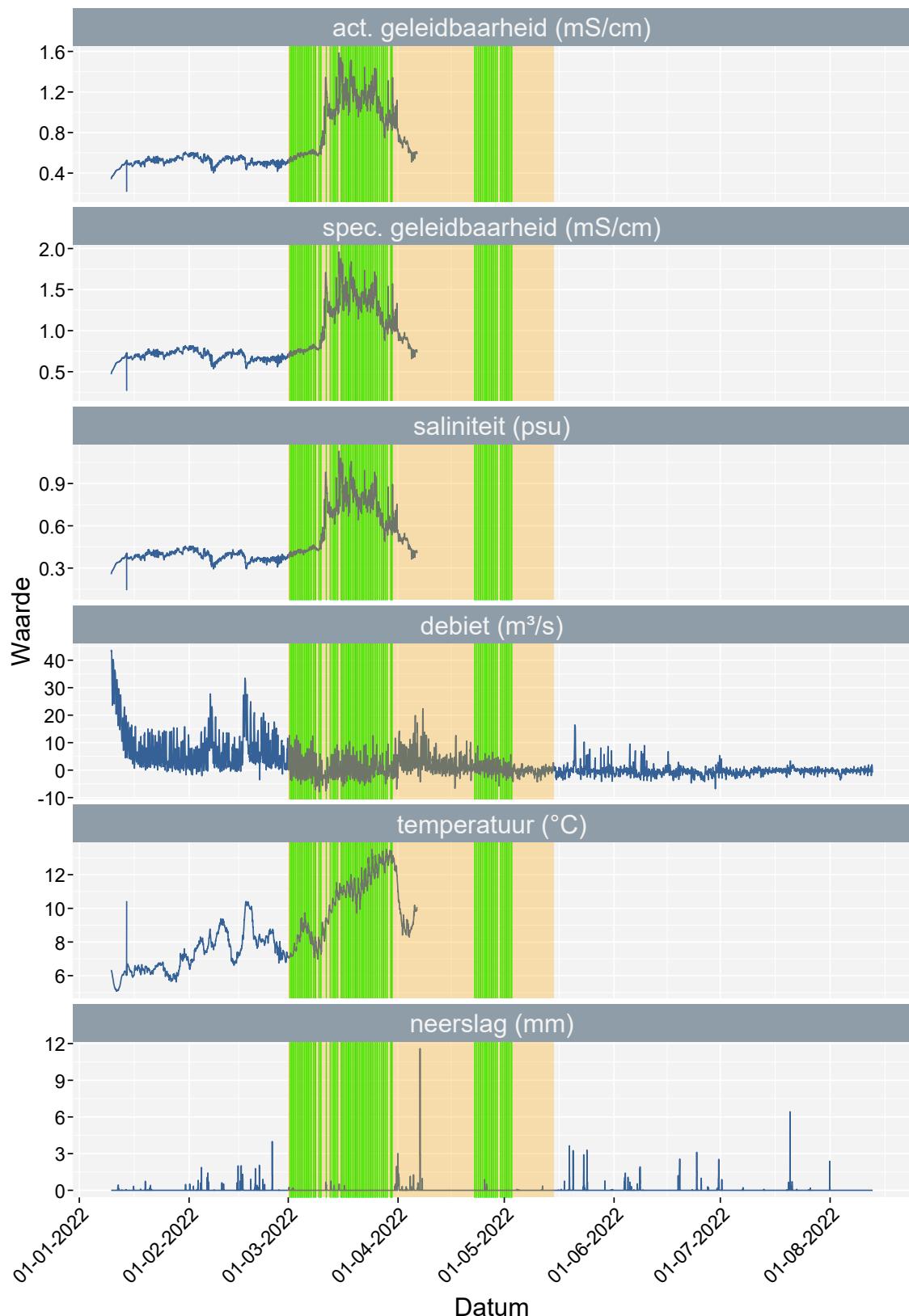
Figuur 3.17: Verloop van de actuele geleidbaarheid (mS/cm), specifieke geleidbaarheid bij 20°C (mS/cm), saliniteit (psu) en temperatuur (°C) in de IJzer ter hoogte van de Schoorbakkebrug (7,3 km stroomopwaarts spuiconstructie), debiet ter hoogte van Keiem en neerslag (mm) ter hoogte van Sint-Joris in 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibehuur weer.



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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

||||| Pagina 36 van 67 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

diksmuide



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 2022. De groene balken geven de periodes van aangepast spuibeheer weer.

4 BESPREKING

580 In 2022 werd er alternatief spuibeheer toegepast op enkele van de belangrijke intrekoutes voor glasaal in
581 Vlaanderen, namelijk in de IJzermonding in Nieuwpoort, in het complex “Sas Slijkens” aan de monding van
582 het Kanaal Gent-Oostende en in het uitwateringscomplex in de haven van Zeebrugge aan de monding van
583 het Afleidingskanaal van de Leie (AKL) en van het Leopoldkanaal (LK) (Figuur 23). Alternatief spuibeheer is
584 één van de maatregelen die waterbeheerders kunnen nemen om stroomopwaartse migratie van glasaal ter
585 hoogte van deze locaties opnieuw mogelijk te maken. Net zoals de voorbijgaande jaren, was de spuiduur
586 het grootst aan de IJzermonding in de Ganzepoot (276:43 uren in totaal). Maar dit is wel bijna een halvering
587 ten opzichte van 2021 (489 uren). Op KGO is er dit jaar (245:46 uur in totaal) beduidend meer gespuid dan
588 de voorbije jaren. In vergelijking met vorige jaren is er door werkzaamheden aan de spuikoker op het AKL
589 een pak minder gespuid (18:50 uur in totaal). Op het LK zijn er ongeveer evenveel dagen gespuid als vorig
590 jaar, maar is het aantal uren gehalveerd ten opzichte van vorig jaar. Dit kwam doordat er terug naar het
591 oude systeem gegaan is waarbij de schoten enkel overdag open stonden.

593 Het alternatieve spuibeheer in de Ijzer is relatief intensief in vergelijking met de andere systemen waar
594 aangepast spuibeheer wordt uitgevoerd. In de Ijzer zien we dan ook een link tussen periodes van aangepast
595 spuibeheer en een verhoogde hoge conductiviteit in de Ijzer. Dit jaar bleef de conductiviteit echter na
596 de periode van het aangepast beheer ook bijzonder hoog wat wellicht het gevolg is van de droge zomer.
597 In tegenstelling tot 2021, was de zomer van 2022 immers bijzonder droog. Ondanks er geen sluitende
598 bewijzen zijn voor een effect van het alternatief spuibeheer in de andere kanalen, lijkt het erop dat droge
599 periodes een versterkend effect hebben op het aangepast spuibeheer in deze systemen.

600 Referenties

- 601 Audenaert V., Huyse T., Goemans G., Belpaire C. & Volckaert F.a.M. (2003). Spatio-temporal dynamics of
602 the parasitic nematode *Anguillicola crassus* in Flanders, Belgium. Diseases of Aquatic Organisms 56 (3):
603 223–233. <https://doi.org/10.3354/dao056223>.
- 604 Bonhommeau S., Chassot E., Planque B., Rivot E., Knap A. & Le Pape O. (2008). Impact of climate on eel
605 populations of the Northern Hemisphere. Marine Ecology Progress Series 373: 71–80. <https://doi.org/10.3354/meps07696>.
- 606 Briand C., FATIN D., FONTENELLE G. & Feunteun E. (2005). Effect of re-opening of a migratory pathway for
607 eel (*Anguilla anguilla*, L.) at a watershed scale. Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture - BULL
608 FR PECHE PISCIC 378-379: 67–86. <https://doi.org/10.1051/kmae:2005004>.
- 609 Bult T.P. & Dekker W. (2007). Experimental field study on the migratory behaviour of glass eels (*Anguilla
610 anguilla*) at the interface of fresh and salt water. ICES Journal of Marine Science 64 (7): 1396–1401.
<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsm105>.
- 611 Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., Maerteleire N.D., Jacobs Y. & Stevens M. (2012a). Glasal-
612 migratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende.
- 613 Buysse D., Mouton A., Gelaude E., Baeyens R., Maerteleire N.D., Jacobs Y. & Stevens M. (2012b). Glasal-
614 migratie ter hoogte van het sluizencomplex Sas Slijkens (Kanaal Gent-Oostende) in Oostende.
- 615 Buysse D., Verreycken H., Maerteleire N.D., Gelaude E., Baeyens R., Pieters S., Mouton A., Galle L., De N. &
616 Coeck J. (2015b). Glasalmigratie ter hoogte van het uitwateringscomplex in de haven van Zeebrugge.
- 617 Buysse D., Verreycken H., Maerteleire N.D., Gelaude E., Baeyens R., Pieters S., Mouton A., Galle L., De N. &
618 Coeck J. (2015a). Glasalmigratie ter hoogte van het uitwateringscomplex in de haven van Zeebrugge.
- 619 Dekker W. (1998). Long-term trends in the glasseels immigrating at Den Oever, The Netherlands. Bulletin
620 Français de la Pêche et de la Pisciculture (349): 199–214. <https://doi.org/10.1051/kmae:1998045>.
- 621 Dekker W. (2000). The fractal geometry of the European eel stock. ICES Journal of Marine Science 57 (1):
622 109–121. <https://doi.org/10.1006/jmsc.1999.0562>.
- 623 Du Colombier S., Bolliet V., Lambert P. & Bardonnec A. (2007). Energy and migratory behavior in glass eels
624 (*Anguilla anguilla*). Physiology & Behavior 92 (4): 684–690. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.05.013>.
- 625 Edeline E., Dufour S. & Elie P. (2005). Role of glass eel salinity preference in the control of habitat selection
626 and growth plasticity in *Anguilla anguilla*. Marine Ecology-Progress Series 304: 191–199.
- 627 Edeline E., Lambert P., Rigaud C. & Elie P. (2006). Effects of body condition and water temperature on
628 *Anguilla anguilla* glass eel migratory behavior. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 331:
629 217–225.
- 630 Feunteun E., Acou A., Guillouet J., Laffaille P. & Legault A. (1998). Spatial distribution of an eel popula-
631 tion (*Anguilla anguilla* L) in a small coastal catchment of northern Brittany (France). Consequences of
632 hydraulic works. Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture 349: 129–139.
- 633 Friedland K.D., Miller M.J. & Knights B. (2007). Oceanic changes in the Sargasso Sea and declines in recruit-
634 ment of the European eel. ICES Journal of Marine Science 64: 519–530.
- 635 Knights B. (2003). A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing
636 mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. Science of the Total Environment
637 310: 237–244.
- 638 Laffaille P., Caraguel J.M. & Legault A. (2007). Temporal patterns in the upstream migration of European
639 glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. Estuarine Coastal and Shelf Science 73:
640 81–90.
- 641 Mouton A., Buysse D., Van den Neucker T., Gelaude E., Baeyens R., De Maerteleire N., Roberechts K.,
642 Stevens M. & Coeck J. (2013). Optimalisatie van omgekeerd spuibehoor voor glasalmigratie vanuit
643 de Ganzeput te Nieuwpoort naar de IJzer.



- 647 Mouton A., Gelaude E., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R., Jacobs Y. &
648 Coeck J. (2009). Glasaalmigratie ter hoogte van het Ganzepoot spuicomplex te Nieuwpoort. Instituut
649 voor Natuur en Bosonderzoek.
- 650 Mouton A., Gelaude E., Jacobs Y., Buysse D., Stevens M., Neucker T.V. den, Martens S., Baeyens R. & Coeck
651 J. (2010). Optimalisatie van glasaalmigratie in de ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. [https://
652 pureportal.inbo.be/nl/publications/optimalisatie-van-glasaalmigratie-in-de-ganzepoot-ijzermonding-
653 in.](https://pureportal.inbo.be/nl/publications/optimalisatie-van-glasaalmigratie-in-de-ganzepoot-ijzermonding-in)
- 654 Mouton A., Gelaude E., Jacobs Y., Buysse D., Stevens M., Van den Neucker T., Martens S., Baeyens R. & Coeck
655 J. (2011). Optimalisatie van glasaalmigratie in de Ganzepoot (IJzermonding) in Nieuwpoort. Instituut
656 voor Natuur en Bosonderzoek.
- 657 Steendam C., Buysse D., Van Wichelen J., Verschelde P., De Maerteleire N., Gelaude E., Robberechts K.,
658 Baeyens R., Pieters S., Verhelst P., Pauwels I., Vermeersch S. & Coeck J. (2019). Opvolging van de paling-
659 stand in het Leopoldkanaal als evaluatie van het aangepast sluisbeheer in functie van een verbeterde
660 glasaalmigratie (2018-2019). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.
- 661 Vandamme L., Verhelst P., Labrière A., Buysse D., Bruneel S., Broos S., Pauwels I., Auwerx J., Plaetinck S.,
662 Rosseel D., De Maerteleire N., Pieters S. & Coeck J. (2024). Wetenschappelijke onderbouwing en on-
663 dersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma visserij 2023. [https:
664 //doi.org/10.21436/inbor.17042525](https://doi.org/10.21436/inbor.17042525).
- 665 Vandamme L., Wichelen J.V., Steendam C., Brys R., Pauwels I., Auwerx J., Buysse D., Baeyens R., Maerteleire
666 N.D., Gelaude E., Pieters S., Robberechts K., Vermeersch S. & Coeck J. (2020). Wetenschappelijke on-
667 derbouwing en ondersteuning van het visserijbeleid en het visstandbeheer: Onderzoeksprogramma
668 visserij 2019. Eindrapport. <https://doi.org/10.21436/inbor.28808440>.
- 669 White E.M. & Knights B. (1997). Environmental factors affecting migration of the European eel in the Rivers
670 Severn and Avon, England. Journal of Fish Biology 50: 1104–1116.
- 671 Wilson J.M., Antunes J.C., Bouca P.D. & Coimbra J. (2004). Osmoregulatory plasticity of the glass eel of
672 *Anguilla anguilla*: freshwater entry and changes in branchial ion-transport protein expression. Canadian
673 Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 61: 432–442.
- 674 Wilson J.M., Leitao A., Goncalves A.F., Ferreira C., Reis-Santos P., Fonseca A.V., Silva J.M. da, Antunes J.C.,
675 Pereira-Wilson C. & Coimbra J. (2007). Modulation of branchial ion transport protein expression by
676 salinity in glass eels (*Anguilla anguilla* L.). Marine Biology 151: 1633–1645.



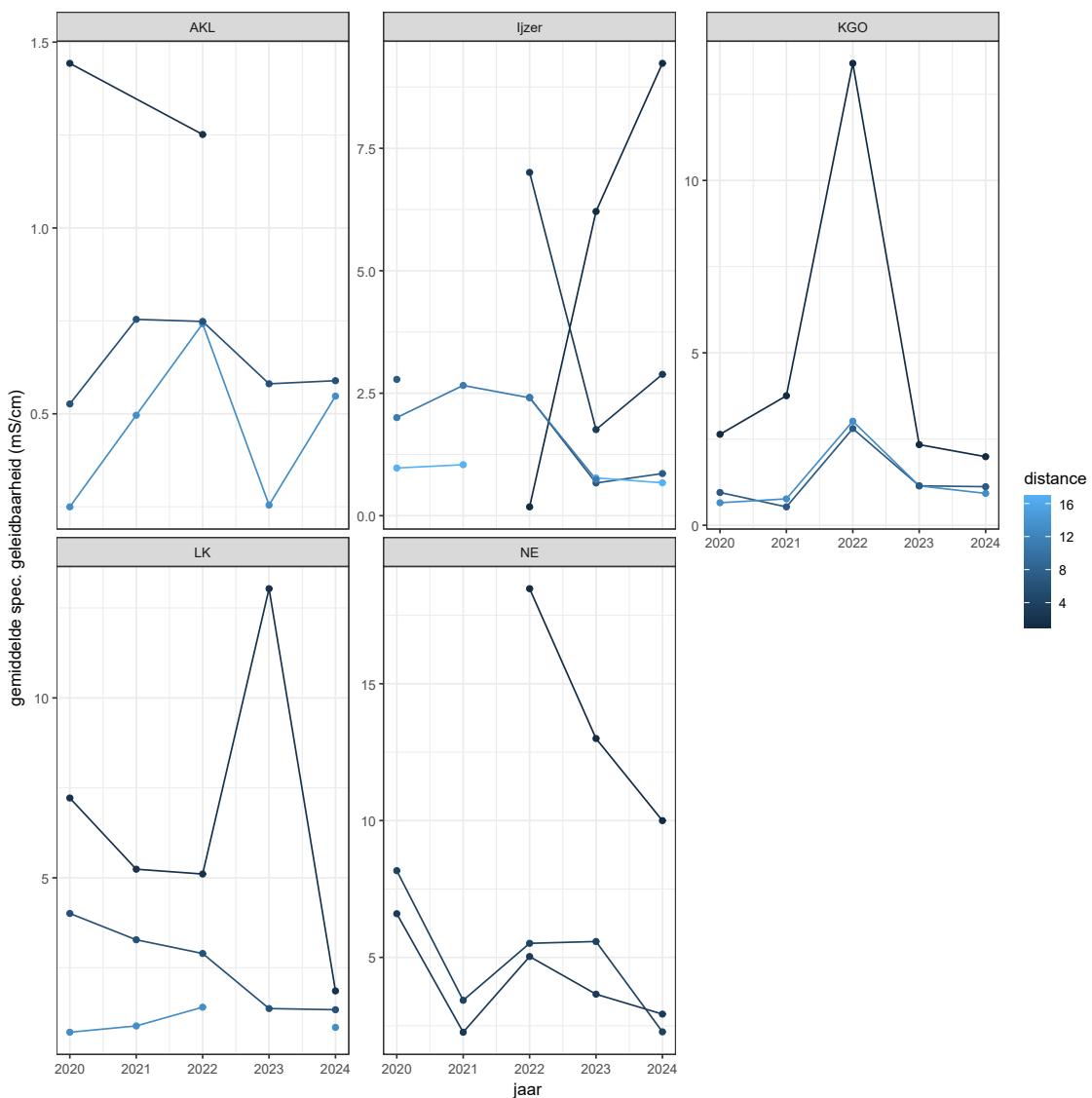
677 A APPENDIX

678 A.1 INSTRUCTIES TIJDELIJK STOPZETTEN AANGEPAST 679 SPUIBEHEER

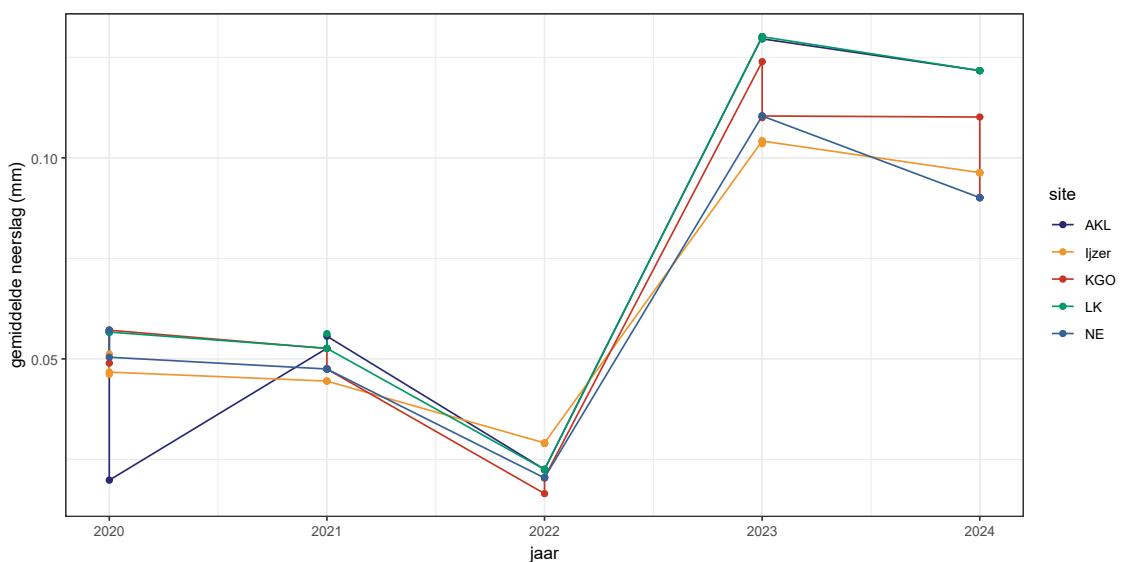
Stopzetten bij			
Site	...	INBO ctd	VMM ctd
AKL	Ramskapelle > 0.87 mS/cm	akl rams- kapelle	
LK	Ramskapelle > 2.80 mS/cm	lk rams- kapelle	
KGO	Plassendale > 2.46 mS/cm	plassendale IMM0005 Oudenburg Plassendale KanaalGentOostende	
Ijzer	Tervate > 2.66 mS/cm Woumen > 1.25 mS/cm	tervate Ijzer EC DWG Tervatebrug (BWO_DWG_CTD_Ijzer_IOW17)	
		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)	

680 A.2 TIJDSREEKSEN

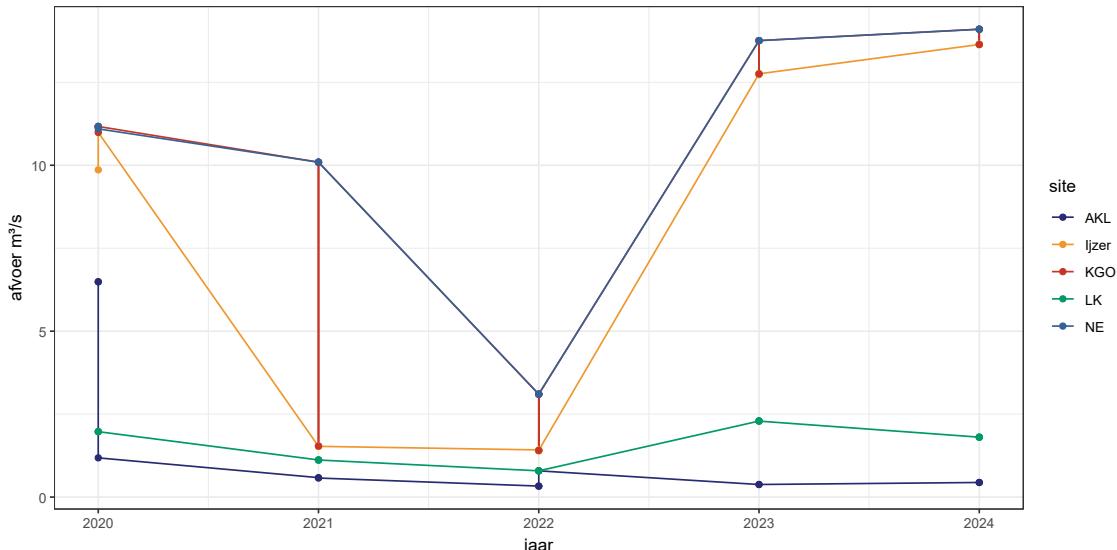




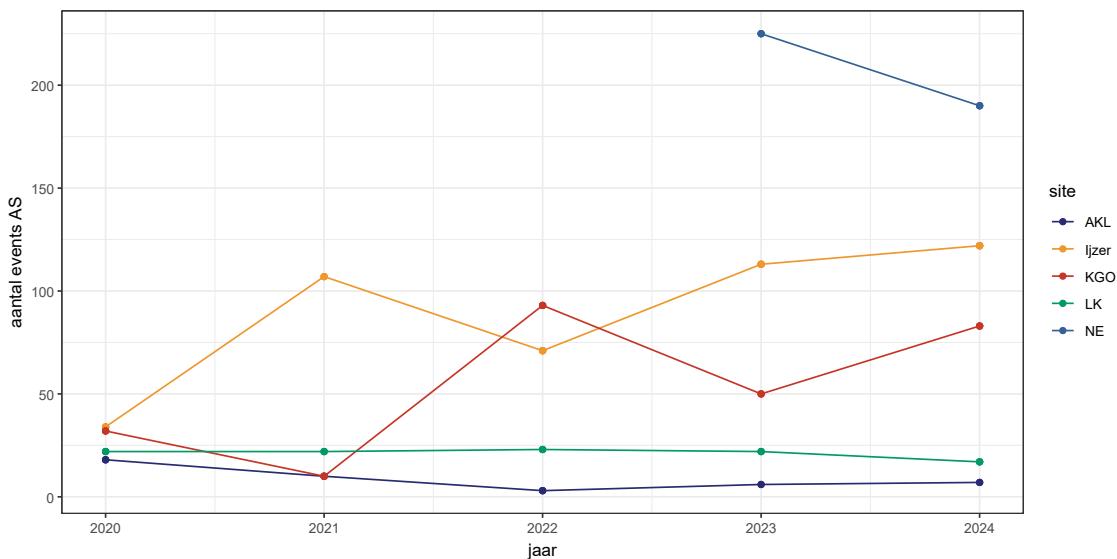
Figuur A.1: Specifieke geleidbaarheid (mS/cm) in functie van de tijd voor de verschillende sites en over verschillende afstanden tot de spuischuiven.



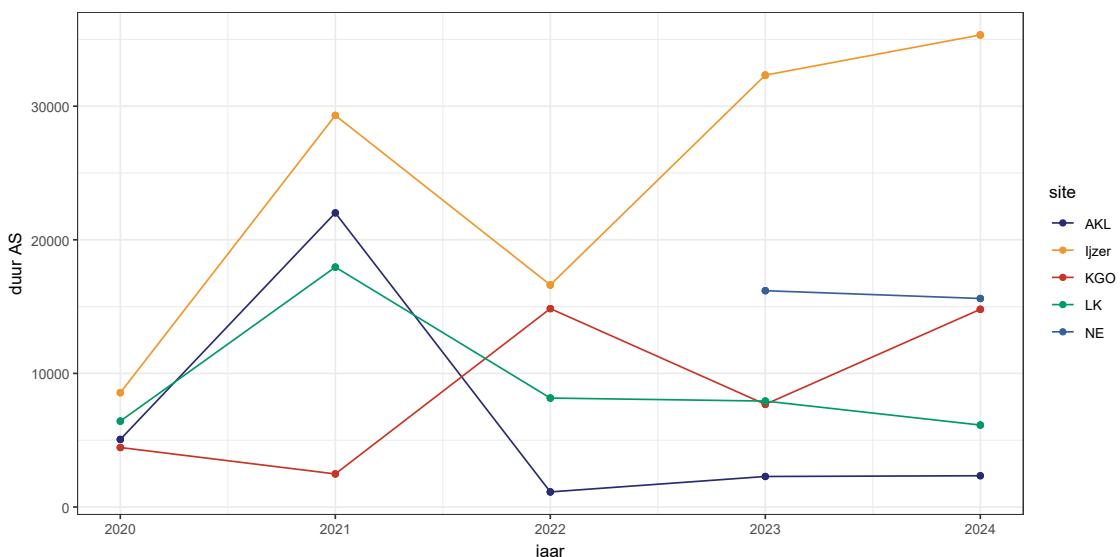
Figuur A.2: Neerslag (mm) in functie van de tijd voor de verschillende sites.



Figuur A.3: Afvoer (m^3/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.

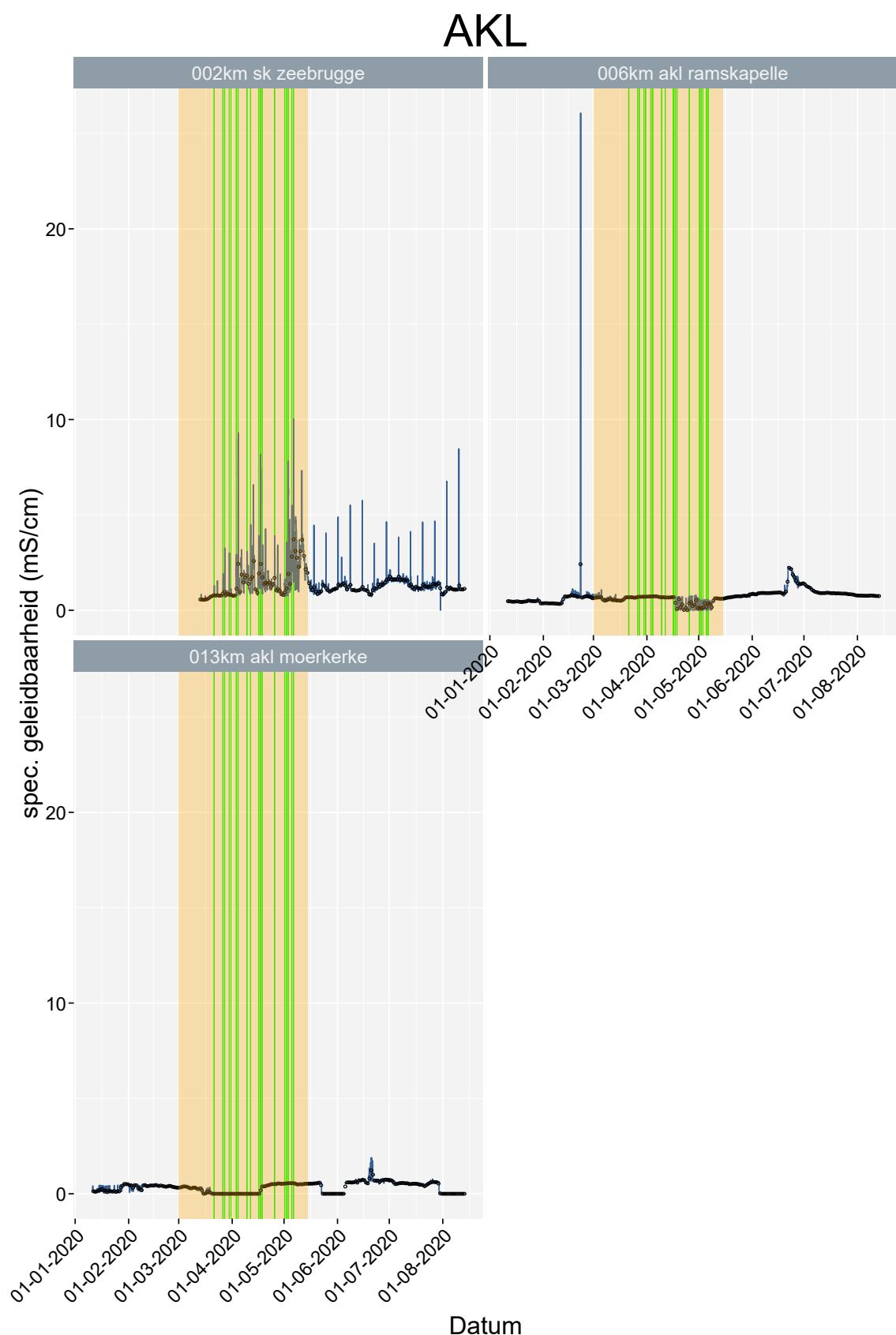


Figuur A.5: Duur aangepast spuibehandelen (AS) in functie van de tijd voor de verschillende sites.

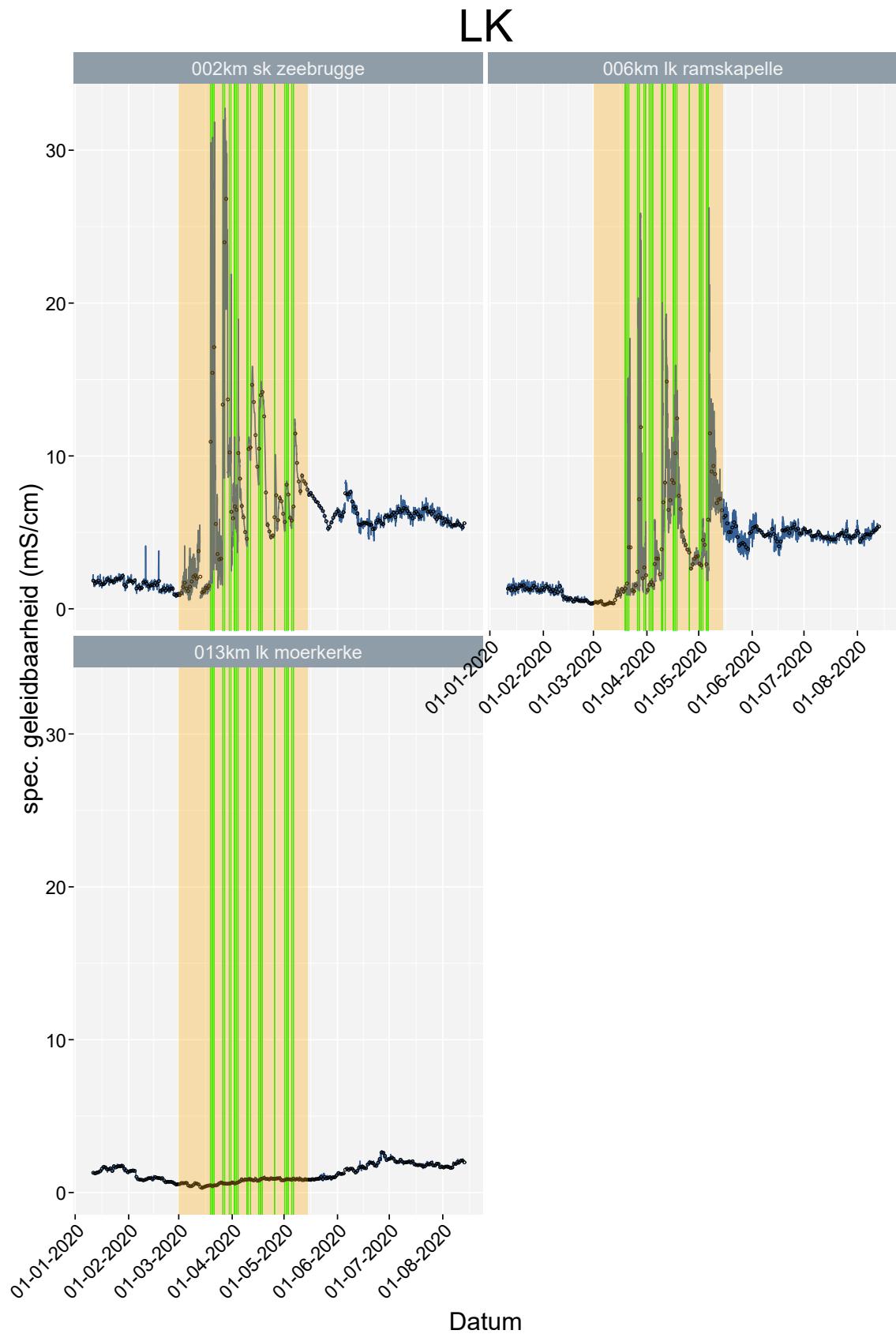
681 A.3 EERDERE JAREN

682 A.3.1 2020

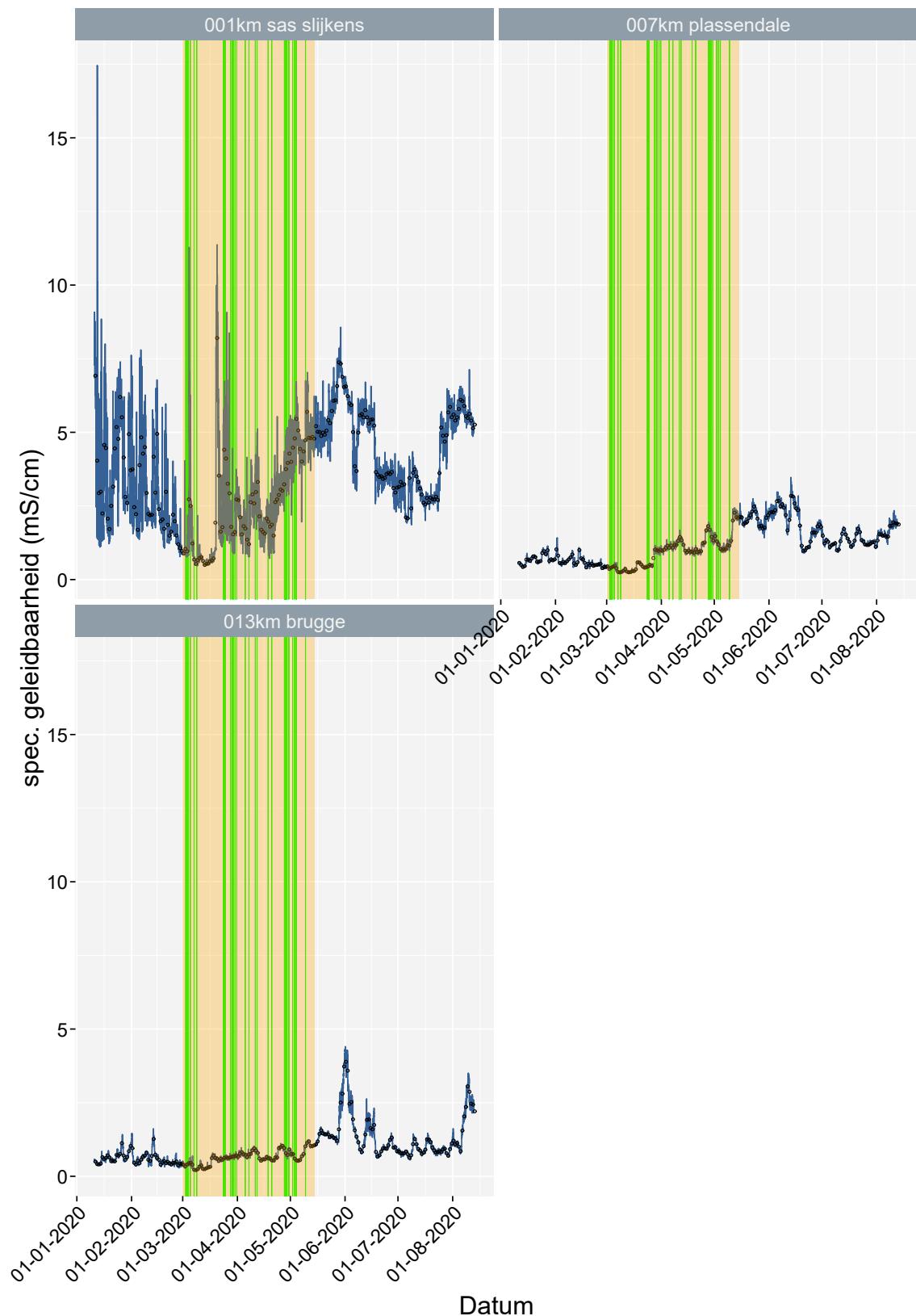
683



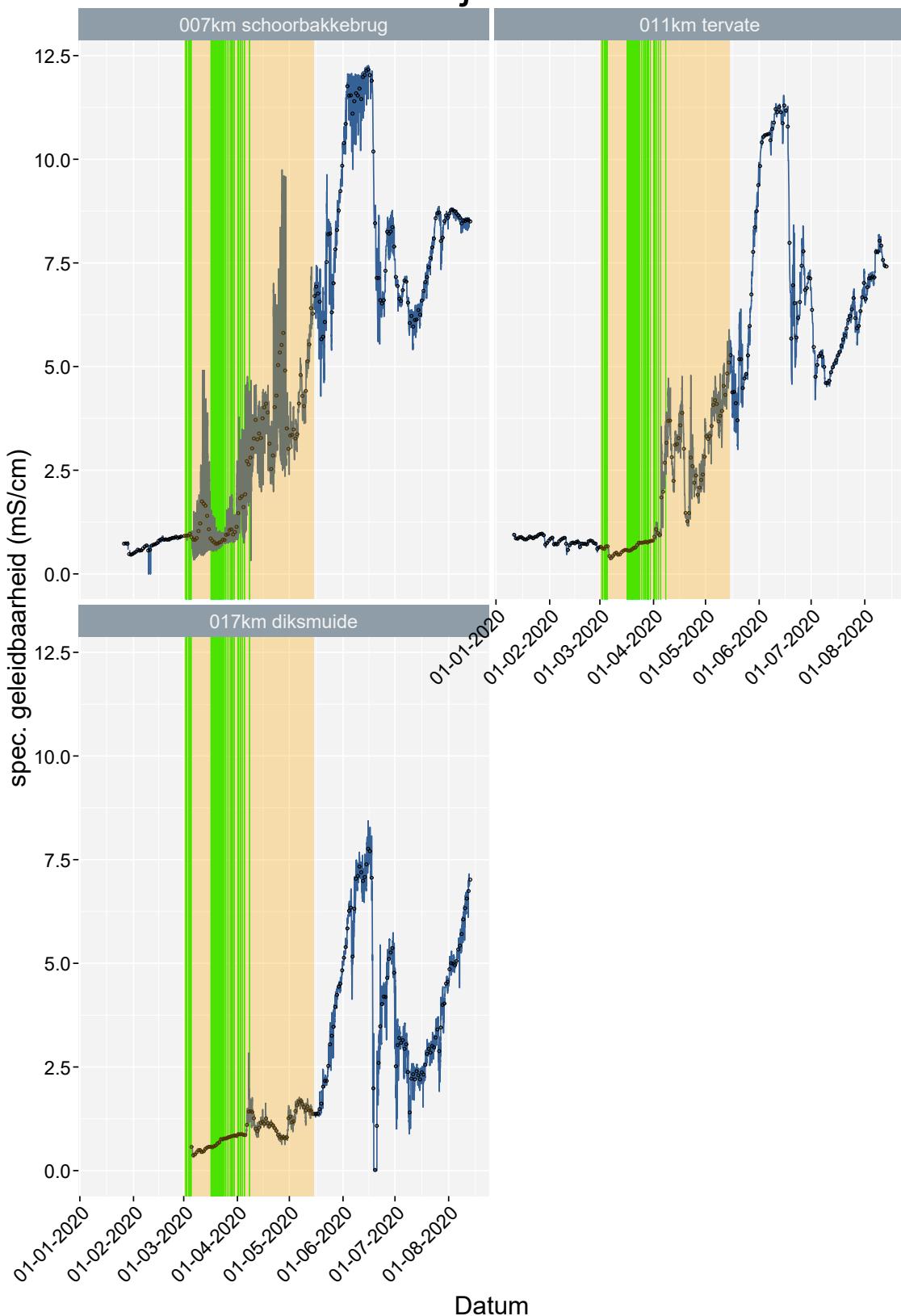
684



KGO



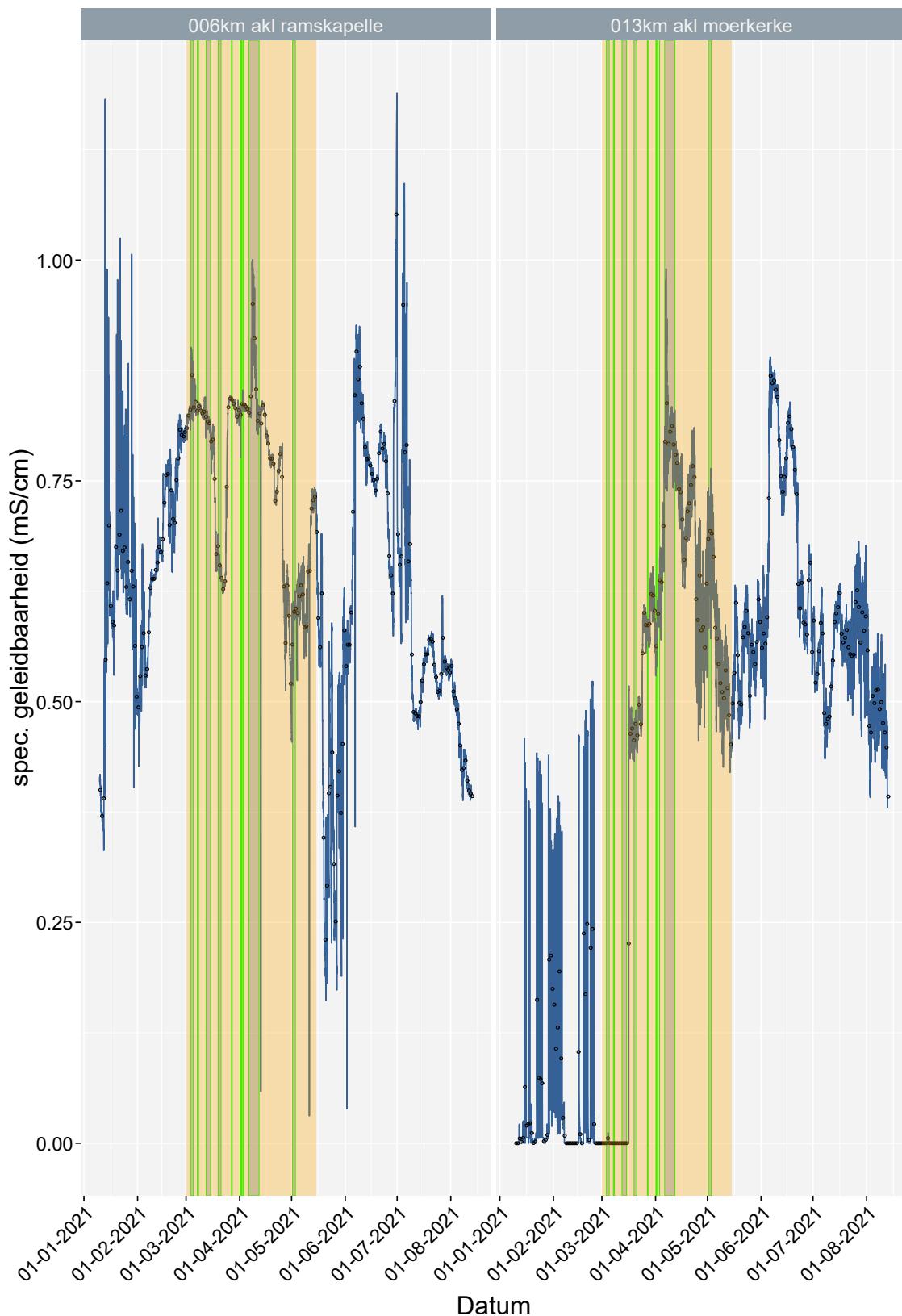
Ijzer



691 A.3.2 2021

692

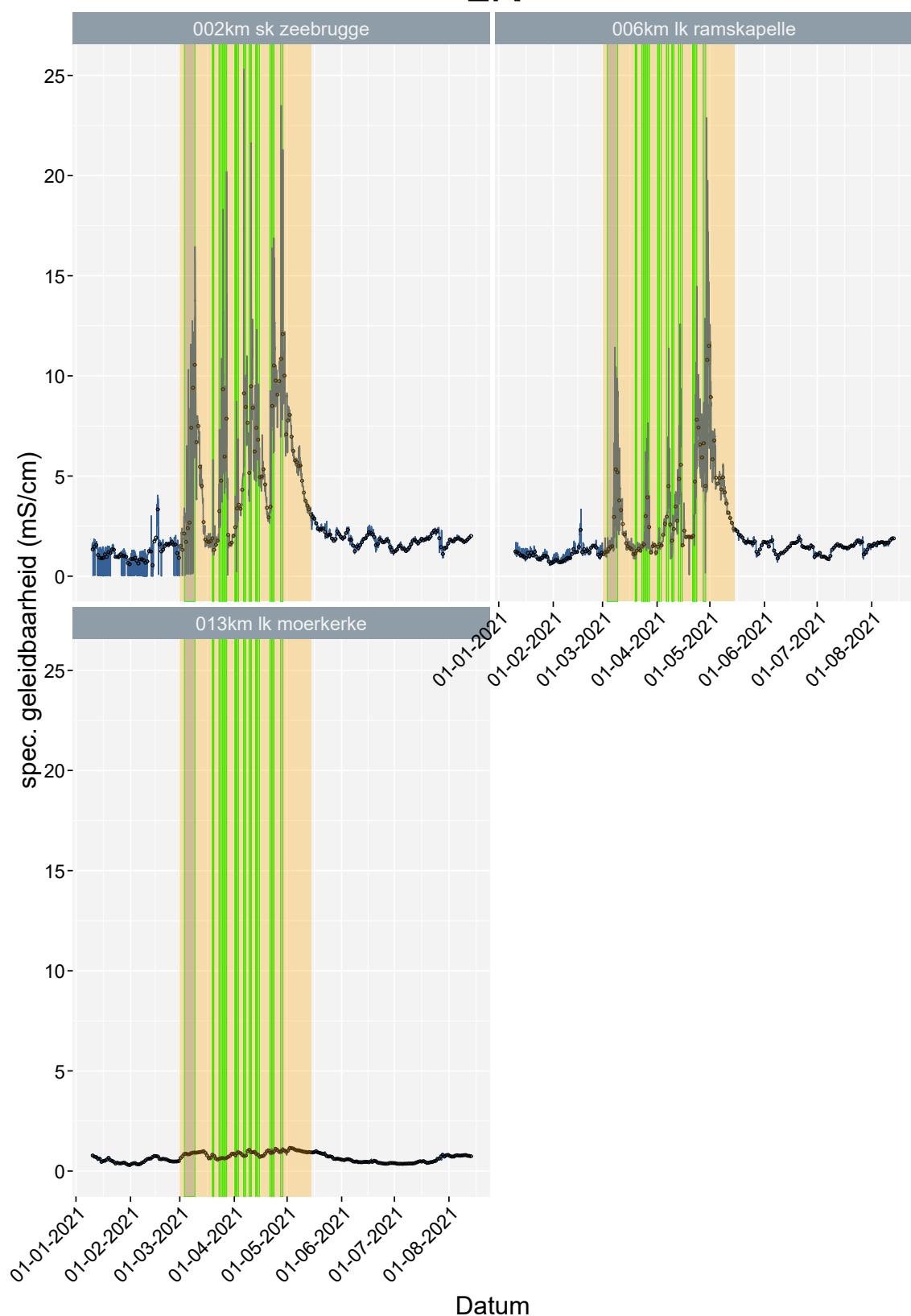
AKL



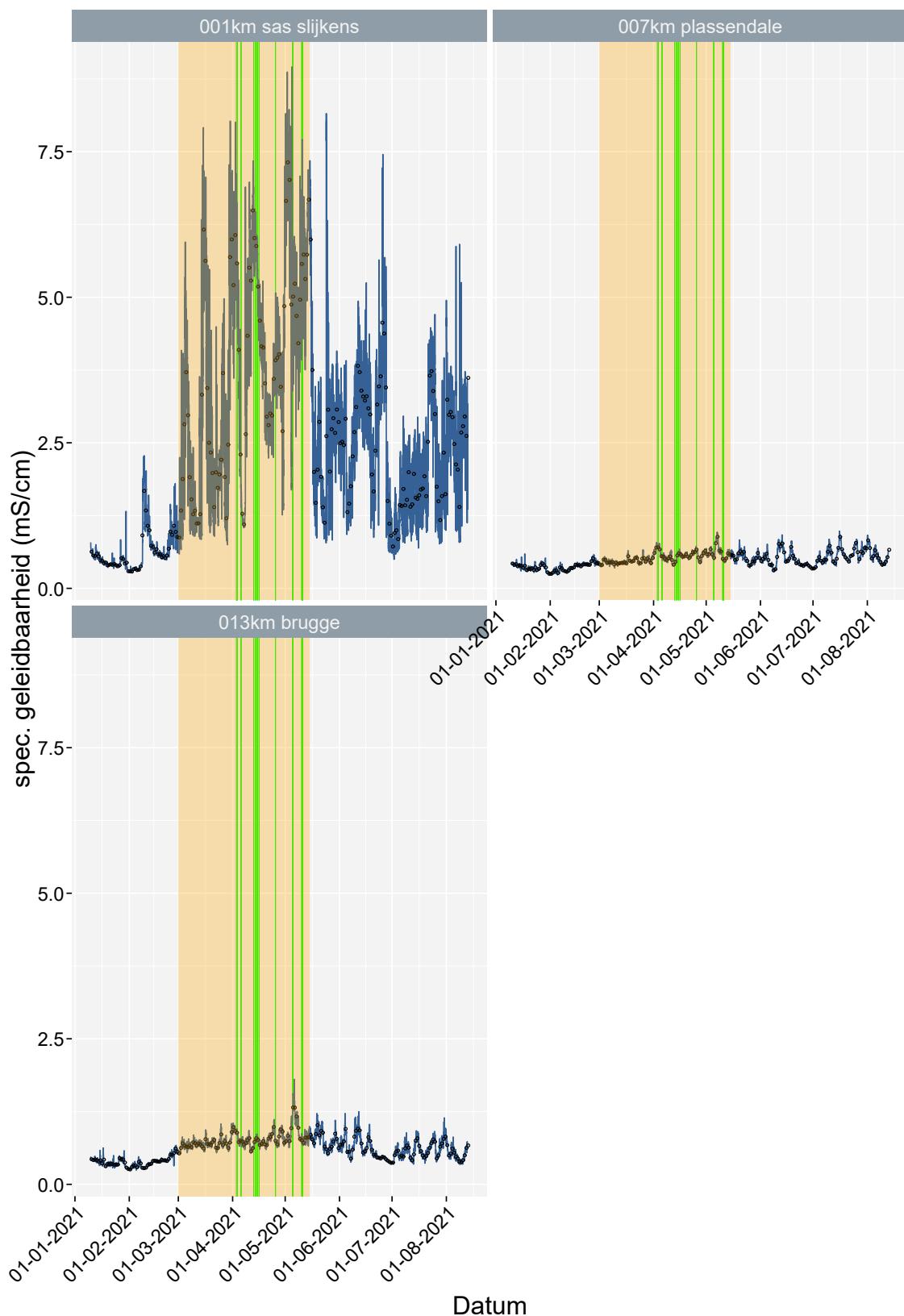
693

||||| vlaanderen.be/inbo

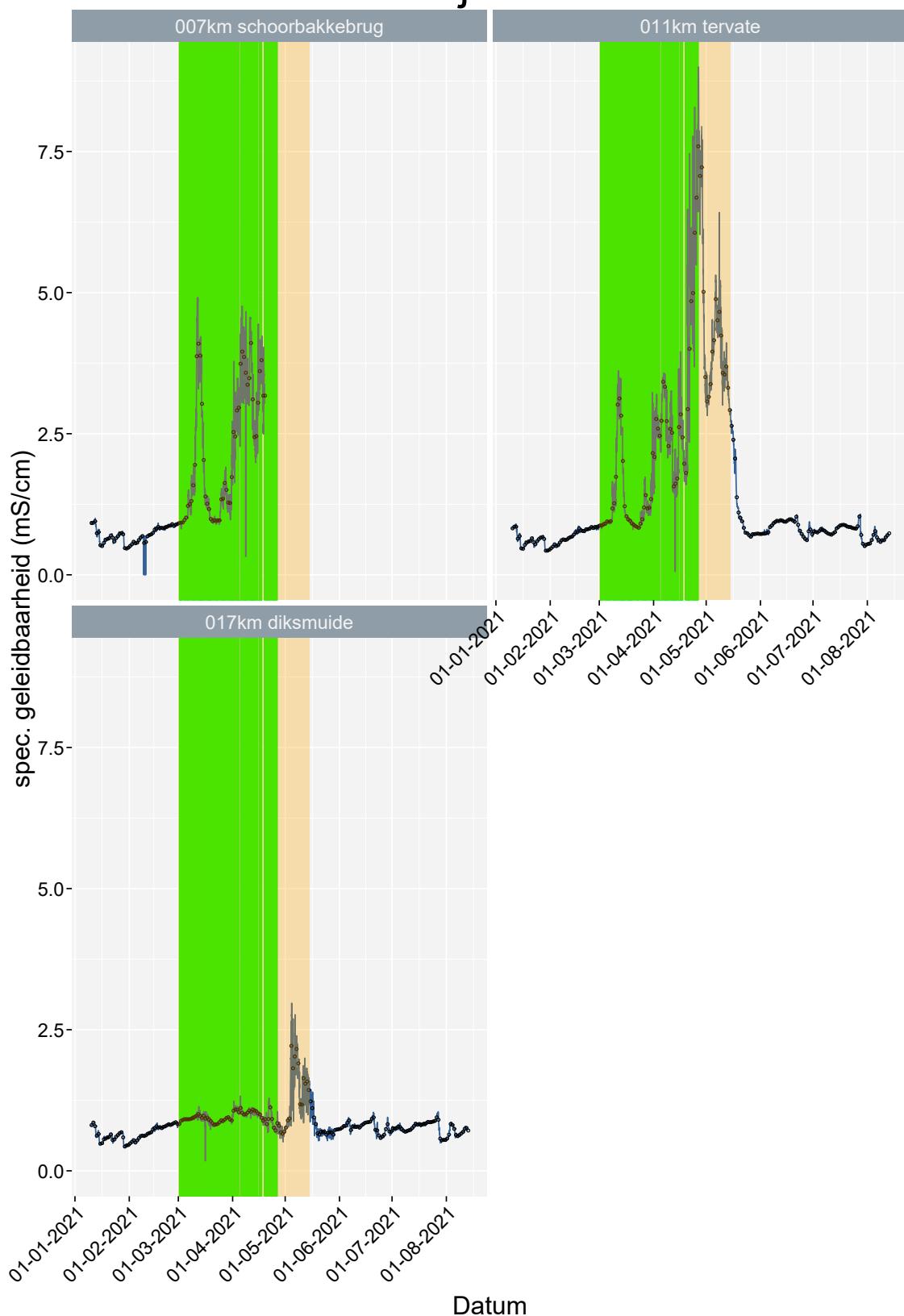
LK



KGO



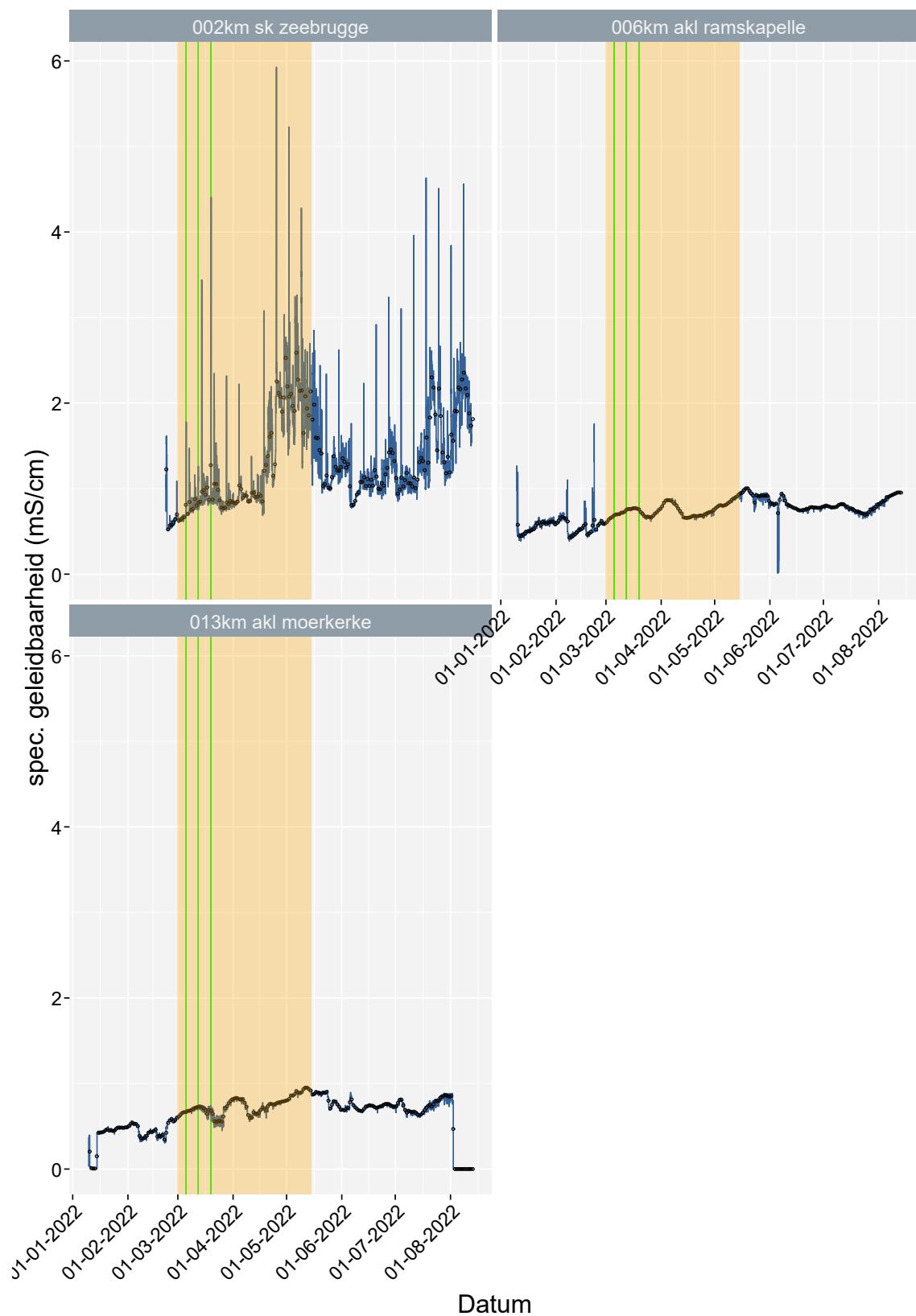
Ijzer



700 A.3.3 2022

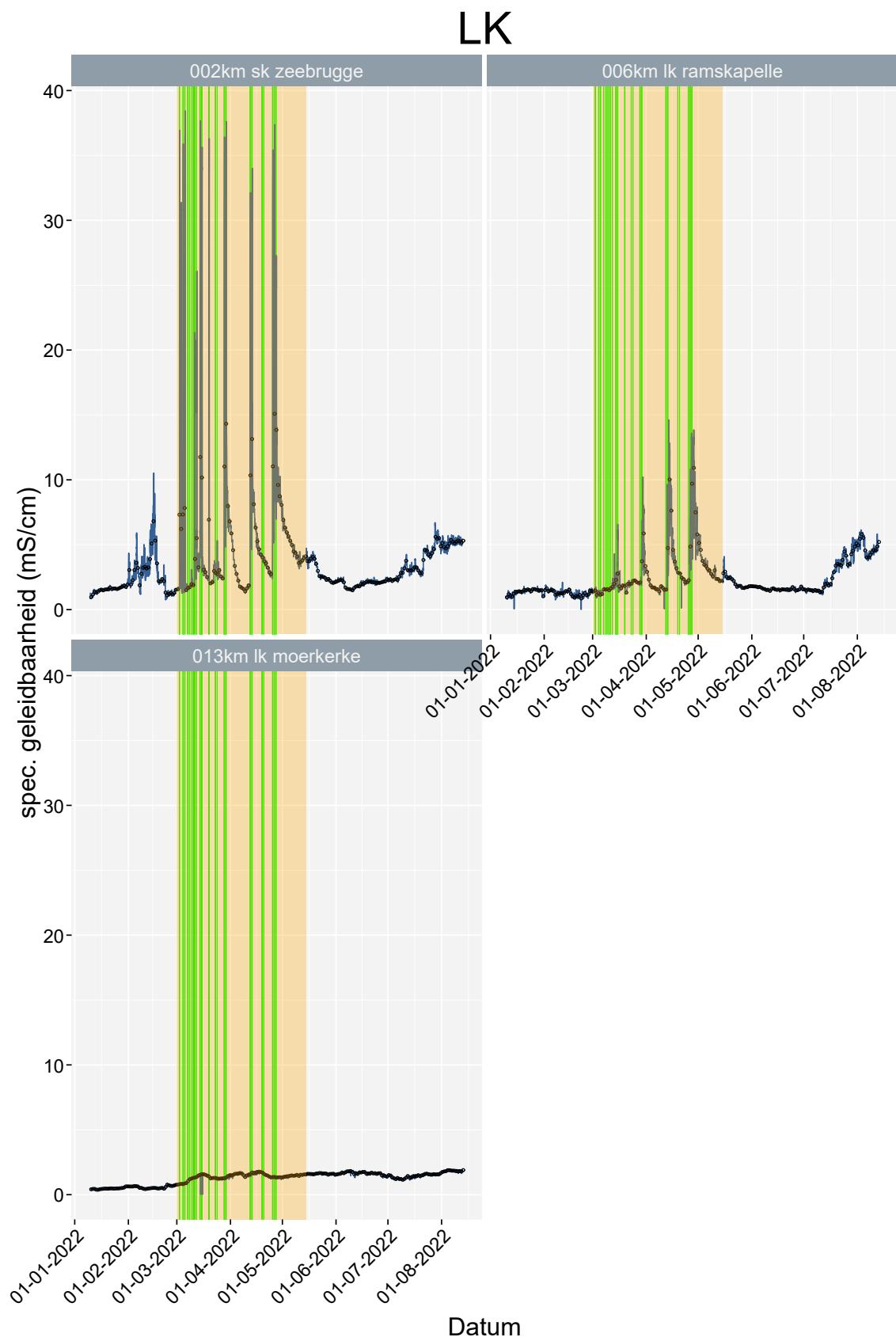
701

AKL



702

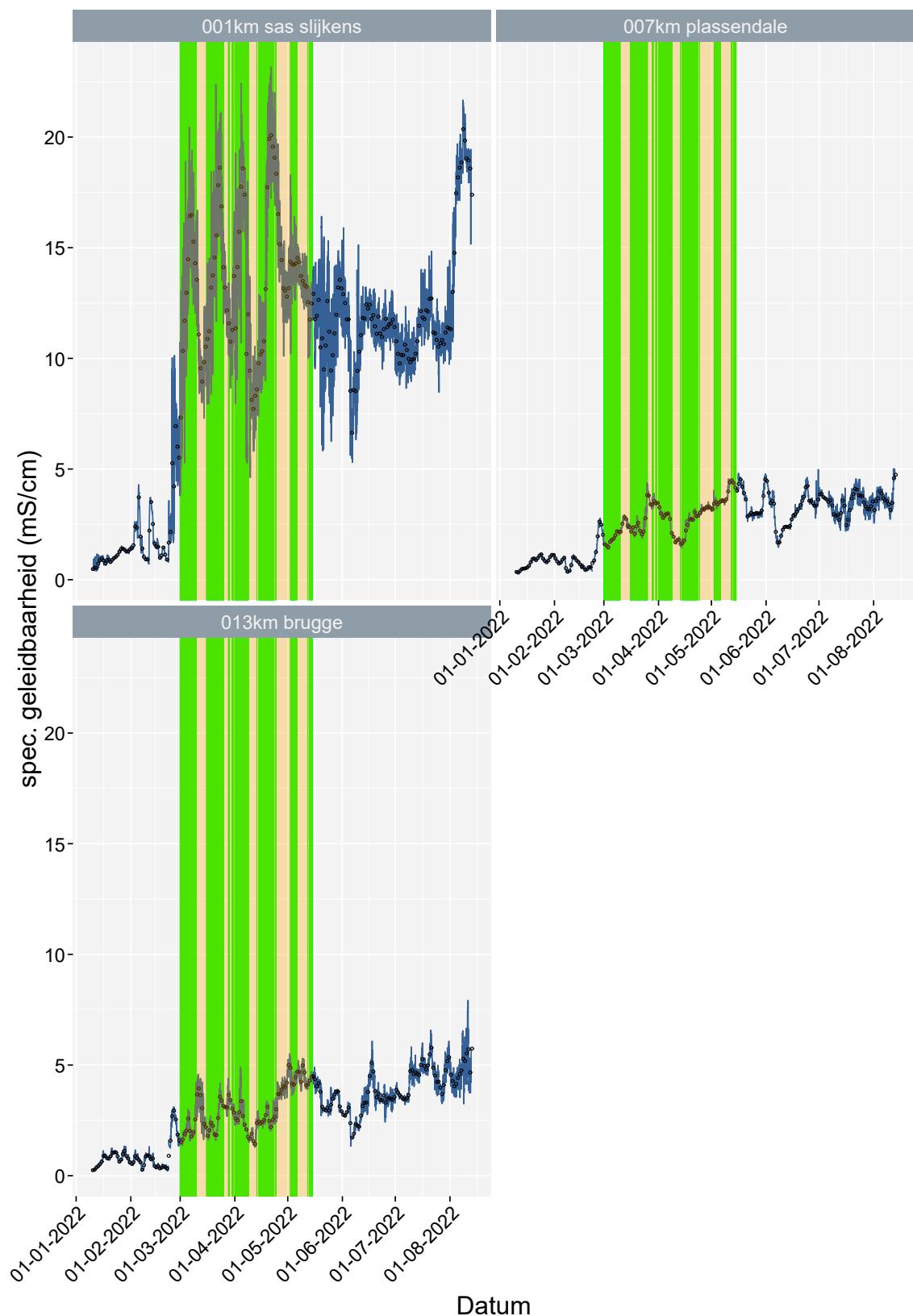
703



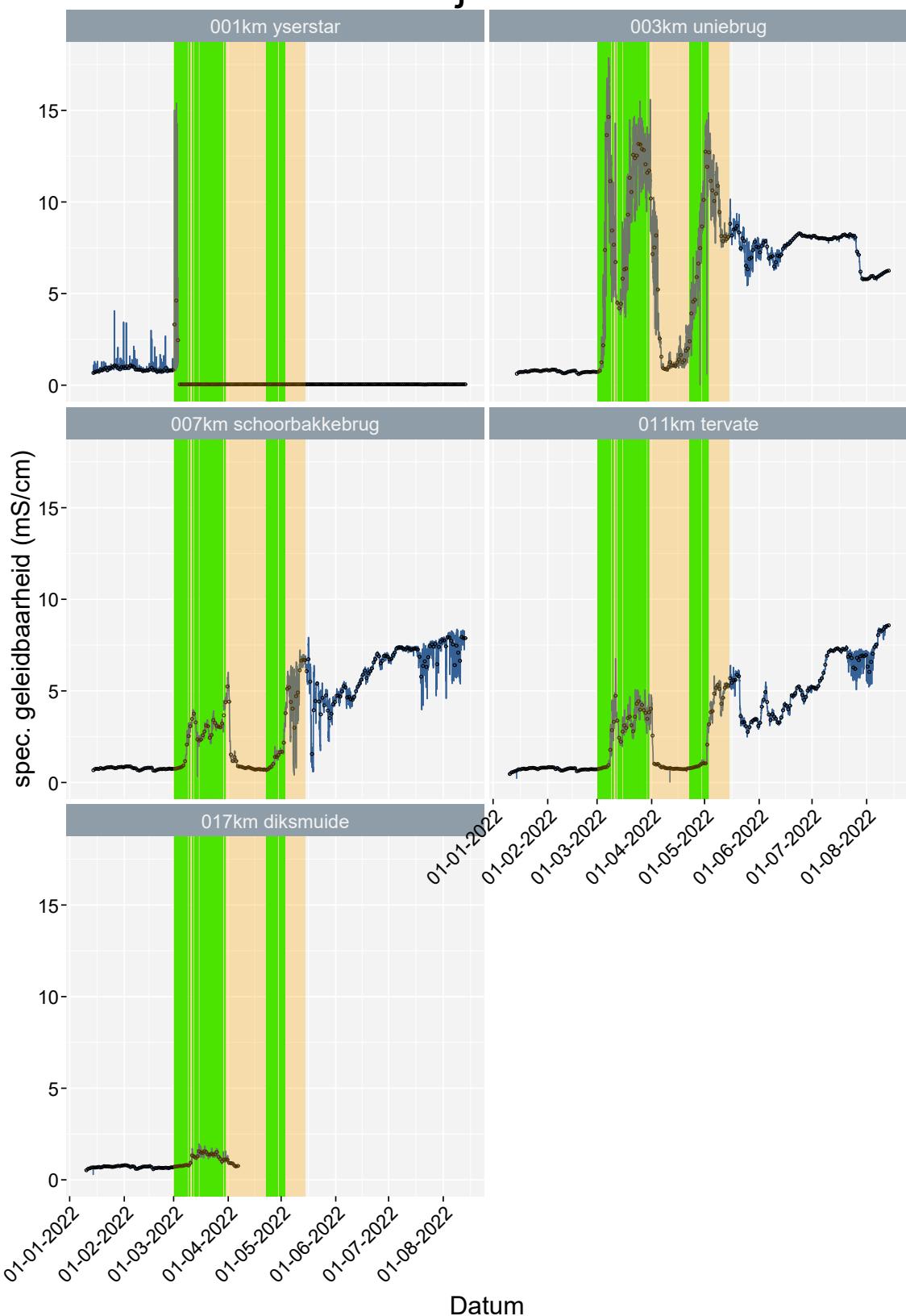
704

////////// Pagina 54 van 67 !!! missing DOI !!! vlaanderen.be/inbo

KGO

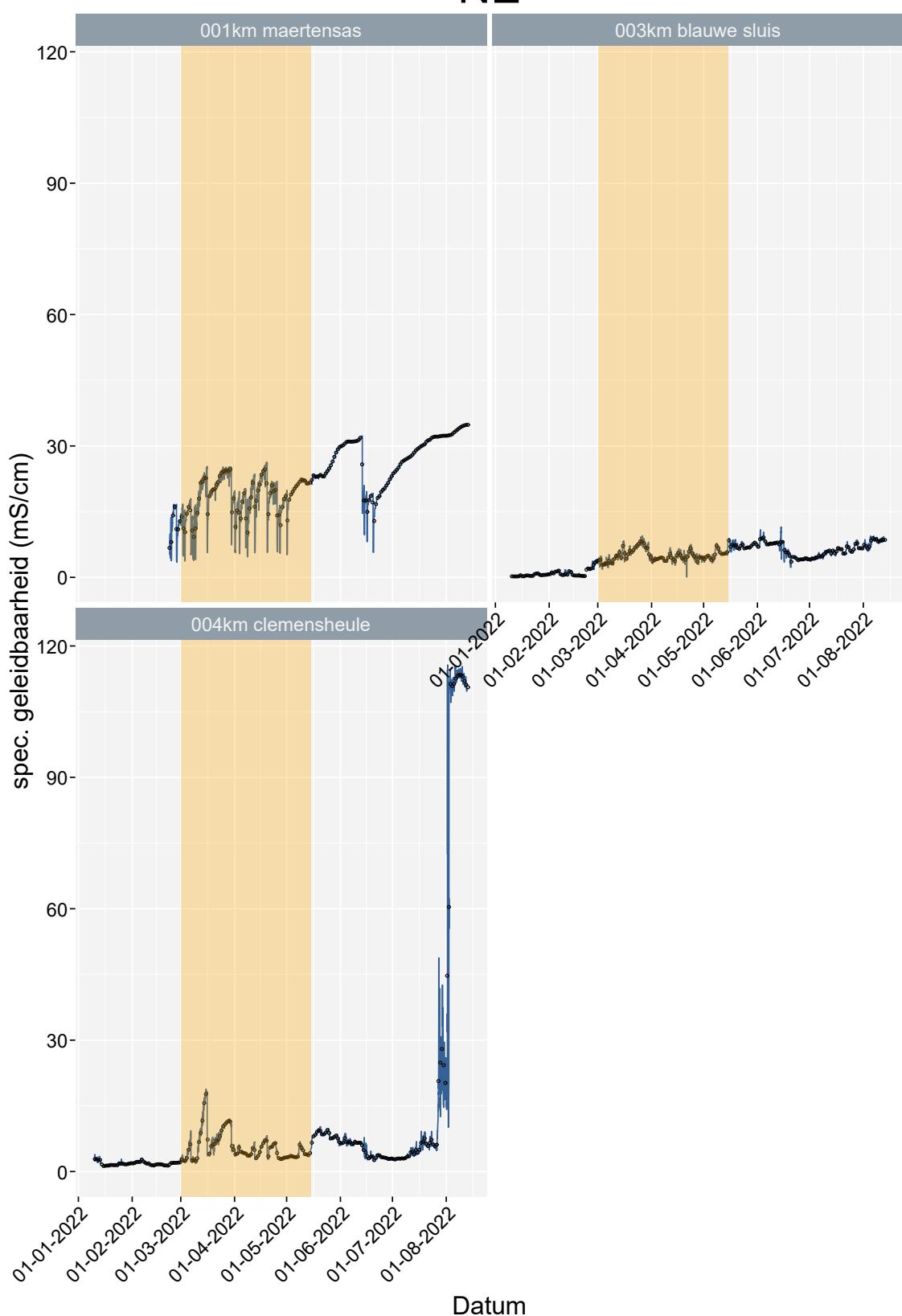


Ijzer



709

NE



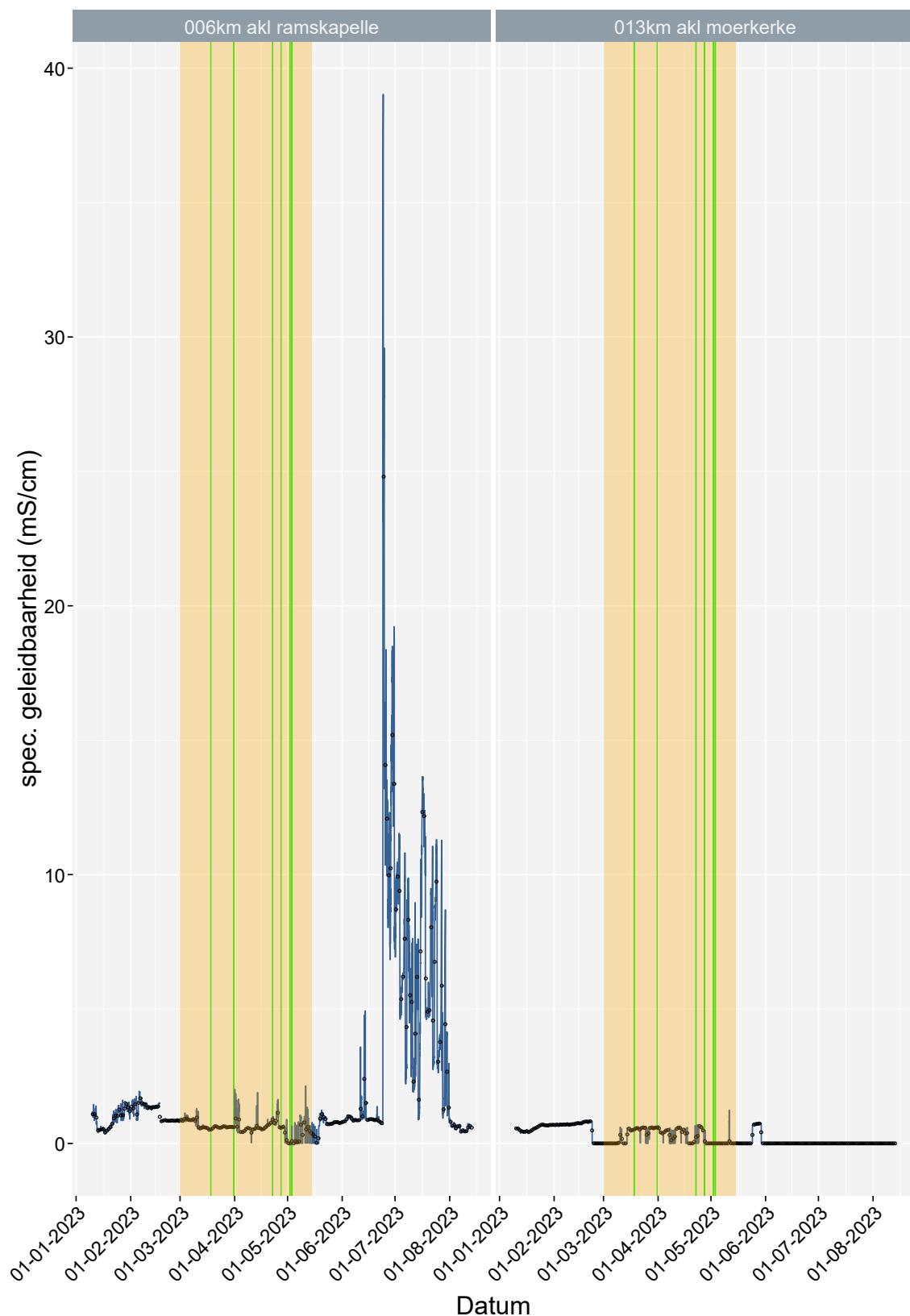
710

ONTWERP

711 A.3.4 2023

712

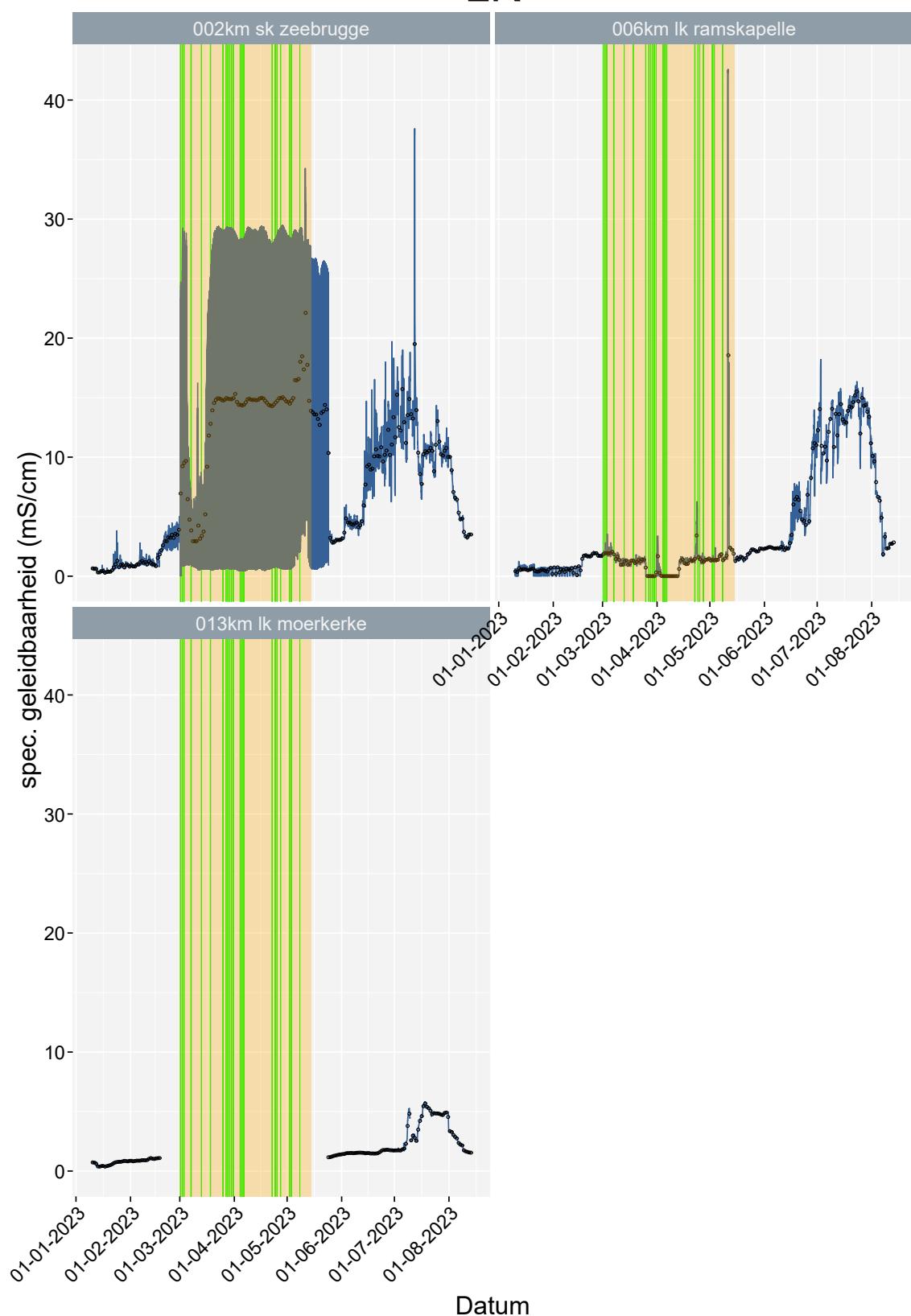
AKL



713

||||| Pagina 58 van 67 ||||| !!! missing DOI !!! ||||| vlaanderen.be/inbo |||||

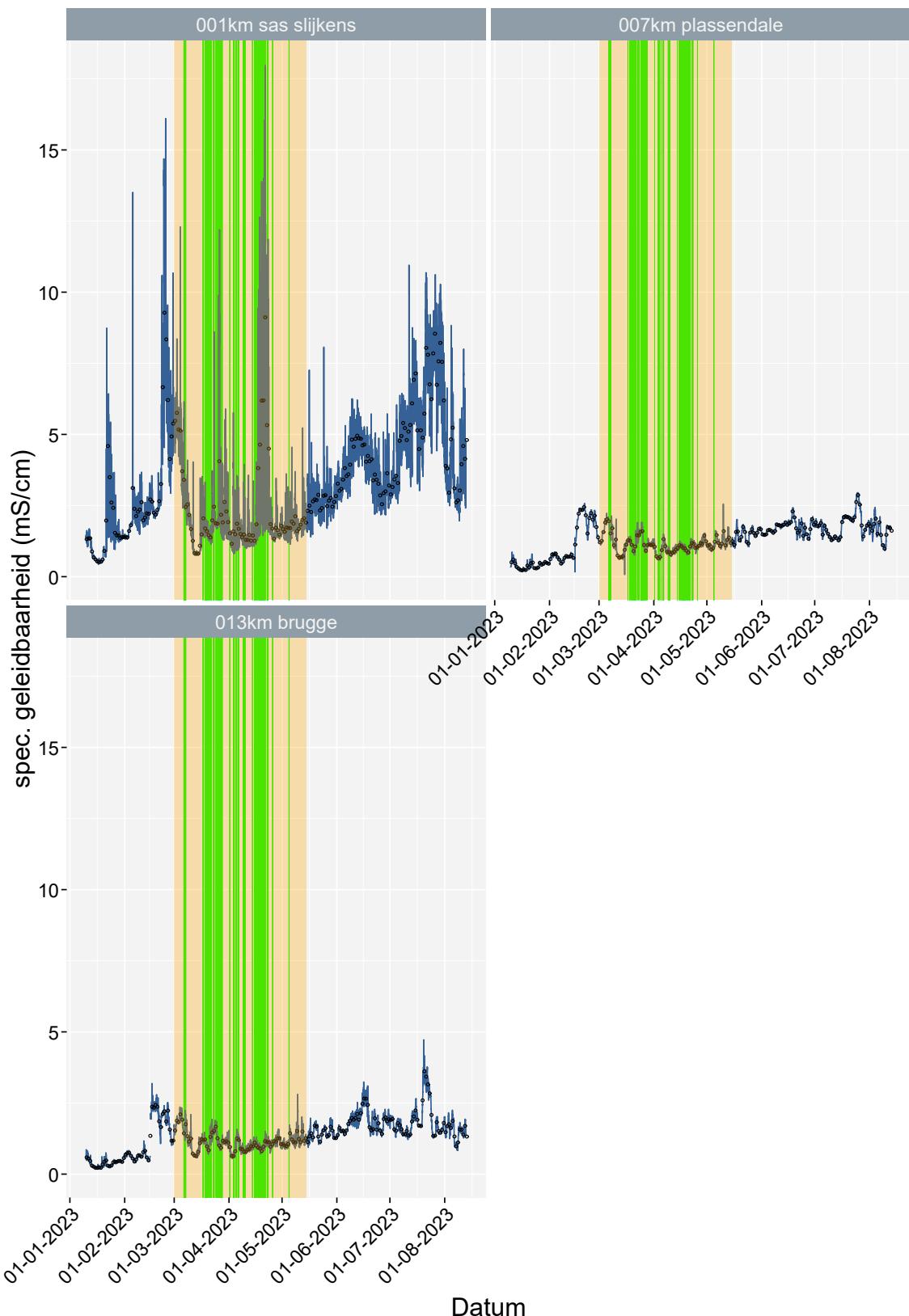
LK



ONTWERP

716

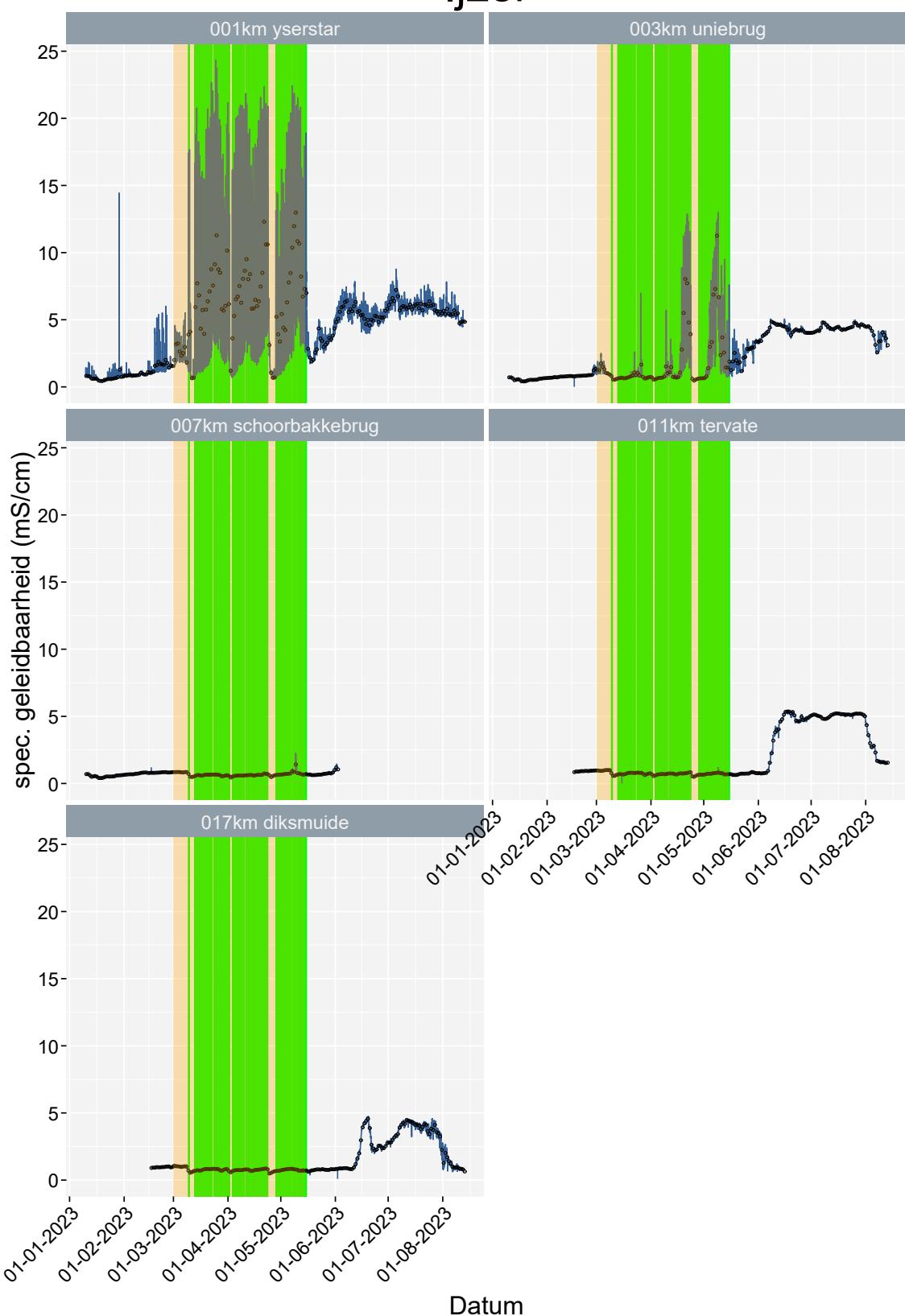
KGO



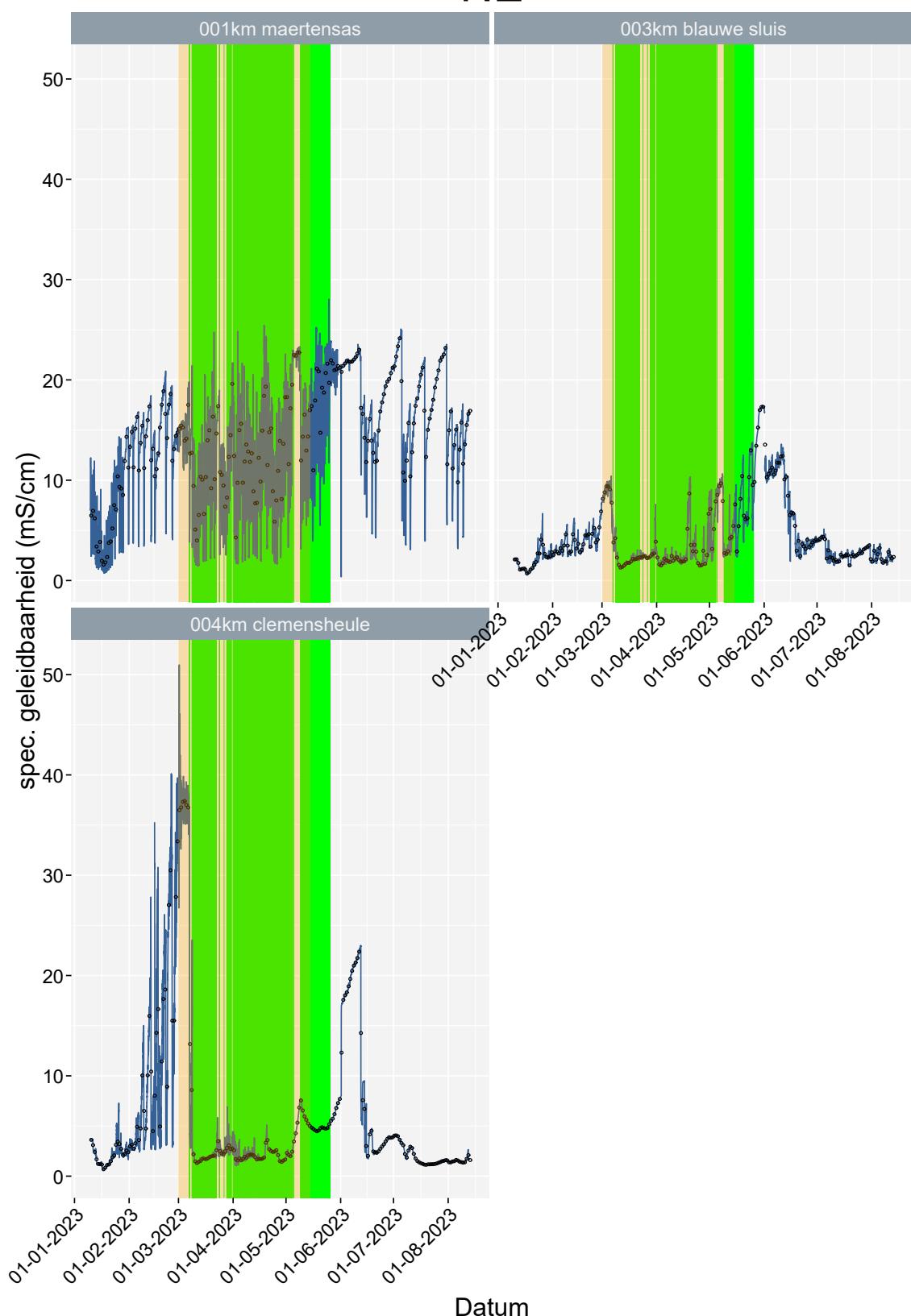
717

||||| Pagina 60 van 67 ||||| !!! missing DOI !!! ||||| vlaanderen.be/inbo |||||

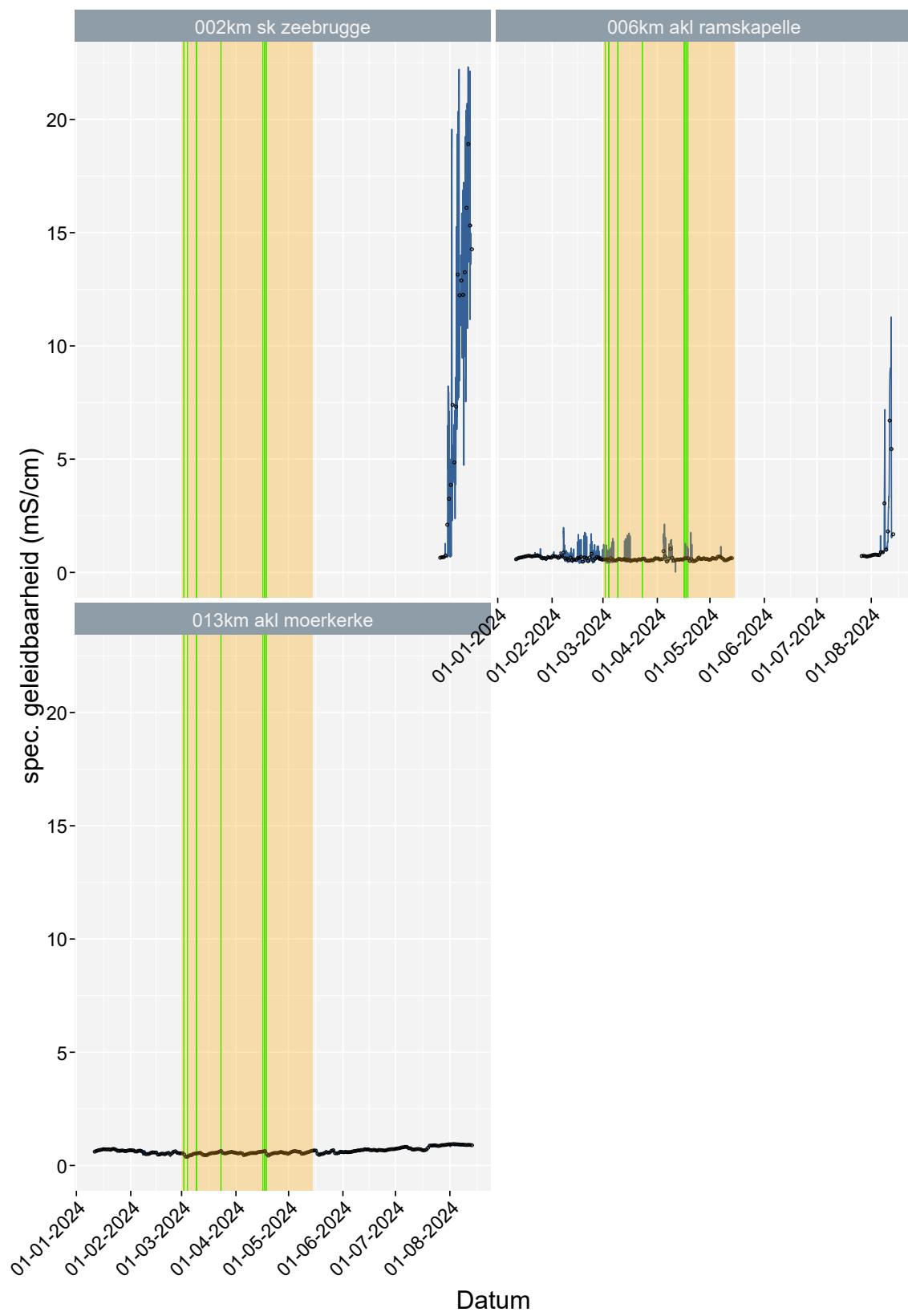
IJzer



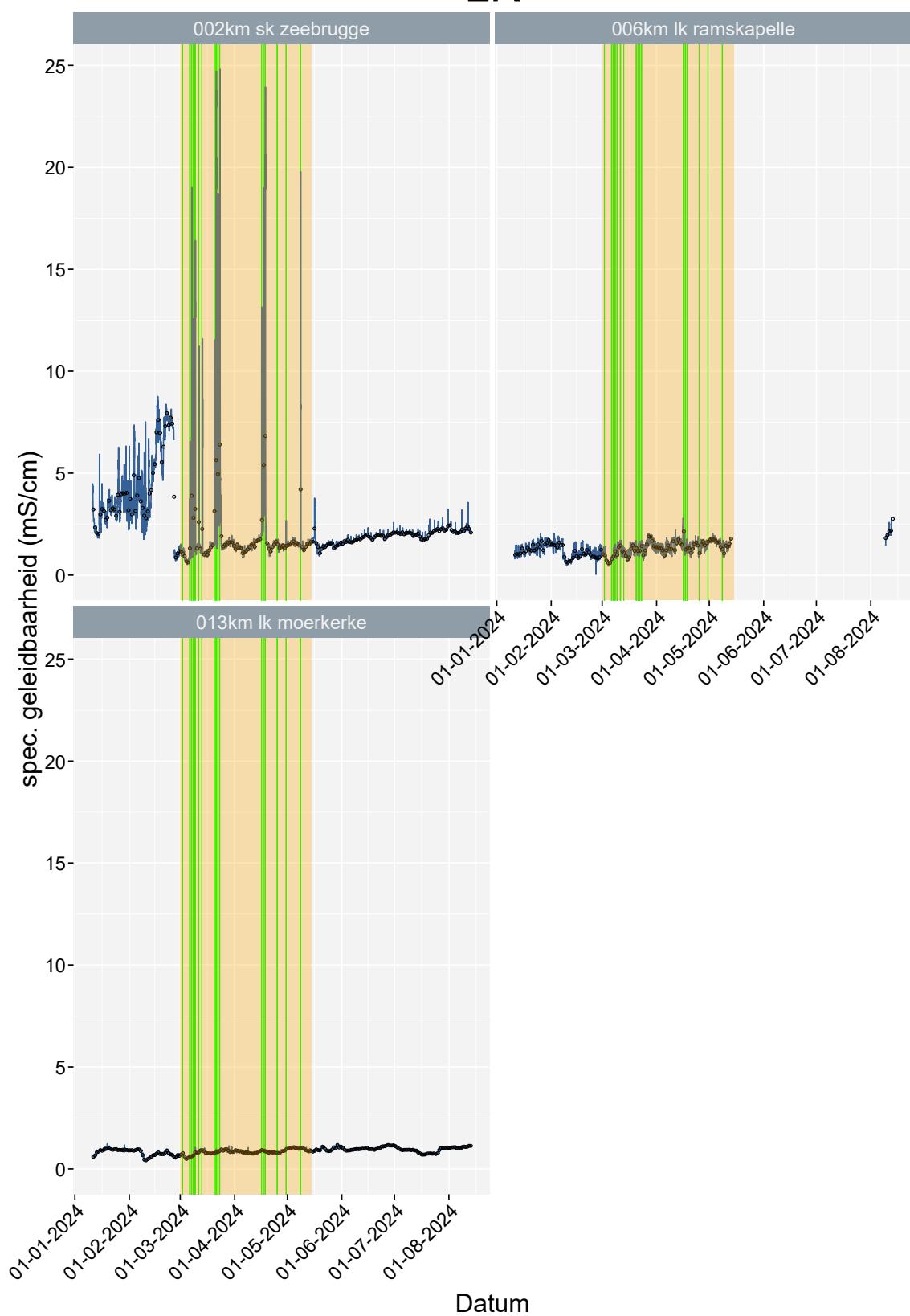
NE



AKL



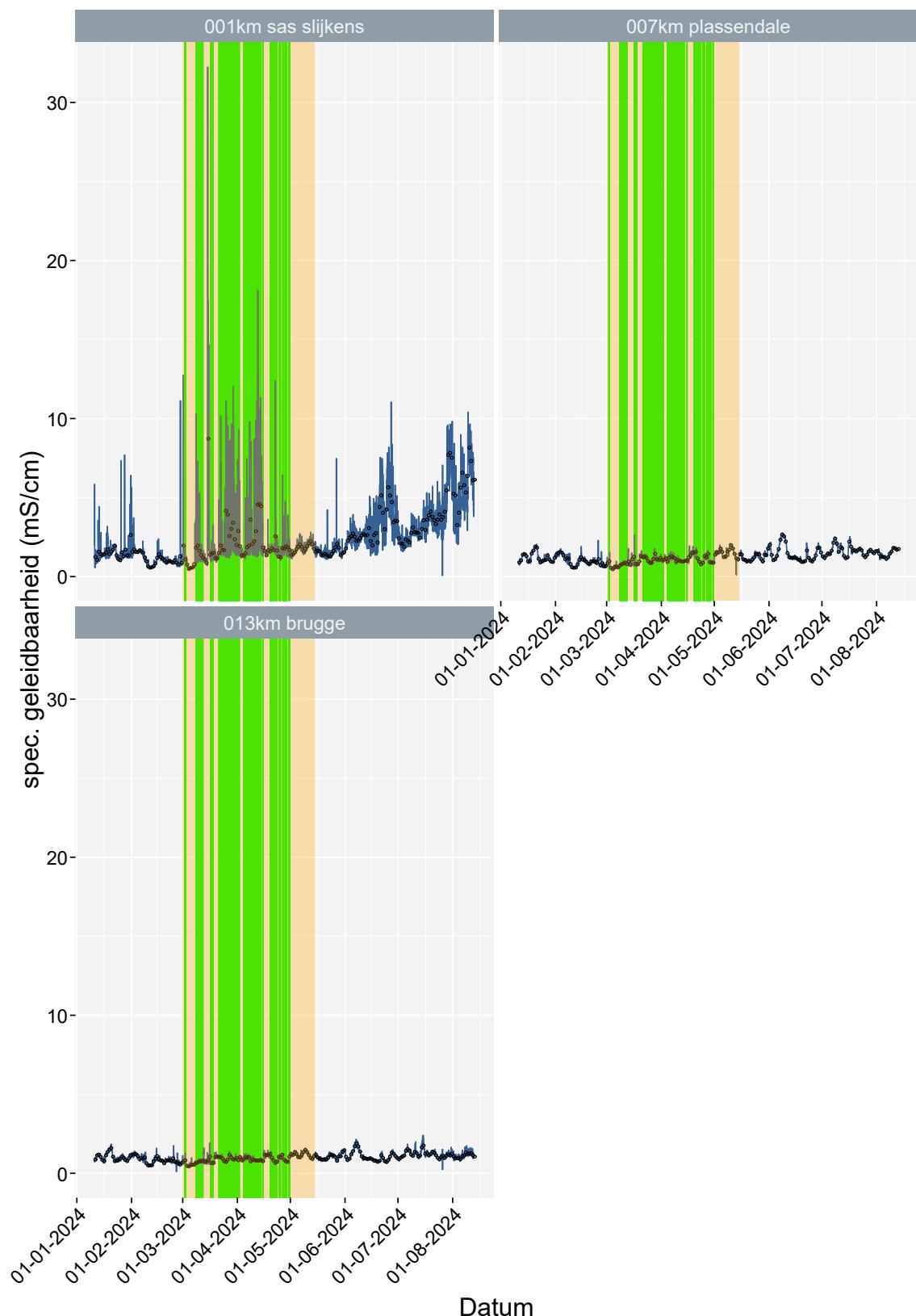
LK



ONTWERP

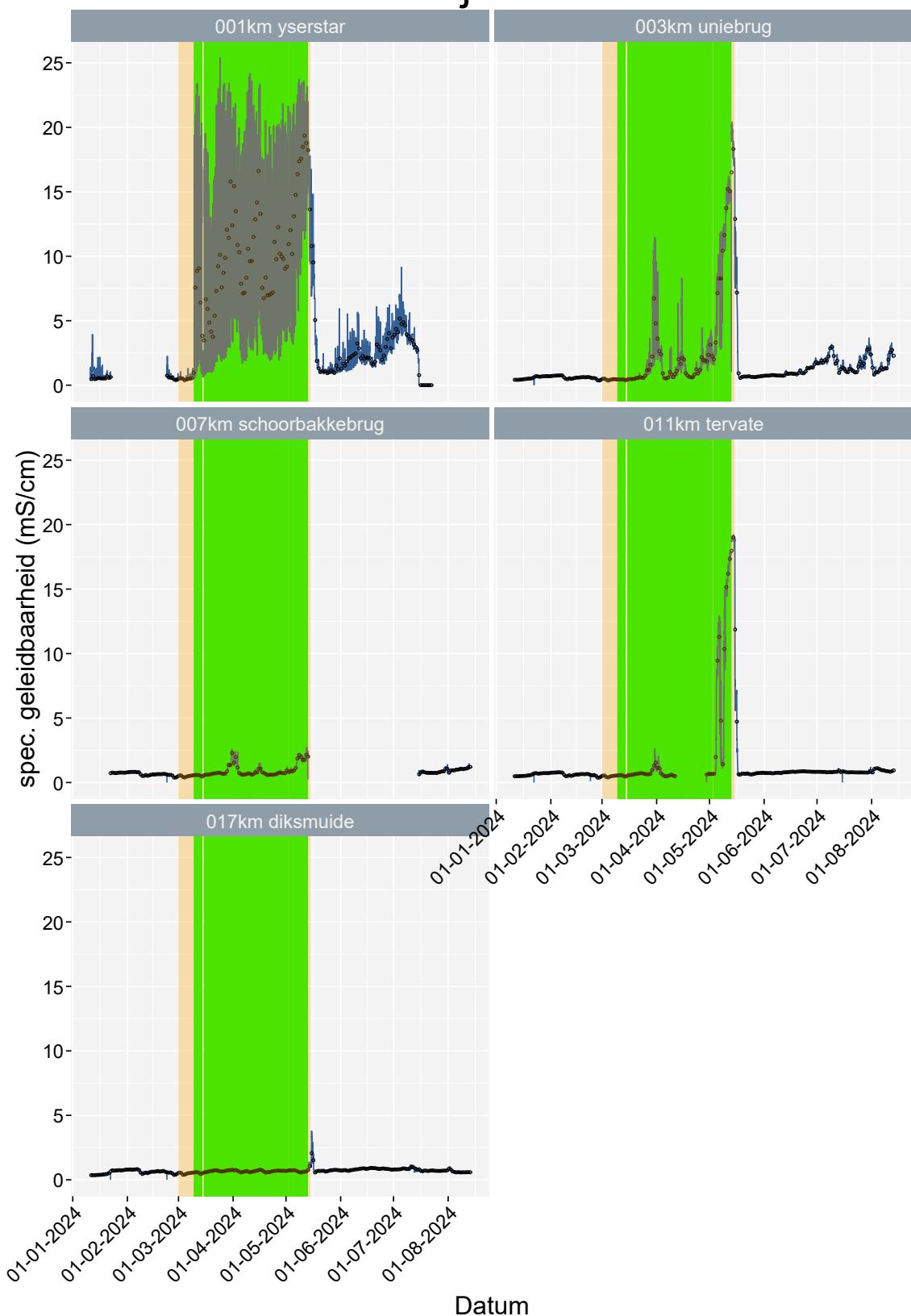
727

KGO



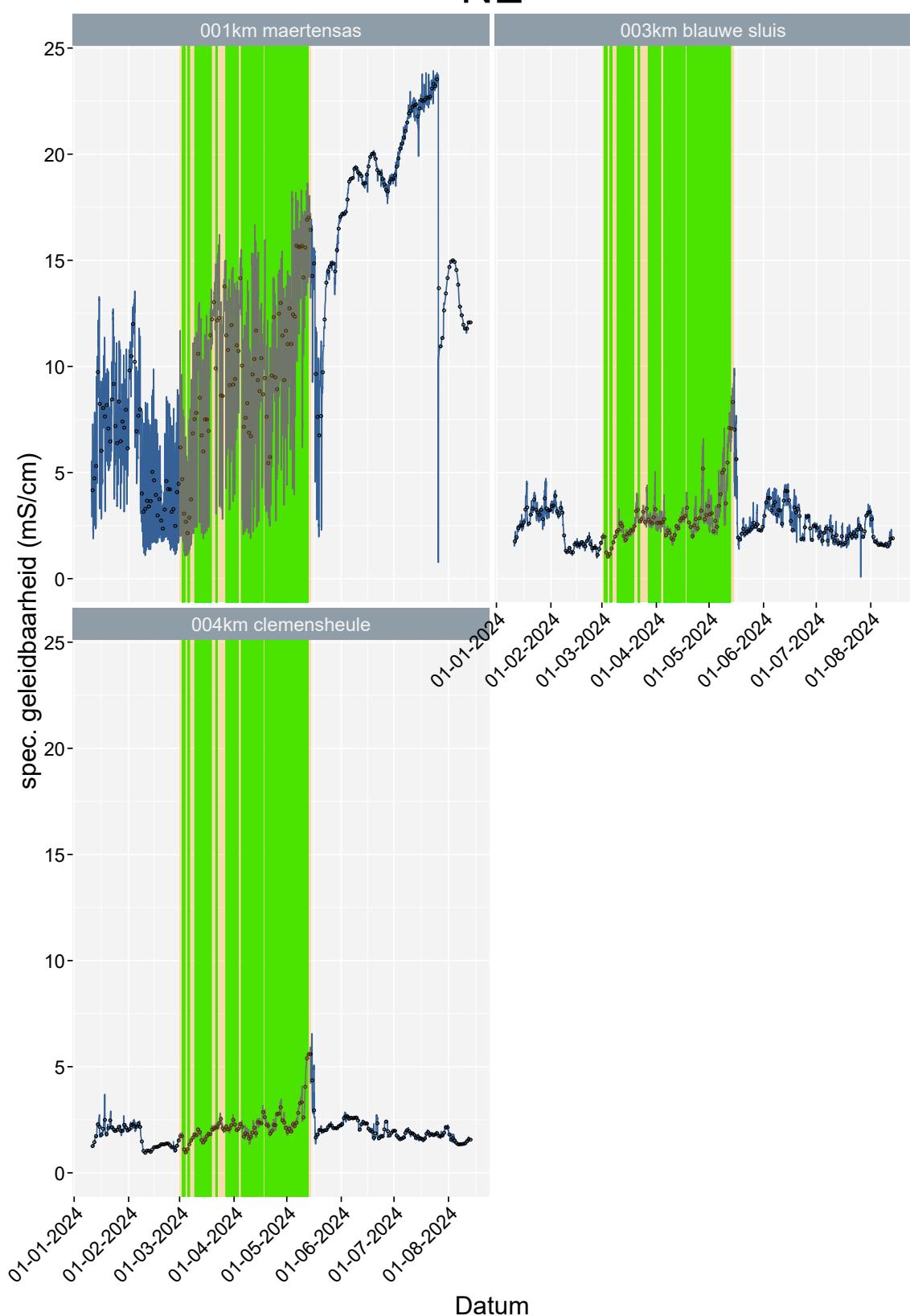
728

Ijzer



731

NE



732