

Bilag 5.3 Opdatering af trendanalyser for jordvandsdata

1
2
3
4
5
6
7
8

Indhold

10	1 Indledning	6
11	2 Metoder	7
12	3 Analyse af udvikling i nitratudvaskning- og koncentrationer	9
13	3.1 Delkonklusion vedr. udvikling i nitratudvaskning og	
14	nitratkoncentrationer	9
15	4 Analyse af udvikling i vandbalance	12
16	4.1 Delkonklusion vedr. udvikling i beregnet vandbalance:	12
17	5 Analyse af klimadata anvendt til beregning af vandbalance	15
18	5.1 Samlet vurdering af betydning af udvikling i klimadata	19
19	1 Referencer	22
20		
21		

22

1 Indledning

23
24
25

I forbindelse med udarbejdelse af Landovervågningsrapporten for 2023 er der foretaget en opdatering af den tidligere trendanalyse, som blev lavet i forbindelse med landovervågningsrapporten for 2018.

26

I forbindelse med opdateringen er der lavet følgende ændringer:

27
28

- Analysen er lavet på oplandsniveau, hvor data tidligere var opgjort for henholdsvis ler- og sandjordsoplande.

29
30

- Analysen er gennemført for både perkolation, aktuel fordampning, nitratkoncentration og nitratudvaskning

31
32
33

- Analysen er suppleret med en analyse af udviklingen i klimadata, der har betydning for vandbalance og perkolation (nedbør, globalindstråling, temperatur og referencefordampning)

34
35
36

De gennemførte ændringer har givet mulighed for at vurdere, i hvilket omfang ændringer i klimadata har medvirket til påviste ændringer i nitratkoncentrationer- og udvaskning.

37

2 Metoder

39 For hver jordvandsstation, der indgår i analysen, er perkolation, nitratud-
40 vaskning og afstrømningsvægtet nitratkoncentration opgjort som gennemsnit
41 per hydrologisk år (1. juni-31. maj).

42 I tabel 1 fremgår hvor mange jordvandsstationer, der indgår i analysen i de
43 fem landovervågningsoplande.

Tabel 2.1. Antal jordvandsstationer, der indgår i trendanalysen fordelt på opland

LOOP opland	Antal jordvandsstationer
LOOP 1 (Lolland)	3
LOOP 2 (Nordjylland- Aars)	6
LOOP 3 (Østjylland – Ejer Bavnehøj)	4
LOOP 4 (Fyn – sydøst)	6
LOOP 6 (Sønderjylland – Løgumkloster)	7
I alt	26

44 Tilsvarende er klimadata, der indgår i beregningen af perkolation med Dai-
45 symodellen opgjort som årssummer på hydrologiske år. Dvs. at døgnværdier
46 af globalindstråling, nedbør og gennemsnitlig døgntemperatur er summeret
47 for samme periode som perkolation, nitratudvaskning og nitratkoncentration.

Tabel 2.2. Klimadata anvendt til perkulationsberegninger baseret på data fra DMI's klimagrid

LOOP opland	Temperatur og globalindstråling (20x20 km grid)	Nedbør (10x10 km grid)
LOOP 1 (Lolland)	20139	10472
LOOP 2 (Nordjylland- Aars)	20053	Middel af 10215 og 10216
LOOP 3 (Østjylland – Ejer Bavnehøj)	20074	10285
LOOP 4 (Fyn – sydøst)	20122	Middel af 10436 og 10437
LOOP 6 (Sønderjylland – Løgumkloster)	20047	10153

48

49 Statistisk analyse af udvikling er udført med to metoder, henholdsvis lineær
50 regression med Mann-Kendall metoden og generel lineær variansanalyse.

51 Mann-Kendall analysen er udført for hvert opland på baggrund af gennem-
52 snit for jordvandsstationerne per hydrologisk år, dvs. N per år = 1 per opland.

53 Variansanalyse af udvikling i perkolation, nitratudvaskning og nitratkoncen-
54 trationer er udført for hvert opland på baggrund af årsgennemsnit for hver
55 jordvandsstation, vs. N per år=antal jordvandsstationer i det pågældende op-
56 land.

57 Variansanalyse af udvikling i klimadata er gennemført for hvert opland på
58 baggrund af årsværdier for hvert opland, Dvs. N per år= 1 per opland.

59 Variansanalyser og trendanalyser og er udført for 3 forskellige perioder:

- 60 - 1990/91-2022/23 (hele måleperioden, inkl. alle gennemførte handlings-
61 planer)
- 62 - 1990/91-2003/04 (VMP I, Handlingsplan for bæredygtigt landbrug og
63 VMP II)
- 64 - 2004/05-2022/23 (VMP III, grøn Vækst, VOP I og Fødevarer - og land-
65 brugspakken, inkl. efterfølgende justering af udnyttelseskrav til husdyr-
66 gødning fra 2021/22)

67 Udviklingstendenser betragtes som signifikante hvis $P < 0,05$.

68

69
70

3 Analyse af udvikling i nitratudvaskning- og koncentrationer

71
72
73

Tidserier af beregnet nitratudvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer som gennemsnit per hydrologisk år per opland fremgår af figur 3.1 og 3.2.

74
75
76

Oversigt over resultater af variansanalyse fremgår af tabel 3.1 og 3.2. Resultaterne fra Mann-Kendall analysen (ikke vist), giver tilsvarende resultater med hensyn til udviklingstendenser.

Tabel 3.1 Udvikling i afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer i jordvand for hvert landovervågningsopland opdelt på to perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

Opland	Jordtype	Antal jvst.	Beregnet årlig ændring (mg nitrat-N l ⁻¹ år ⁻¹)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	3	0,16 NS		-0,43 NS		0,56 NS (p=0,102)	(-0,1 til 1,2)
LOOP 3	Ler	4	-0,5***	(-0,7 til -0,3)	-1,31**	(-2,2 til -0,4)	-0,04 NS	
LOOP 4	Ler	6	-0,03 NS		-0,34 NS		0,38*	(0 til 0,7)
LOOP 2	Sand	6	-0,44***	(-0,7 til -0,2)	-2,23***	(-3,1 til -1,4)	0,50*	(0 til 1)
LOOP 6	Sand	7	-0,24*	(-0,4 til -0,1)	-1,13**	(-1,8 til -0,4)	0,19 NS	

Tabel 3.2 Udvikling i beregnet nitratudvaskning i jordvand for hvert landovervågningsopland opdelt på to perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

Opland	Jordtype	Antal jvst.	Beregnet årlig ændring (kg nitrat-N ha ⁻¹ år ⁻¹)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	3	-0,58*	(-1,1 til -0,1)	-1,7 NS (p=0,07)	(-3,5 til 0,15)	-0,8 NS	
LOOP 3	Ler	4	-1,95***	(-2,7 til -1,2)	-5,7**	(-9,3 til -2,1)	-0,4 NS	
LOOP 4	Ler	6	-0,92***	(-1,3 til -0,5)	-1,7 NS (p=0,06)	(-3,5 til 0,1)	-0,2 NS	
LOOP 2	Sand	6	-1,16**	(-2 til -0,4)	-6,1***	(-9,1 til -3,1)	2,08*	(0,4 til 3,7)
LOOP 6	Sand	7	-1,1*	(-2,1 til -0,1)	-5,9**	(-9,4 til -2,5)	0,6 NS	

77

78
79

3.1 Delkonklusion vedr. udvikling i nitratudvaskning og nitratkoncentrationer

80
81
82
83
84
85
86

I de jyske oplande (LOOP 2, LOOP 3 og LOOP 6) ses en signifikant reduktion i både nitratudvaskning og -koncentration set over hele perioden. Ses der på de to delperioder, kan den nedadgående udvikling henføres til den første periode 1990/91 - 2003/04. I den anden periode 2004/05 - 2022/23 kan der ikke påvises signifikante ændringer i hverken nitratkoncentrationer eller udvaskning i LOOP 3 og 6. I LOOP 2 er der derimod en signifikant stigning i både nitratkoncentrationer og nitratudvaskning.

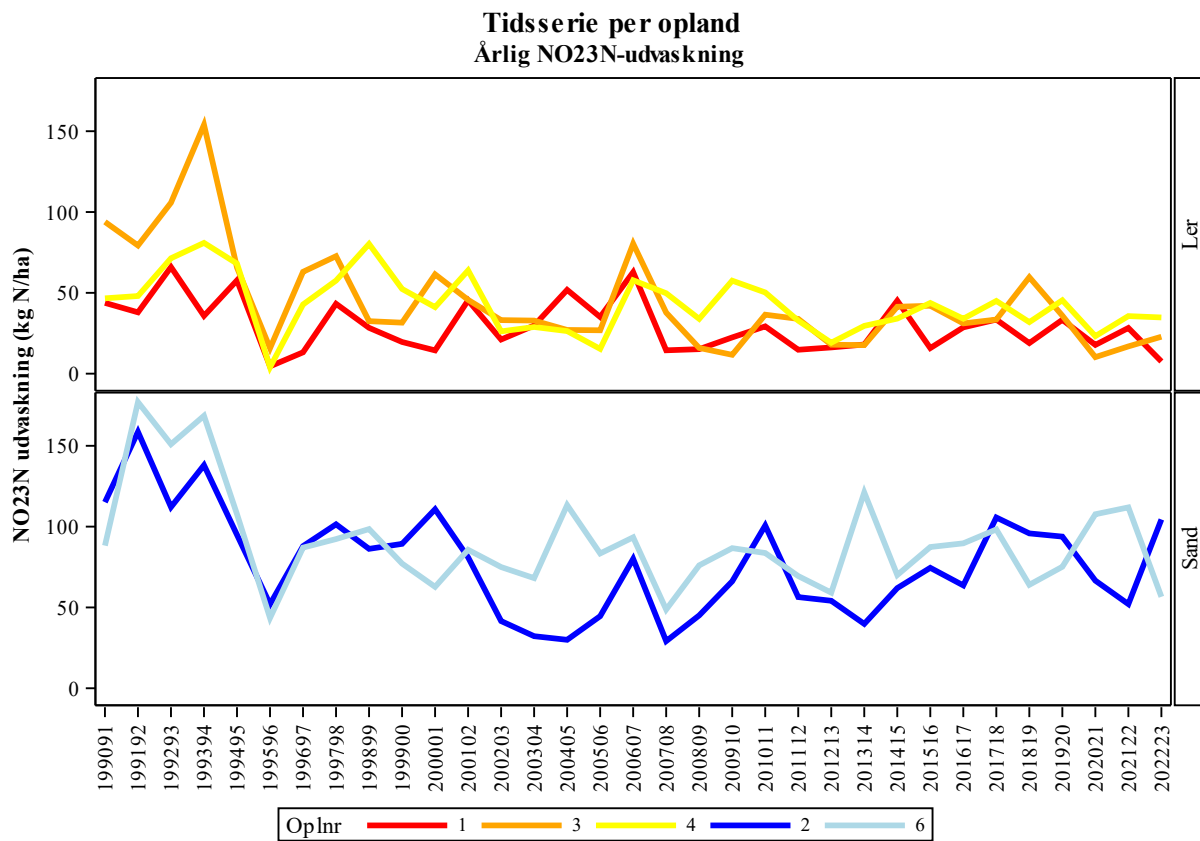
87
88
89
90
91
92
93
94
95

På Fyn (LOOP 4) og Lolland (LOOP 1) ses en signifikant nedadgående udvikling i nitratudvaskningen set over hele perioden, som ikke afspejles i en tilsvarende udvikling i nitratkoncentrationerne. Ses der på de to delperioder, kan den positive nedadgående udvikling for disse to oplande ligeledes henføres til den første periode 1990/91 - 2003/04, hvor der ses en tendens til nedadgående udvikling i nitratudvaskningen, som dog ikke er signifikant. Den manglende signifikans kan skyldes, at variationen fra år til år er meget stor, hvilket betyder, at der skal længere perioder til at påvise en eventuel udvikling med statistisk sikkerhed (signifikans).

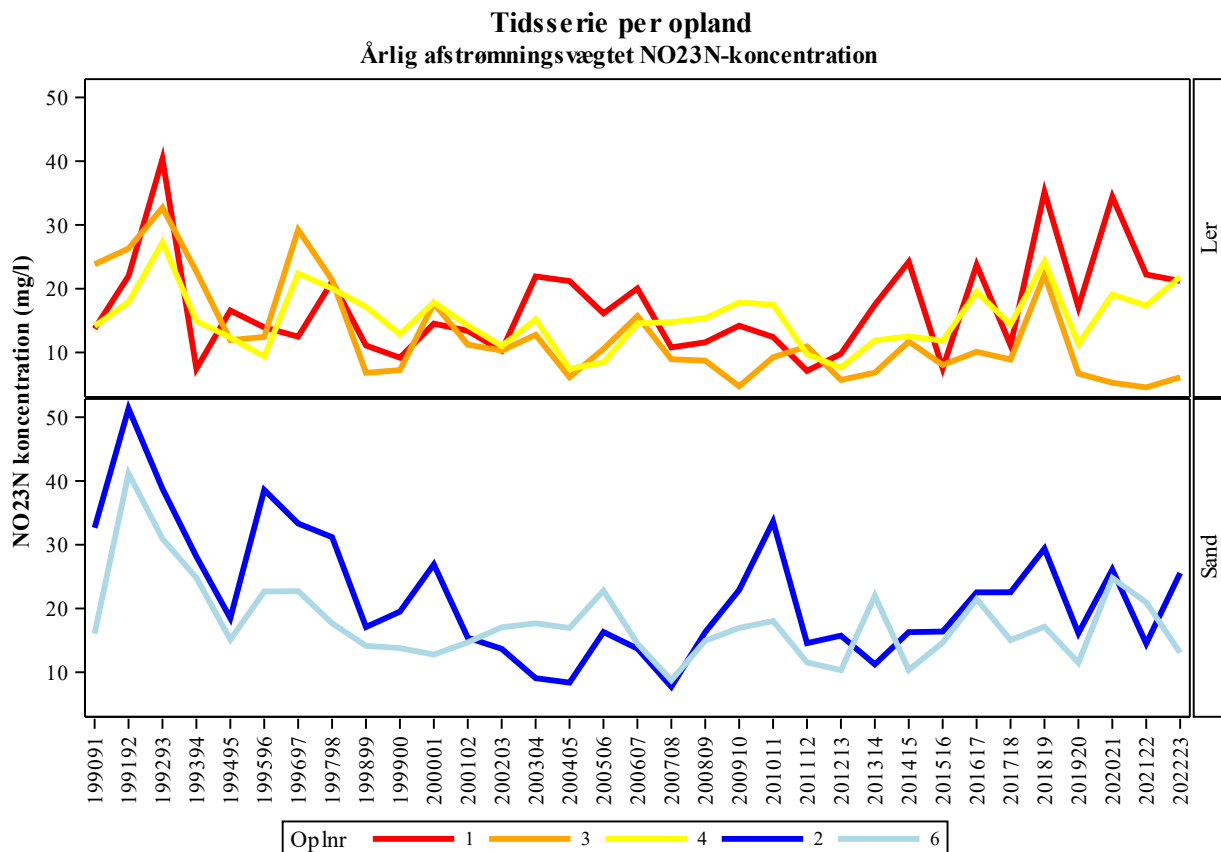
96
97
98
99

I den anden periode ses der en signifikant opadgående udvikling i nitratkoncentrationerne i LOOP 4 (Fyn) og tendens til det samme i LOOP 1 (Lolland), som dog ikke afspejles i udvaskningen. Dette kan hænge sammen med udviklingen i vandbalancen, som diskuteres i afsnit 4 i dette kapitel.

100



Figur 3.1. Tidsserier af gennemsnit af beregnet nitratudvaskning per opland fordelt på ler- og sandjord



Figur 3.2. Tidsserier af gennemsnit af afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer per opland fordelt på ler- og sandjord

4 Analyse af udvikling i vandbalance

Tidserier af nedbør, beregnet perkolation og aktuel fordampning summeret per hydrologisk år per opland fremgår af figur 4.1, 4.2 og 4.3. Perkolation og fordampning beregnes med Daisy version 4.1, hvor referencefordampningen bliver beregnet på baggrund af døgnværdier af globalindstråling og middel døgn temperatur fra det DMI's klimagrid, der dækker det pågældende LOOP opland (tabel 2.2).

Oversigt over resultater af variansanalyse fremgår af tabel 4.1, 4.2 og 4.3. Resultaterne fra Mann-Kendall analysen (ikke vist), giver tilsvarende resultater med hensyn til udviklingstendenser.

Tabel 4.1 Udvikling i beregnet perkolation i ca. 1 meters dybde for hvert landovervågningsopland opdelt på to perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

Opland	Jord-type	Antal jvst.	Beregnet årlig ændring (mm år ⁻¹)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	3	-4,3***	(-6 til -2)	-7,3 NS (p=0,13)	(-17 til 2)	-5,1**	(-9 til -2)
LOOP 3	Ler	4	-1,6 NS		-5,2 NS		-0,7 NS	
LOOP 4	Ler	6	-4,8***	(-6 til -3)	-6,0 NS (p=0,091)	(-13 til 1)	-5,8**	(-9 til -3)
LOOP 2	Sand	6	0,9 NS		5,0 NS (p=0,099)	(-1 til 11)	1,5 NS	
LOOP 6	Sand	7	0,4 NS		-4,2 NS		-0,1 NS	

Tabel 4.2 Udvikling i beregnet aktuel fordampning for hvert landovervågningsopland opdelt på to perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

Opland	Jord-type	Antal jvst.	Beregnet årlig ændring (mm år ⁻¹)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	3	0,9 NS		1,6 NS		-1,8 NS	
LOOP 3	Ler	4	1,8***	(1 til 3)	5,1***	(2 til 8)	-1,2 NS	
LOOP 4	Ler	6	1,2**	(0,4 til 2)	3,6**	(1 til 6)	-1,2 NS	
LOOP 2	Sand	6	2,2***	(1,5 til 3)	10,6***	(8 til 13)	-2*	(-4 til -0,5)
LOOP 6	Sand	7	1,4***	(0,6 til 2)	6,5***	(4 til 9)	-0,8 NS	

4.1 Delkonklusion vedr. udvikling i beregnet vandbalance:

Ses der på perkolationen (tabel 4.1) beregnes der over hele perioden 1990/91-2022/23 et signifikant fald i perkolationen på 4-5 mm i oplandene på Fyn (LOOP 4) og Lolland (LOOP 1) (tabel 4.1). Dette fald i perkolationen ser ud til primært at kunne henføres til et signifikant fald på 5-6 mm/ år i den sidste del af perioden (2004/05- 2022/23). Dog beregnes også et ikke-signifikant fald i perkolationen i den første del af perioden (1990/91-2022/23). I de øvrige oplande beregnes ingen ændringer i den årlige perkolation i perioden.

120
121
122
123
124
125
126

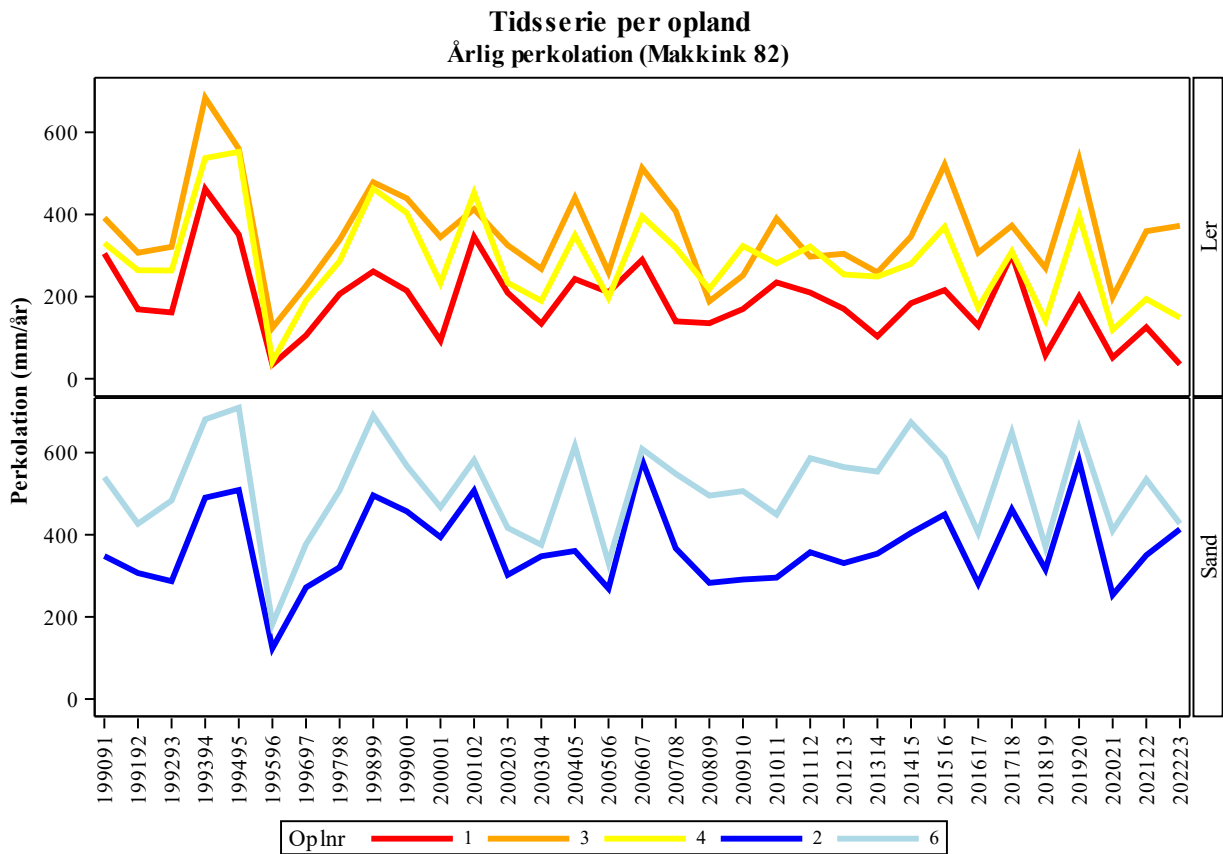
Ses der på den aktuelle fordampning (tabel 4.2) beregnes der over hele perioden 1990/91-2022/23 en signifikant stigning på 1-2 mm/år i alle oplande undtagen på Lolland (LOOP 1). Denne stigning ser ud til at kunne henføres til en signifikant stigning i den første periode (1990/91-2003/04) på 4-10 mm/år. Der ses ikke en tilsvarende stigning i den anden periode (2004/05-2022/23). I Nordjylland (LOOP 2) beregnes et mindre men signifikant fald i fordampningen på 2 mm/år i den sidste periode 2004/05- 2022/23.

127
128
129
130
131

Af figur 5.2 i Landovervågningsrapporten fremgår det, at der er en generel sammenhæng mellem beregnet perkolation og nitratudvaskning på lerjordene (LOOP 1, 3 og 4). De observerede ændringer i perkolationen kan således medvirke til den observerede stigning i nitratkoncentrationerne på Fyn (LOOP 4), og tendens til samme på Lolland (LOOP 1) (tabel 3.1).

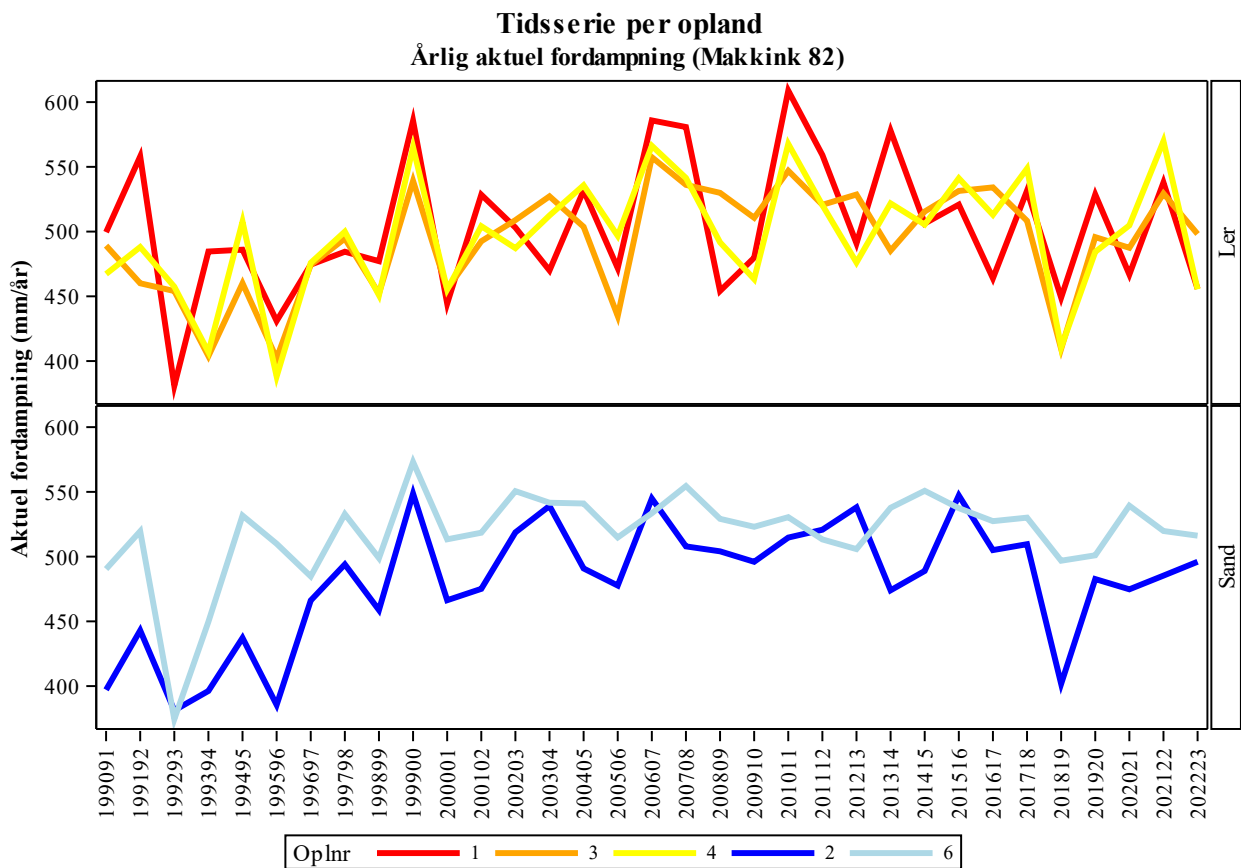
132

133



Figur 4.1. Tidsserier af gennemsnitlig beregnet perkolation (Daisy) per opland fordelt på ler- og sandjord

134



Figur 4.2. Tidsserier af beregnet aktuel fordampning (Daisy) per opland fordelt på ler- og sandjord

5 Analyse af klimadata anvendt til beregning af vandbalance

135

136

137

138

139

140

141

142

143

Som det fremgår af afsnit 4, beregnes der et fald i perkolationen i LOOP 1 og LOOP 4 over den tidsperiode, hvor data anvendes til at beregne nitratudvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer baseret på de målte koncentrationer af nitrat-N i sugeceller på jordvandsstationerne. En ændring i beregnet perkolation over tid vil således kunne medvirke til ændringer i beregningerne af udviklingen i nitratudvaskning- og koncentrationer, som således ikke kan henføres til ændringer i landbrugspraksis.

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

En usikkerhedskilde, der kan bidrage til usikkerhed på den beregnede vandbalance er anvendelse af klimadata fra DMI's gridsystem fremfor lokale stationsdata. Det kan dels betyde, at nedbørshændelser målt på flere stationer bliver interpoleret og midlet, hvilket kan give flere nedbørsdage og udjævning af lokale ekstremhændelser. Herudover kan der over tid ske ændringer i hvilke målestationer, der indgår ved beregning af gridnedbør, både som følge af udfald/huller i på lokale målestationer eller hvis en målestation nedlægges eller oprettes. Disse usikkerheder kan have betydning for vandbalanceberegningen, da udjævnet nedbør kan give større beregnet fordampning, og skift/huller i målestationer kan give skæv udvikling i den beregnede vandbalance over tid.

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

En anden usikkerhedskilde er metoden til beregning af referencefordampning kan ligeledes bidrage til usikkerheden. I version 4.1 af Daisymodellen beregnes referencefordampningen med Makkink-formlen i den version, der fremgår af Aslyng et al., 1982 (Makkink 82). I senere versioner af Daisy anvendes en anden version af Makkink-formlen (de Bruin et al. 1987). Denne version er udviklet, på baggrund af detaljerede analyser af målt og beregnet referencefordampning (Daisy teknisk beskrivelse [Styczen et al. \(ongoing\)](#)), som viser, at parameteriseringen baseret på Aslyng et al. 1982 overestimerer referencefordampningen. Dette kan medføre, at beregninger af vandbalancen med brug af default beregning af referencefordampningen i Daisy version 4.1 kan give anledning til en overestimering af den beregnede aktuelle fordampning. Dette bidrag til usikkerheden kan øges hvis de klimatiske parametre, der indgår i beregningen (temperatur og globalindstråling) ændres over tid.

168

169

170

171

På baggrund af den påviste reduktion i perkolationen i to af oplandene, er analysen af udvikling i vandbalance, nitratudvaskning og nitratkoncentrationer suppleret med en analyse af udviklingen i de klimadata, der anvendes til beregningen.

172

173

174

175

Tidserier af nedbør, referencefordampning, globalindstråling og årlig temperatursum summeret per hydrologisk år per opland fremgår af figur 5.1, 5.2 og 5.3 og 5.4. Referencefordampningen er beregnet med Daisy version 4.1 på baggrund af døgnværdier af globalindstråling og middel døgn temperatur.

176

177

178

Oversigt over resultater af variansanalyse fremgår af tabel 5.1, 5.2, 5.3 og 5.4. Resultaterne fra Mann-Kendall analysen (ikke vist), giver tilsvarende resultater med hensyn til udviklingstendenser.

179

Tabel 5.1 Udvikling i nedbør for hvert landovervågningsopland opdelt på to perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

Opland	Jord-type	Antal grids	Beregnet årlig ændring (mm år ⁻¹)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	1	-3,6 NS (p=0,095)	(-8 til 1)	-5,3 NS		-8,1*	(-16 til -0,3)
LOOP 3	Ler	2 gns.	-0,1 NS		-0,9 NS		-2,3 NS	
LOOP 4	Ler	1	-2,7 NS		-1,3 NS		-7,8 NS (p=0,059)	(-16 til 0,4)
LOOP 2	Sand	2 gns.	2,7 NS		13,6 NS		-1,2 NS	
LOOP 6	Sand	1	1,4 NS		1,2 NS		-0,5 NS	

Tabel 5.2 Udvikling i globalindstråling for hvert landovervågningsopland opdelt på tre perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

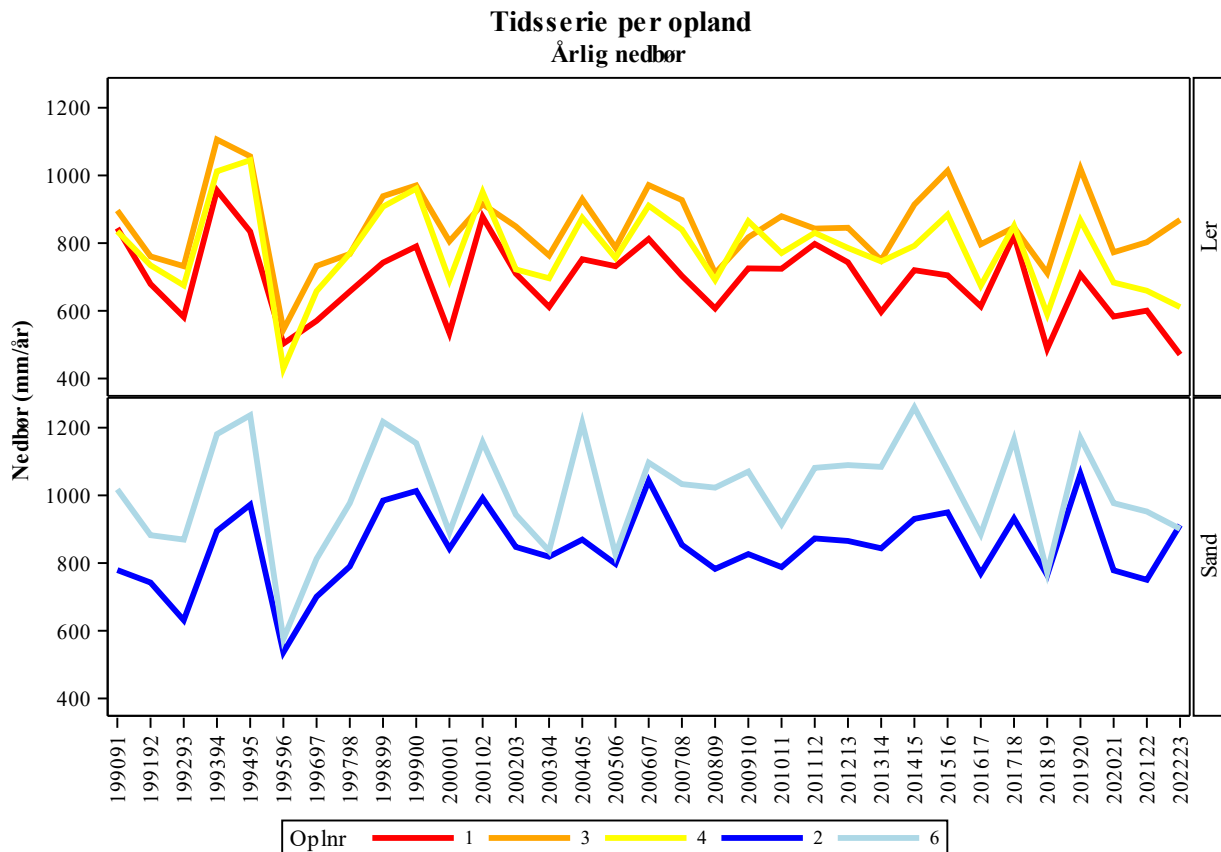
Opland	Jord-type	Antal grids	Beregnet årlig ændring (GJ m ²)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	1	13,8***	(7 til 21)	21,8 NS		15,9*	(2 til 32)
LOOP 3	Ler	1	8,1**	(3 til 3)	3,2 NS		1,7 NS	
LOOP 4	Ler	1	13,7***	(9 til 19)	11,9 NS		9,0 NS (p=0,076)	(-1 til 19)
LOOP 2	Sand	1	7,3*	(0,5 til 14)	9,3 NS		-13,5 NS (p=0,076)	(-29 til 1,6)
LOOP 6	Sand	1	10,4***	(6 til 5)	6,1 NS		9,5*	(0 til 19)

Tabel 5.3 Udvikling i temperatursumme for hvert landovervågningsopland opdelt på tre perioder. Temperatursummen er beregnet som den årlige sum af døgnmiddelværdier for temperatur. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

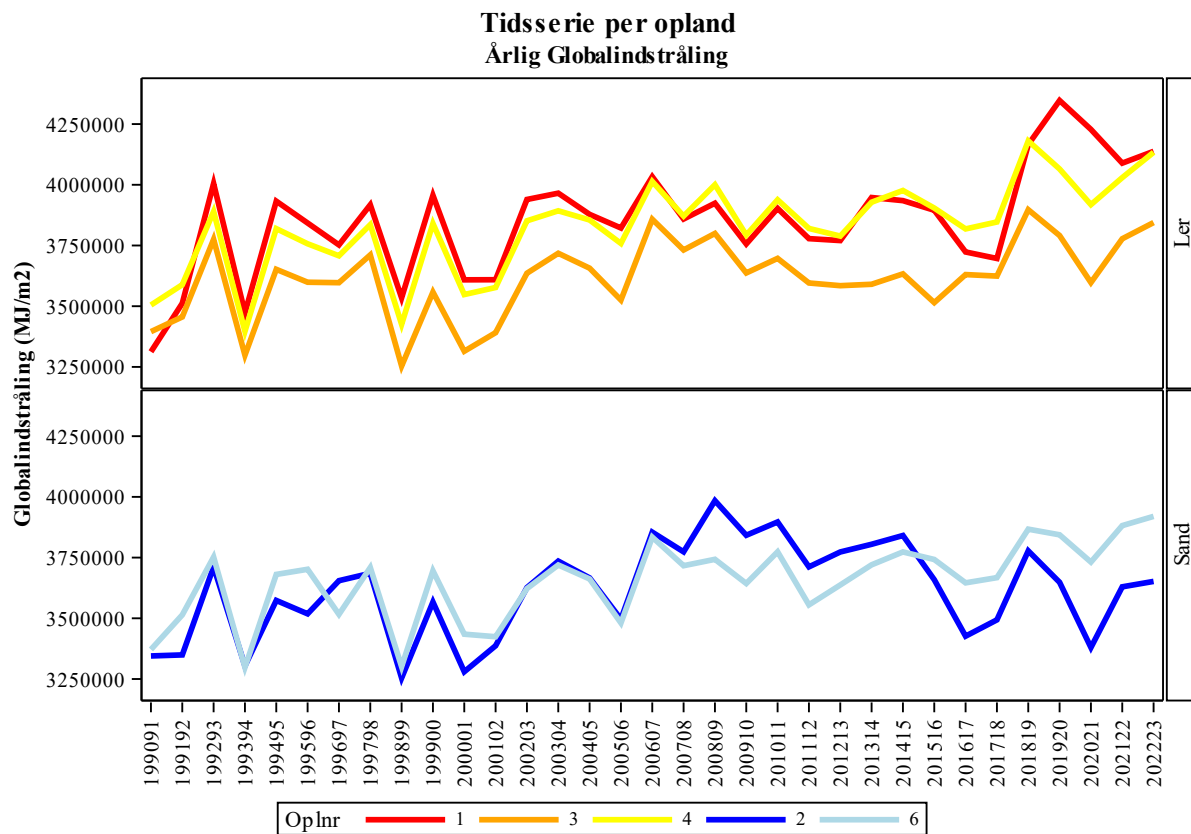
Opland	Jord-type	Antal jvst.	Beregnet årlig ændring i temperatursummen (°C)					
			Hele perioden 1990/91-2023/24		2004/05-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	1	16,9**	(7 til 27)	19,8 NS		17,3 NS	
LOOP 3	Ler	1	14,4**	(5 til 24)	21,6 NS		12,7 NS	
LOOP 4	Ler	1	16,4**	(7 til 26)	19,7 NS		14,0 NS	
LOOP 2	Sand	1	12,0*	(2 til 22)	16,7 NS		7,3 NS	
LOOP 6	Sand	1	13,7*	(4 til 24)	13,1 NS		13,0 NS	

Tabel 5.4 Udvikling i beregnet referencefordampning for hvert landovervågningsopland opdelt på tre perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

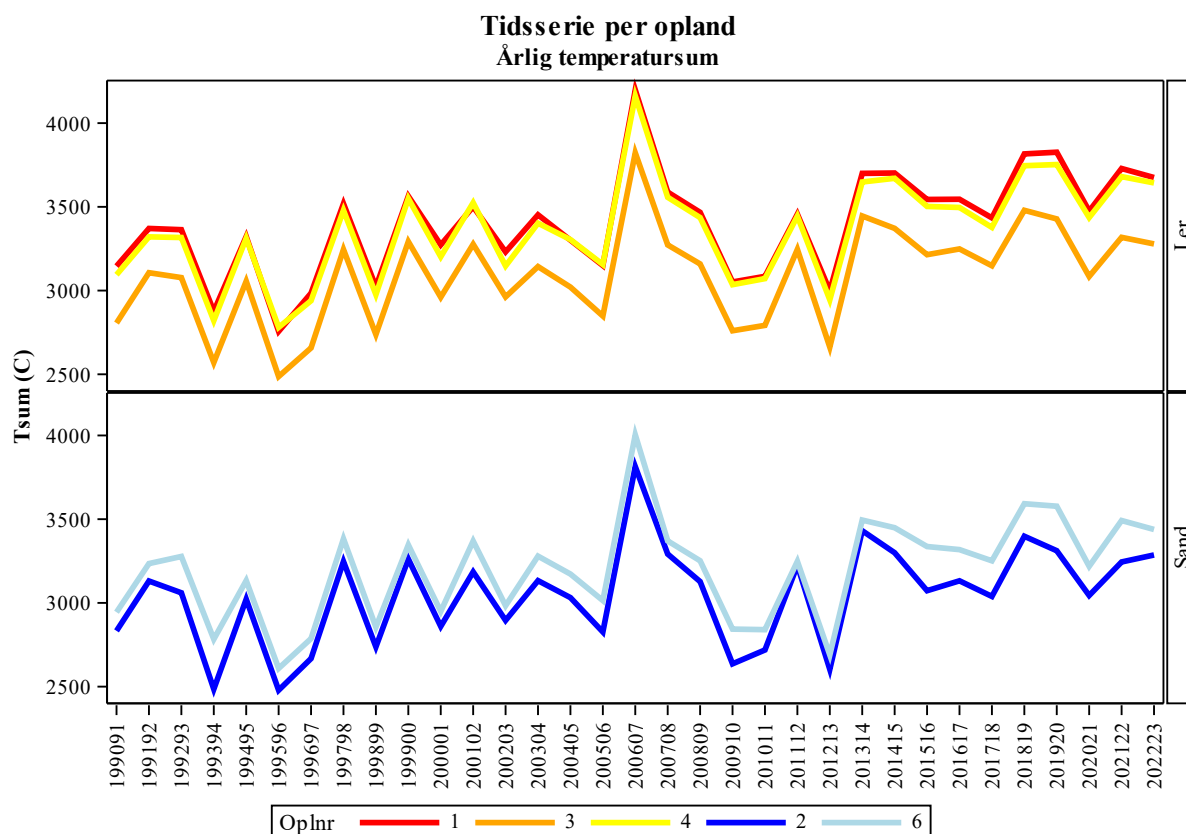
Opland	Jord-type	Antal jvst.	Beregnet årlig ændring (mm år ⁻¹)					
			Hele perioden 1990/91-2022/23		1990/91-2003/04		2004/05-2022/23	
LOOP 1	Ler	3	2,8***	(1 til 4)	4,3 NS		3,2 NS (p=0,051)	(0 til 6)
LOOP 3	Ler	4	1,6**	(0,5 til 3)	1,3 NS		0,6 NS	
LOOP 4	Ler	6	2,7***	(2 til 4)	2,7 NS		1,8 NS	
LOOP 2	Sand	6	1,4*	(0 til 3)	1,9 NS		-2,0 NS	
LOOP 6	Sand	7	2,0***	(1 til 3)	1,6 NS		1,8 NS	



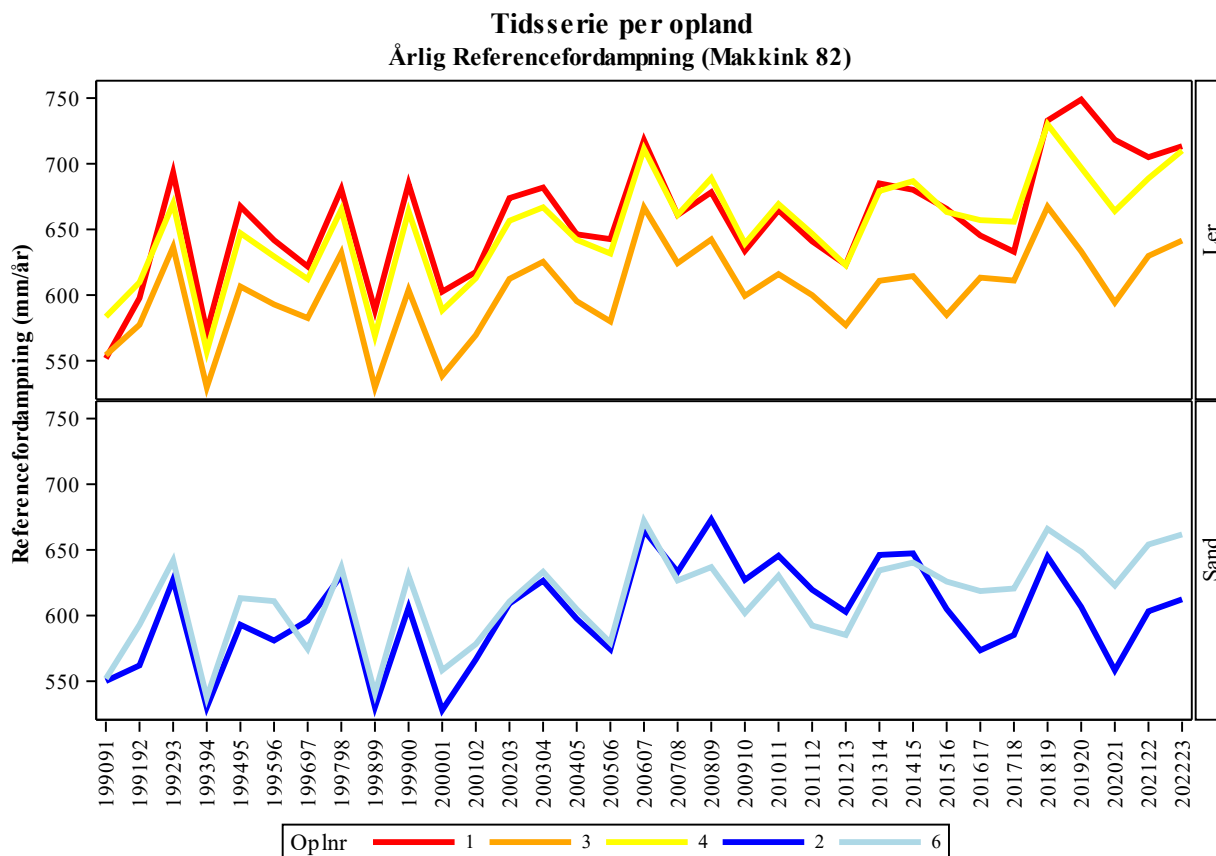
Figur 5.1. Tidsserier af årlig nedbør per opland fordelt på ler- og sandjord



Figur 5.2. Tidsserier af årlig globalindstråling per opland fordelt på ler- og sandjord



Figur 5.3. Tidsserier af årlig temperatursum per opland fordelt på ler- og sandjord



Figur 5.4. Tidsserier af årlig beregnet referencefordampning per opland fordelt på ler- og sandjord

5.1 Samlet vurdering af betydning af udvikling i klimadata

I LOOP 1 kan faldet i perkolation set over hele perioden 1990/91-2022/23 ca. 4 mm/år (tabel 4.1) primært forklares ud fra et fald i den årlige nedbørsmængde i den sidste del af perioden (2004/05-2022/23) på ca. 8 mm/år. Den påviste stigning i såvel globalindstråling og temperatur, og hermed i referencfordampning, har ikke haft signifikant betydning for den aktuelle fordampning. Dette kan skyldes, at faldet i nedbørsmængden har modvirket en stigning i den beregnede fordampning. Til gengæld afspejles den mindre nedbør og perkolation ikke i et tilsvarende fald i den målte vandløbsafstrømning (tabel 5.5 og figur 5.5). Dette kunne indikere, at usikkerheder forårsaget af, at der er indført ændrede målemetoder for både nedbør og vandløbsafstrømning i løbet af perioden, kan have betydning for vurdering udviklingstendenserne. Fra 2010 ændrede DMI således både stationsnet og målemetode for nedbørsmålingerne (Andersen et al. 2021), og efter 2014 skiftede Miljøstyrelsen metode til måling af vandløbsafstrømning i LOOP oplandene (Ovesen et al 2023). Det konkrete tidspunkt for skift af udstyr er forskelligt for de enkelte oplande.

I LOOP 4 kan faldet i perkolation set over hele perioden 1990/91-2022/23 på ca. 5 mm/år (tabel 4.1) kun i mindre grad forklares ud fra en stigning i den aktuelle fordampning på ca. 1 mm/år, som skyldes en signifikant stigning i både globalindstråling og temperatursum, der fører til en signifikant stigning i referencefordampningen. Til gengæld ses et ikke-signifikant fald i nedbørsmængden på ca. 3 mm/år. Faldet i nedbør og perkolation afspejles til en vis grad i den målte vandløbsafstrømning (tabel 5.5 samt figur 5.5), hvor der ses et ikke signifikant fald på ca. 5 mm/år i den sidste del af perioden.

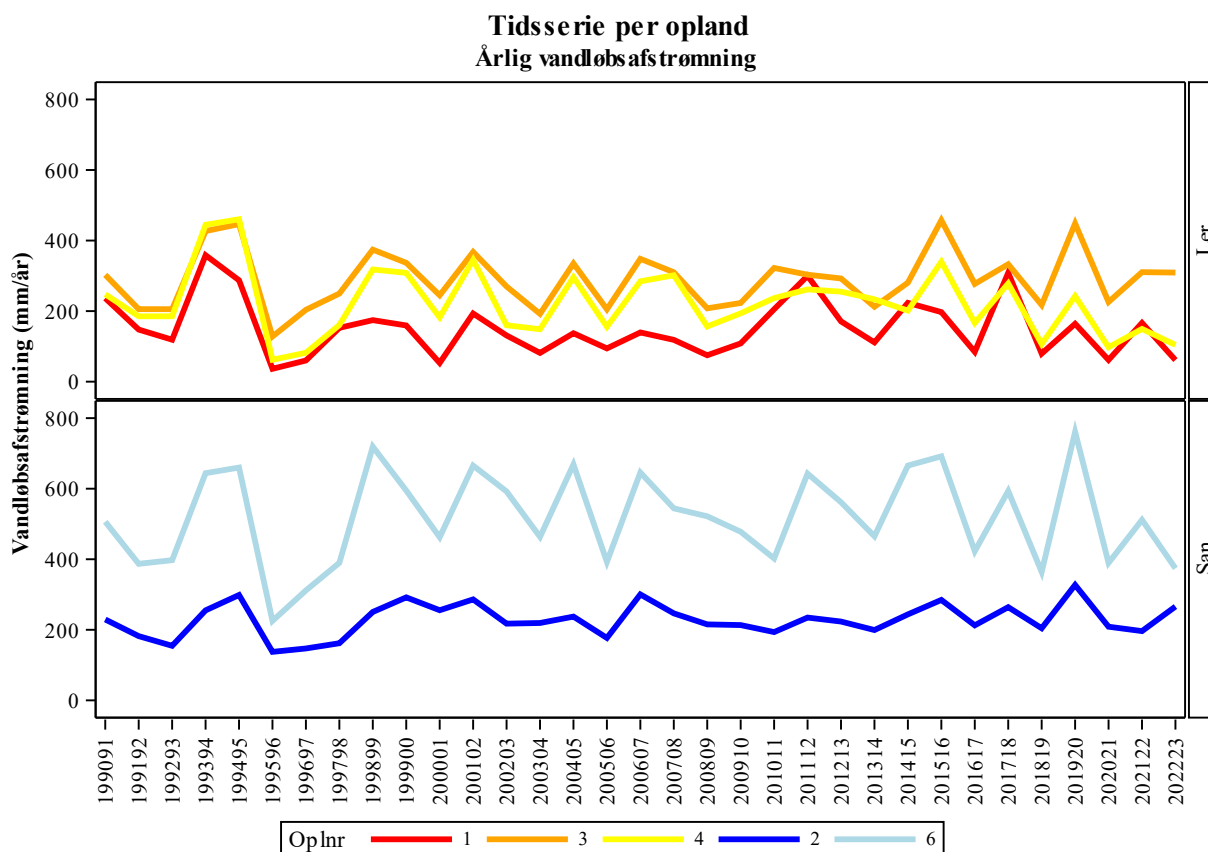
I LOOP 1 og LOOP 4 kan de påviste fald i perkolationen, særligt i den sidste del af perioden (2004/05-2022/23), således have medvirket til at den afstrømningsvægtede nitratkoncentration har været stigende i disse to oplande (tabel 3.1).

Stigningen i nitratudvaskning og afstrømningsvægtet nitratkoncentration i LOOP 2 kan derimod ikke forklares ud fra ændringer i klimadata og perkolation.

I LOOP 3 og 6 har de påviste ændringer i klimaparametre ikke medført signifikante ændringer i perkolationen, og vil således heller ikke have medvirket signifikant til udviklingen i den beregnede nitratudvaskning og afstrømningsvægtede nitratkoncentrationer.

Tabel 5.5 Udvikling i vandløbsafstrømning for hvert landovervågningsopland opdelt på to perioder. Udviklingstendenser markeret med grønt går i nedadgående retning, udviklingstendenser markeret med rødt går i opadgående retning. Tal i parentes viser konfidensintervallet. NS = ikke signifikant.

Opland	Jordtype	Antal Qst.	Beregnet årlig ændring (mm år ⁻¹)		
			Hele perioden 1990/91-2022/23	1990/91-2003/04	2004/05-2022/23
LOOP 1	Ler	1	-1,1 NS	-0,4 NS	1,6 NS
LOOP 3	Ler	1	1,0 NS	0,9 NS	2,3 NS
LOOP 4	Ler	1	-2,4 NS	0,04 NS	-5,0 (p=0,119) (-11 til 1,4)
LOOP 2	Sand	1	1,1 NS	1,3 NS	0,6 NS
LOOP 6	Sand	1	1,3 NS	5,2 NS	-1,6 NS

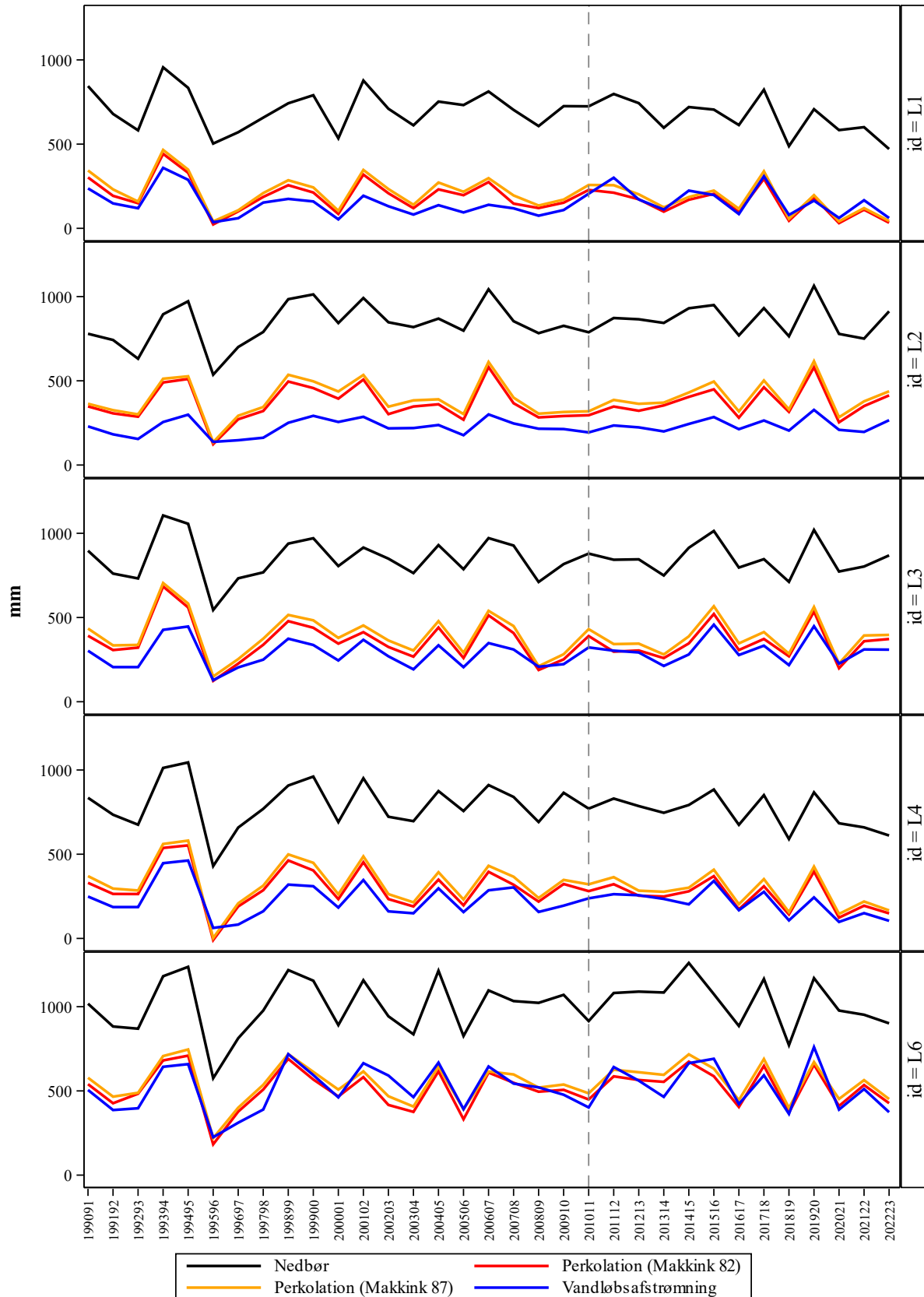


220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235

Figur 5.5. Tidsserier af årlig målt vandløbsafstrømning per opland fordelt på ler- og sandjord

Betydningen af metoden til beregning af referencefordampning for den beregnede vandbalance er illustreret i figur 5.6, hvor perkolation beregnet på baggrund af to forskellige parameteriseringer af Makkink formlen (hvh. Aslyng og Hansen, 1982 og De Bruin, 1987) er vist sammen med data for nedbør og vandløbsafstrømning. Figuren viser, at perkolationen beregnet med De Bruin, 1987 er lidt større end perkolation beregnet med Aslyng og Hansen 1982. Forskellen svarer til 20-30 mm/år. Udviklingen over tid er dog stort set ens for de to beregningsmetoder, og kan således ikke forklare eventuelle forskellige udvikling af de øvrige parametre i vandbalancen.

Nedbør, perkolation og vandløbsafstrømning for LOOP-oplande



236
237
238
239
240

Figur 5.6. Tidsserier af nedbør, årlig beregnet perkolation og målt vandløbsafstrømning per opland. Perkolationen er beregnet på baggrund af to forskellige parameteriseringer af Makkink formelen, hhv. Aslyng og Hansen, 1982 og De Bruin, 1987. Referencelinjen ved det hydrologiske år 2010/11 indikerer tidspunktet for skift af stationsnet og måleudstyr i DMI's nedbørsnet.

1 Referencer

- 242 Andersen, R.C., Christensen, OB., Schmith, T., Christiansen, B., Scharling, M.,
243 Vedel, H., Ribergaard, MH., Vejen, F., Schmith, T., Olesen, M., Butts, M.,
244 Sarup, K. (2021). Undersøgelser af DMI's nedbørsdata til anvendelse for hy-
245 drologiske formal. Teknisk Rapport 21-40. Danmarks Meteorologiske Institut.
246 Aslyng, H.C., and Hansen, S. (1982) Water balance and crop production sim-
247 ulation. Model WATCROS for local and regional application. Hydrotechnical
248 Laboratory, The Royal Vet. and Agric. Univ., Copenhagen, 200 pages
- 249 de Bruin, H., 1987. From Penman to Makkink, in: Hoogarth, J. (Ed.), Evapora-
250 tion and Weather: Technical Meeting. pp. 5-31.
- 251 Ovesen, N.B., Kronvang, B., Larsen, S.E. & Andersen, P.M. 2023. Betydning af
252 skift i instrument-typer til vandføringsmåling ved hydrometristationer i NO-
253 VANA. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 63 s.
254 - Teknisk rapport nr. 258. <http://dce2.au.dk/pub/TR258.pdf>
- 255 Styczen et al. (ongoing). Daisy documentation, Chapter 2, Weather and ETref.
256 https://daisy.ku.dk/technical-manual/Ch_2_new_weather_alone.pdf
- 257