



Slagelse Kommune

Spildevandsundersøgelser i vand- løb og dræn

EFFEKTER AF SPILDEVAND FRA SPREDT BEBYGGELSE

RAPPORT - VER.02

Slagelse Kommune

Spildevandsundersøgelser i vandløb og dræn

EFFEKTER AF SPILDEVAND FRA SPREDT BEBYGGELSE

RAPPORT - VER.02

Rekvirent	Slagelse Kommune, Center for Teknik og Miljø, Dahlsvej 3, 4220 Korsør
Rådgiver	Orbicon A/S Ringstedvej 20 4000 Roskilde
Projektnummer	3621500256
Projektleder	Jørgen Krogsgaard Jensen
Medforfattere	Flemming Nygaard Madsen
Kvalitetssikring	Gunnar P. Jensen
Udgivet	21-03-2017

INDHOLDSFORTEGNELSE

1. BAGGRUND OG OMFANG	4
2. INSPEKTION AF VANDLØB.....	8
3. DRÆNUDLØB	11
4. VANDLØB.....	24
5. BRØND- OG DRÆNSYSTEMER.....	33
6. KONKLUSIONER.....	39
7. REFERENCER	40

Ord / forkortelse	Forklaring
PE	Person ækvivalent = forureningsmængde per person
COD	Kemisk iltforbrug (Chemical Oxygen Demand). Måles som mg ilt/l. Mål for total mængde organisk stof.
BI5	Biologisk iltforbrug over 5 døgn. Måles som mg ilt/l. Mål for mængden af let omsætteligt organisk stof. Kaldes også for BOD (Biological Oxygen Demand)
BOD	Biological Oxygen Demand. Måles som mg ilt/l. Mål for mængden af let omsætteligt organisk stof. BOD over 5 døgn kaldes også BI ₅ .
DVFI	Dansk vandløbs fauna indeks. God økologisk tilstand kræver normal at DVFI _≥ 5
SOP	Skærpet krav til reduktion af organisk stof plus fosfor rensning
O	Reduktion af organisk stof
SO	Skærpet krav til reduktion af organisk stof
Hydrografer	Kurver der angiver afstrømning over året
E. coli	Bakterier der indikere menneskelig afføring (andre varmblodede dyr kan bidrage)
Enterokokker	Bakterier der indikere menneskelig afføring (andre varmblodede dyr kan bidrage)
First flush	Udskylning ved første større afstrømningen af stof ophobet under en tør periode
Orthofosfat-P	Opløst uorganisk fosfor
Total P	Samlet fosfor mængde / koncentration. Både uorganisk såvel og organisk fosfor.

1. BAGGRUND OG OMFANG

Slagelse Kommune har ønsket en forbedret dokumentation, når der skal påbydes borgere forbedret spildevandsrensning i det åbne land. Kommunen har derfor bedt Orbicon om at undersøge:

- I hvilken udtrækning organisk stof fra spildevand er årsag til manglende målopfyldelse i kommunens vandløb
- Udledning af spildevand gennem dræn fra specifikke ejendomme brønde/afløbssystemer

Undersøgelserne af spildevandspåvirkning i vandløb i henhold til målsætningen

har bestået af følgende hovedelementer:

- Overordnet vurdering på baggrund af inspektioner af vandløbene af om andre forhold end organisk belastning kan være medårsag til at målsætning ikke opfyldes.
- Inspektion af kritiske strækninger hvor der mangler målopfyldelse specielt med henblik på vurdering af udløbsforhold, lokale fysiske forhold mv., der potentielt kan begrænse målopfyldelse samt placering af prøvesteder.
- Indsamling og analyse af prøver fra såvel vandløb som dræn på strækninger med manglende målopfyldelse. Prøver karakteriseres med hensyn til organisk stof, næringsstoffer og mikrobiologiske sammensætning som samlet markør for spildevandspåvirkning.

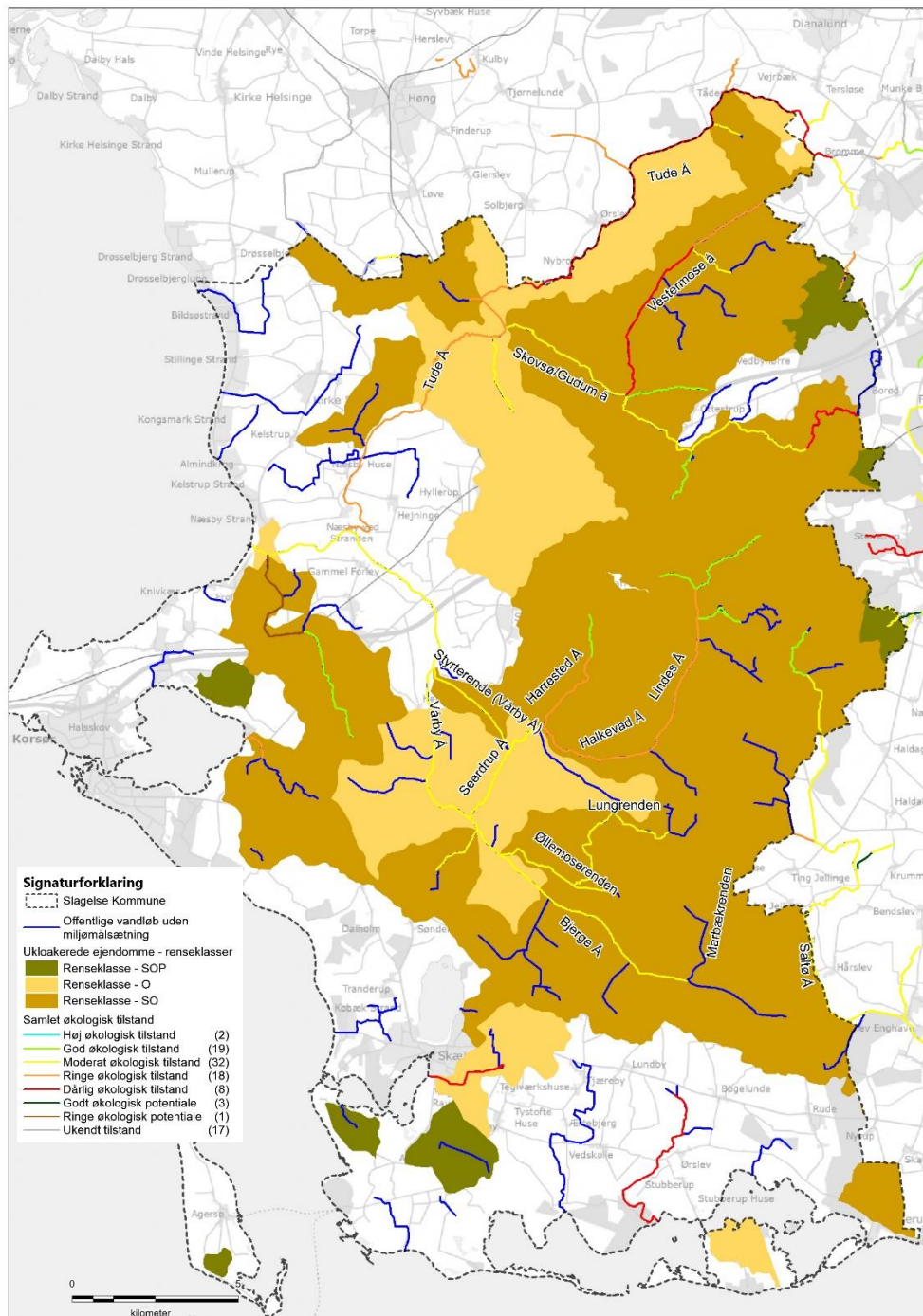
Måling i brønde og drænsystem fra specifikke ejendomme har bestået af følgende hovedelementer

- Udvælgelse af lokaliteter
- Anvendelse af tracer dosering i afløbssystemer for kortlægning af strømningsveje og i hvilken grad vand fra ejendomme når vandløbet
- Måling af koncentrationer af organisk stof i vand i brønde, dræn og vandløb for vurdering af om der sker omsætning/nedbrydning under transport til vandløb.

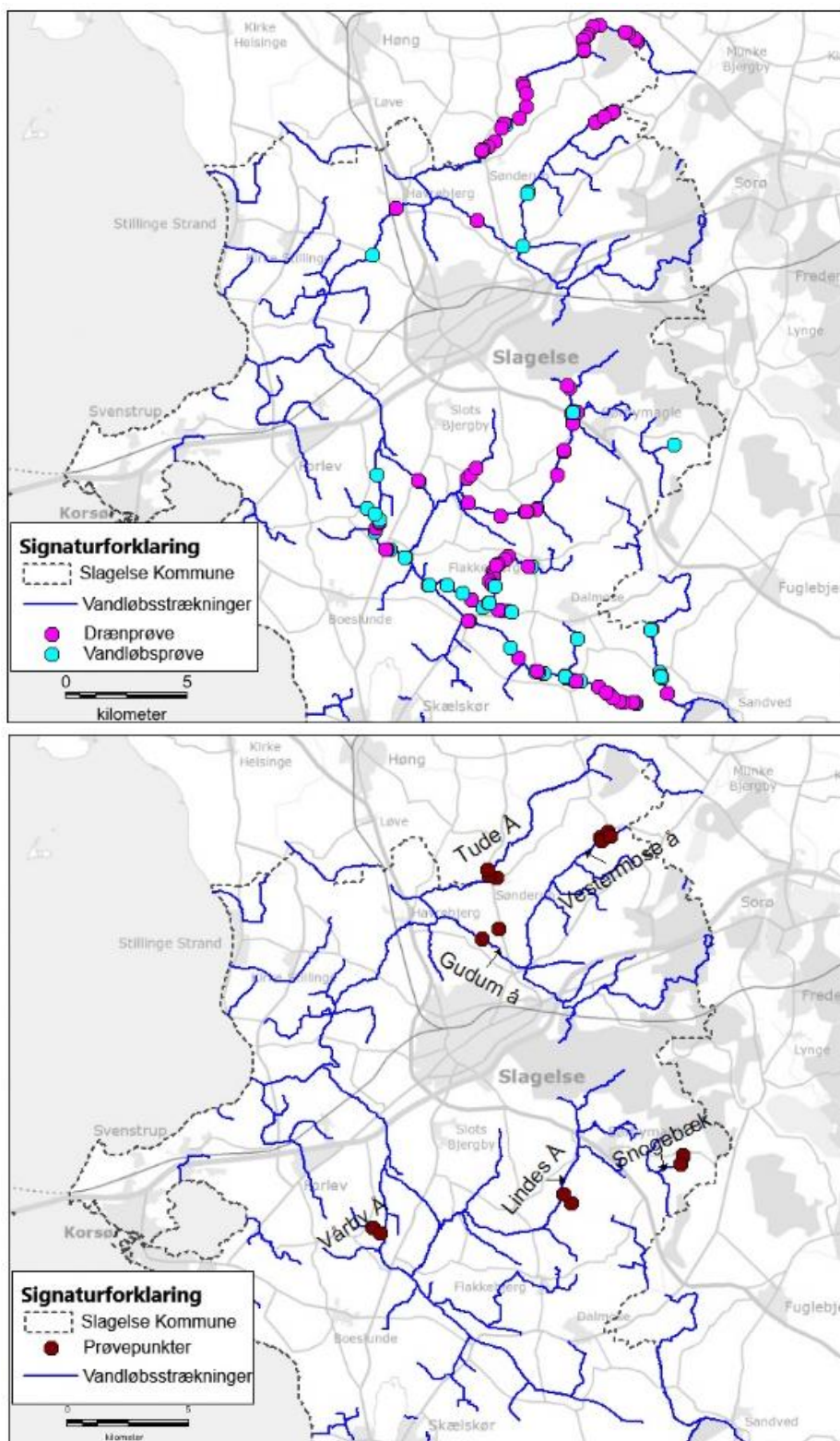
På baggrund af oplysninger vedrørende vandløbenes status og vandområdeplanens krav om indsatser i relation til spredt bebyggelse (Figur 1) /2/, er der udvalgt strækninger, hvor der er foretaget visuel feltinspektion (Figur 2). Der har været fokuseret på de strækninger, hvor der ifølge vandplanerne er sat krav til forbedret rensning for den spredte bebyggelse i oplandet, og hvor der ifølge seneste registreringer ikke er målopfyldelse. Den visuelle inspektion er foretaget, for dels at vurdere om forholdene generelt er tilstrækkeligt gode til at målsætning potentielt kan opfyldes, og dels at lokalisere dræn, der potentielt kunne bidrage med forurening i en grad så målsætning vil kunne blive påvirket.

På dette grundlag er programmer for prøveindsamling i vandløb og drænudløb fastlagt og gennemført i perioden juni 2016 til januar 2017. Undersøgelserne i drænsystemer og brønde er gennemført i perioden september 2016 – januar 2017 med indsamling af 310 prøver fra vandløb og drænudløb over 12 indsamlingsrunder. Undersøgelserne i

brønde og drænsystemer har inkluderet kontinuert flowmåling og indsamling af 88 prøver over 8 indsamlingskampagner. Stationer fremgår af Figur 3



Figur 1 Nuværende miljøtilstand i vandløb samt områder med krav om lokal rensning af spildevand fra spredt bebyggelse /2/. Renseklasse krav for den spredt bebyggelse: O = Reduktion af organisk stof, SO = Skærpet krav til reduktion af organisk stof, SOP = Skærpet krav til reduktion af organisk stof plus fosfor rensning.



Figur 3 Prøvetagningsstationer. Øverst: Lokalteter for udtagning af vandløb- og drænprøver. Nederst: Lokalteter for undersøgelse af drænsystemer i intensivprogram

2. INSPEKTION AF VANDLØB

Der blev ved besigtigelserne i maj i del af vandløbssystemet observeret betydelig algevækst i vandløbene i form af brune og grønne trådalger (Figur 4). Dette var specielt udtalt i de mindre vandløb, hvor der forekom mindre fald og strømhastigheder ikke var høje. Algesamling blev dog også observeret i bredzonen af de større vandløb. Disse begroninger dækkede specielt i de opstrøms dele af vandløbene mange steder hele vandløbsbunden, så substratforhold for andre organismer var væsentlig påvirket. Algemængder blev ved inspektionerne i maj 2016 observeret at dække bunden i store dele af Marbækrenden, Bjerge Å til sammenløb med Marbækrenden, Lungerenden, Øllemoserenden bortset fra de nedstrøms ca. 1500 meter, hvor der forekom højere vandhastigheder, store del af Vestermose Å og Harrested Å samt på strækninger af Lindes Å, hvor strømhastighed var ringe.

Når sten, grus og andet bundmateriale er helt dækket af alger, vil det hæmme og helt eller delvist hindre at en række af de rentvandsindikatorarter, der karakteriserer god økologisk tilstand i et vandløb, vil kunne overleve. Algebelægningerne bestod typisk af en samling af kiselalger, grønalger og blågrønalger med dominans af kiselalgen *Melosira*. Disse algebelægninger havde en udbredelse, så det er sandsynligt, at de har forårsaget kritisk lave iltforhold om natten, idet algerne i mørke forbruger ilt. Massive algemåtter med kiselalgen *Melosira* kendes fra andre langsomstrømmende næringsrige vandløb /3/. Andre steder blev observeret vækst af rørhinde, som er tegn på særlig høj næringsstofbelastning (Figur 7). I næringsberigede vandløb med mere energi afløses disse alger typisk af betydelig vækst af grønne trådalger (*Cladophora*), hvilket blev observeret længere nedstrøms i vandløbssystemet (Figur 6). De observerede algebegroninger skønnes især på de opstrøms strækninger at have forårsaget kritisk lave iltforhold om natten. Disse kraftige algebelægninger og massiv forekomst af grønne trådalger kan forårsage at målsætning mht. til faunaklasse (DVFI = 5) ikke opfyldes.

Over perioden (12.-30. maj 2016) hvor inspektionerne foregik tørrede dræne mere og mere ud, da perioden var meget nedbørsfattig. Mange dræn var således tørre og det var vanskeligt, at vurdere om der potentielt på andre tidspunkter kunne komme organisk belastning med drænrørene til vandløbene. Der blev dog konstateret spildevand i dræn, hvor ejendommene lå tæt på vandløbet dvs. inden for 50-100 meter.

Udvælgelse af dræn til yderligere undersøgelser er fortaget dels på grundlag af denne inspektionsrunde dels på grundlag af drænkort og efterfølgende opsøgning af dræn, der potentielt kunne bidrage med forurening stammende fra ejendomme.

Ud over tilførsel fra enkeltejendomme blev nogle steder konstateret spildevandstilførsel fra mindre landsbyer (f.eks. Høve ved Bjerge Å) eller grupper af huse, hvor et større rør/dænsystem havde udløb til vandløbet.



Figur 4 Eksempel på algebelægninger. Bjerge A - Opstrøms strækning (Kommunevandløb ca. st. 1000 m), maj 2016.



Figur 5 Vandløbsbund på strækning med hurtigere afstrømning (fald) og uden algemåtter. Nedstrøms strækning i Øllemoserende maj 2015.



Figur 6 Eksempel på grønne trådalger (*Cladophora*) overlejret med sand. Ustabil bund pga. høj materiale transport. Bjerge Å, amtsvandløb st. 8.000 m;). Maj 2016



Figur 7 Eksempel på vedligeholdelse og oprensingspraksis med negativ effekt på målsætning. Betydelig næringsstofbelastet vandløb med vækst af rørhinde (*Enteromorpha* sp.). Saltø Å, maj 2016.

Visse strækninger var desuden påvirket af vedligeholdelse- og oprensingspraksis (Figur 7) samt stor materiale transport (Figur 6). Alle faktorer der kan påvirke den økologiske tilstand i negativ retning. Der fokuseres i denne undersøgelse ikke på disse forhold, idet effekter af spildevandsbidrag fra spredt bebyggelse har været hovedsigtet.

3. DRÆNUDLØB

Der er udtaget og analyseret 156 vandprøver af drænvand, som udleder til offentlige vandløb i Slagelse Kommune. Resultaterne viste stor spredning på koncentrationsniveauer, både mellem de forskellige lokaliteter/vandløb, men også for samme drænudløb. Dette indikerer en kraftig tidsmæssig variation, som kan være genereret af variation i bl.a. nedbør, jordens fugtighed og variationen i spildevandsproduktion. I vinterhalvåret hvor jorden er mere eller mindre vandmættede vil der primært ske en indstrømning i dræn, en fortynding af eventuelt spildevand her og en hurtige transport mod vandløb. I det tørrer sommerhalvår vil drænene i højere grad virke som sivedræn og kun en mindre del af eventuelt spildevand vil nå vandløbet. I overgangsperioderne kan der forekomme et "first flush". Et stikprøvekontrolprogram, som det gennemførte, vil ikke nødvendigvis fange de maksimale koncentrationer og transporter, der kan komme med høje afstrømninger. Dette undersøgelsesprogram er gennemført henover efterårsperioden med successivt stigende afstrømning, men det skal her bemærkes at afstrømningerne i efteråret 2016 var mindre end i et normal år.

Ud fra det gennemførte stikprøvekontrolprogram er der fokuseret på maksimalt målte værdier til illustration af kritiske niveauer af organisk indhold, bakterier og næringsstoffer. Med baggrund i den forventelige betydelig variation i koncentrationer og transporter vil en høj maksimal værdi vise, at der periodevis forekommer påvirkning. Fravær af høje koncentrationer dokumenterer derimod ikke, at der ikke kan komme spildevand med drænet på andre tidspunkter.

Med et stikprøveprogram, som det gennemførte, vil der ikke kunne opnås et fuldstændig billede for alle dræn, men i højere grad gives en generel indikation af om drænudløb kan transportere forurenende stoffer fra spredt bebyggelse til vandløbet. Selvom vi anvender max. koncentrationer i vurderingen af den potentielle påvirkning af vandløbsrecipienten, er det sandsynligt, at der henover året vil optræde endnu højere maksimale koncentrationer. Det har ikke været muligt at dække alle betydende dræn.

Da der er tale om en stikprøveundersøgelse, der ikke nødvendigvis dækker alle forhold og situationer, er det valgt ud over organisk stof også at analysere indsamlede prøver for bakterier og næringsstoffer. Disse supplerende analyser kan understøtte vurderingen af, om drænene potentielt kan tilføre vandløbene organisk belastning på andre tidspunkter end de målte.

Det skal nævnes, at der findes ejendomme, hvor toiletvand og andet brugsvand (køkkenvand mv.) er adskilt så toiletvand går til septiktank, mens det øvrige brugsvand går direkte til dræn. Dette kan betyde, at der kan forekomme høje fosforkoncentrationer og til en vis grad periodevis også forhøjet organisk indhold, uden at der forekommer meget høje bakterieniveauer. Sådanne udledninger kan også manifestere sig i målinger alene som forhøjede fosforniveauer.

Der er i forbindelse med den danske vandplanlægning i relation til vandkvalitet i vandløb primært fokuseret på den organiske belastning. Dette er gjort, fordi tidligere studier har godtgjort en sammenhæng mellem organisk belastning og faunasammensætningen, som vandløbenes miljøkvalitet i høj grad er blevet vurderet ud fra. Udover viden om at en række fysiske forhold har betydning, er der de senere år kommet mere fokus på at også næringsforhold kan have en påvirkning på miljøtilstanden /5/ specielt i mindre vandløb og ved ringere faldforhold /3/.

Organisk stof

Det organiske stofindhold i drænprøverne er belyst ved analyse for

- BI₅: Biologisk iltforbrug over 5 døgn, som er et mål for mængden af relativt let omsætteligt organisk materiale.
- COD: Kemisk iltforbrug (Chemical Oxygen Demand), som er et mål for den samlede mængde organiskstof i prøver - såvel let som svær omsættelig organisk materiale.

Det let omsættelige organiske materiale kan dels direkte påvirke iltforhold i vandet dels kan det ændre sedimentets sammensætning og iltforbrug og derigennem indirekte iltforholdene. Herved påvirkes organismer i såvel vand og sediment. Det sværere nedbrydelige organiske materiale har betydning for sedimentets struktur og sammensætning. Det kan bl.a. ændre gennemstrømning og ilttilgængelighed i bundmaterialet. Herved kan bundlevende organismers levevilkår forringes.

De maksimalt målte koncentrationer i dræn fremgår af Figur 8 og Figur 9.

Baggrundsværdier for BI₅ i ikke forurenede vandløb ligger mellem 0,5 og ca. 2 mg/l. I Vandplanerne 2009-15 bliver det angivet som vejledende støtteparameter, at BI₅ skal være mindre end 1,8 mg/l for at opfylde krav til fauna svarende til DVFI=5. For blødbundsvandløb er det vejledende krav, at BI₅ skal være mindre end 2,5 mg/l for at opfylde målsætning om god økologisk tilstand. Ved værdier i dræn over 3 mg/l skønnes det, at der er betydelig risiko for påvirkning af den biologiske tilstand i en grad så krav om god økologisk tilstand ikke overholdes, hvis drænet udmunder i et mindre vandløb. I hvilken grad, det sker, afhænger selvfølgelig af fortyndingsforhold i vandløbet. I de dræn, som er karakteriseret som udelukkende markdræn uden betydelig risiko for spildevandspåvirkning fra enkeltejendomme, lå den gennemsnitlige BI₅-koncentration på ca. 0,5 mg/l med en maksimal værdi på 1,3 mg/l.

Baggrundsværdier for COD i vandløb kan variere betydeligt afhængigt af oplandskarakteristika. Men COD ligger typisk under 20-30 mg/l i ikke (spildevands)påvirkede vandløb. Værdier over 60-100 mg/l tyder normalt på organisk forurening.

Krav til maksimale udløbskoncentrationer for BI₅ og COD fra minirenselanlæg for rensning af spildevand fra spredt bebyggelse er for SO- og SOP-anlæg 10 mg/l BI₅ og 75 mg/l COD og for OP- og O-anlæg 30 mg/l BI₅ og 125 mg/l COD. I hvilken udstrækning udledning af spildevand fra SO-, SOP-, OP- og O-anlæg med de nævnte maksimalt

acceptable koncentrationer af organisk materiale vil påvirke et vandløb afhænger af transport vej fra anlæg til vandløb samt fortynding og faldforhold (og dermed geniltning) i vandløbet.

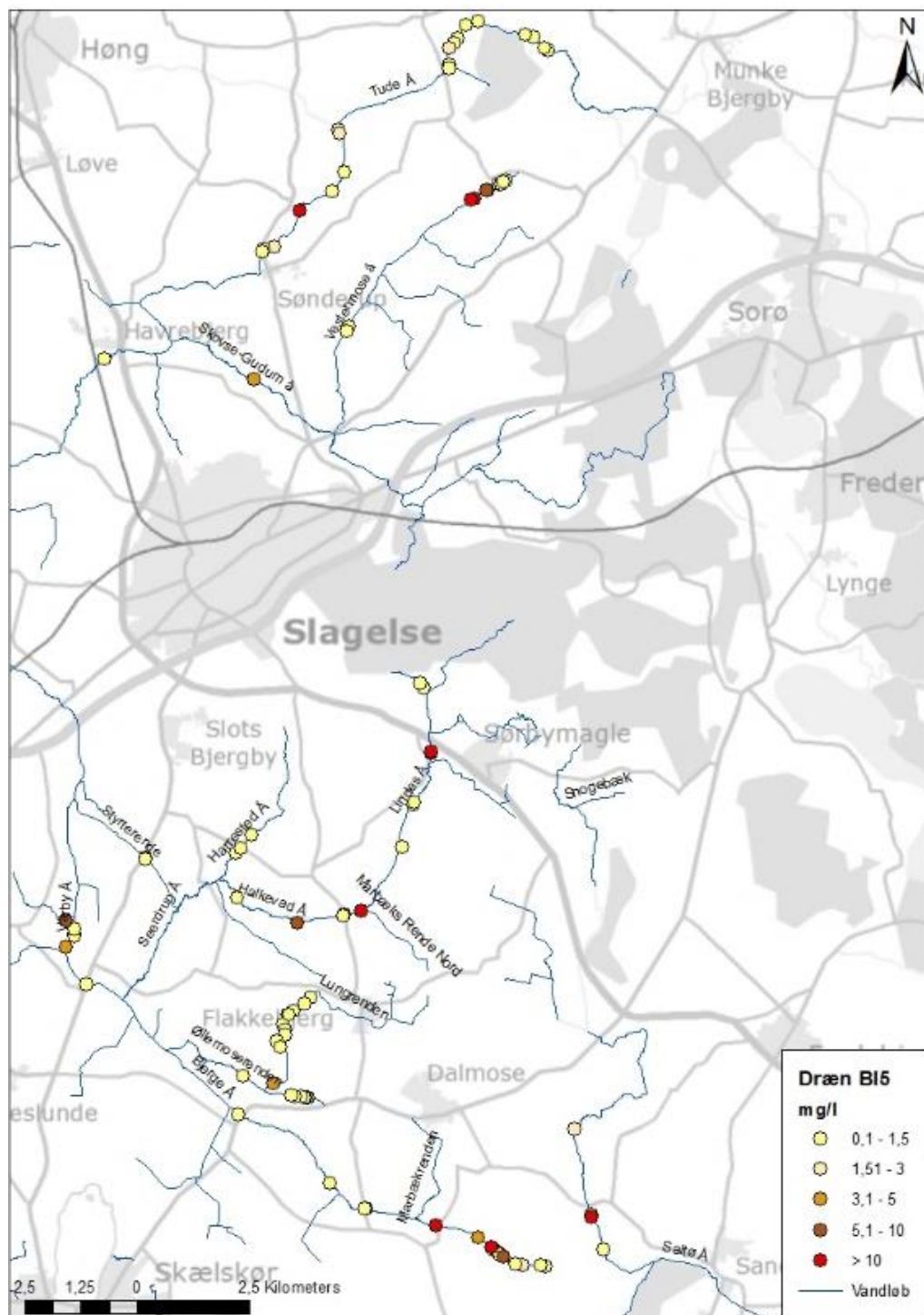
Det fremgår af Figur 8 og Figur 9, at der i mange dræn blev analyseret BI_5 under 1,5 mg/l henholdsvis under 3 mg/l og under 30 mg/l COD. Disse dræn vurderes på måletidspunktet generelt ikke at have haft en betydelig negativ effektiv på tilstanden i vandløbene, idet der forventes en umiddelbar fortynding ved udløb på typisk 2-5 gange. I tilfælde, hvor drænvand ikke fortyndes, som kan være tilfældet i de mest opstrøms dele af et vandløb, kan effekter dog ikke udelukkes.

Imidlertid blev der også fundet et betydelig antal dræn med organisk indhold, som har påvirket den biologiske tilstand i vandløbsrecipienten. Ud af i alt 156 drænanalyser blev der i 41 tilfælde målt BI_5 over 1,8 mg/l, i 29 tilfælde over 3 og i 14 tilfælde over 10, mens 10 analyseresultater lå over 30 mg BI_5 /l.

Der blev fundet 41 drænanalyser med COD over 75 mg/l hvoraf 28 havde et niveau på over 125 mg/l.

De 156 drænanalyser er indsamlet i 99 forskellig dræn. Af disse blev der i 22 % af prøverne målt BI_5 over 3 mg/l og i 33 % over 75mg/l COD.

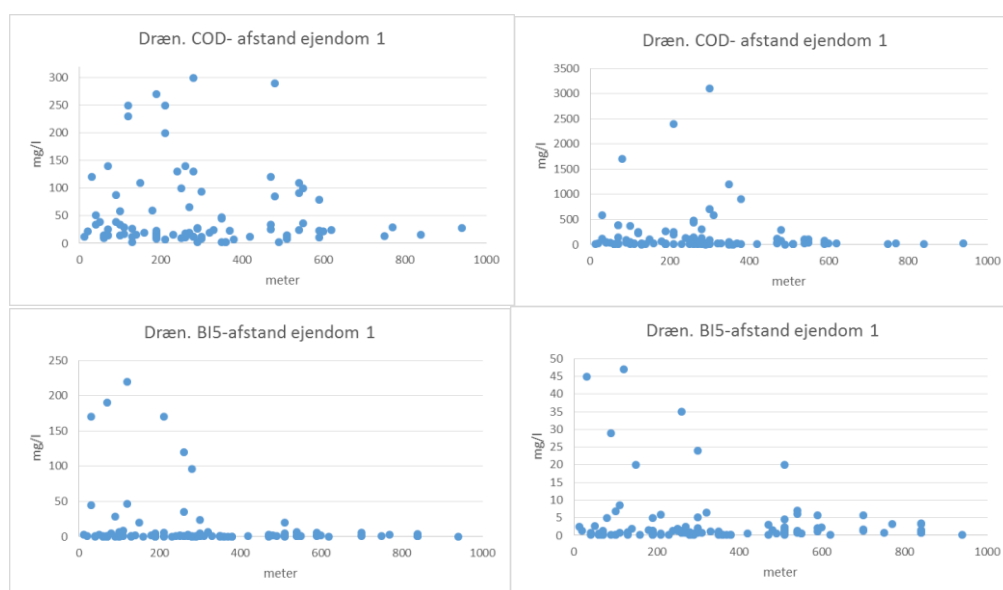
I de øverste dele af vandløbene, hvor der forekommer en relativ lille vandføring, kan det ikke udelukkes, at de biologiske forhold er påvirket af udledninger fra spredt bebyggelse i en grad, så en målsætning ikke kan opretholdes. Dette gælder øvre del af Bjerge Å, øvre del af Marbækrenden, øvre del af Vestermose Å, øvre del af Lindes Å, Harrested Å, Saltø Å og Lungerenden samt Øllemose Rende. I nedre dele af Bjerge Å (amtsdel), i Vårby Å samt i Tude Å vil fortyndingen være betydelig, hvorfor effekter generelt vil være mindre udtalte og spildevandspåvirkningen fra spredt bebyggelse kan være uden betydning for målopfyldelsen. Dette afhænger selvfølgelig af intensitet af beboere i spredt bebyggelse. Organisk bidrag fra spredt bebyggelse vil derfor i disse større vandløb oftest ikke være til hinder for at målsætning kan opfyldes, hvis øvrige forhold vedrørende fysiske og næringsstofmæssige forhold er tilstrækkelig gode. Da undersøgelserne i vandløbene er at betragte som en stikprøvekontrol, kan der alene ud fra de gennemførte måling ikke endelig konkluderes på den konkrete effekt. Der kan ud fra afstrømningsforhold og kendskab til baggrundsniveau i åerne samt resultater fra de her gennemførte drænunderøgelser foretages beregninger for de enkelte vandløbsstrækninger, af hvor stor en belastning fra drænudløb, der skal til, for at målsætningen om maksimal 1,8 mg/l BI_5 kan overholdes. Det kan på det skabte grundlag dermed vurderes, om den nuværende belastning med organisk stof fra spredt bebyggelse i sig selv bevirker at målsætning ikke opfyldes. En sådan vurdering vil ikke dække forhold helt lokalt omkring drænudløb, der er spildevandbelastede.



Figur 9 Drænudløb. Maksimalt målt koncentrationer af organisk stof som biologisk iltforbrug over 5 dage (BI5); juni 2016 - januar 2017

Da de gennemførte analyser, som nævnt, er at betragte som en stikprøveundersøgelse, der ikke i detaljer beskriver alle ejendommers påvirkninger, er grundlagt ikke tilstrækkeligt til at udarbejde en komplet oversigt over hvor der forekommer kritiske drænuledninger. Derfor er der uddraget nogle generelle retningslinjer for hvor tæt på vandløbet en ejendom kan ligge, før der er betragtelig risiko for at spildevand herfra gennem drænsystemer når til vandløbet.

Figur 10 viser målt koncentration som funktion af afstand til nærmeste ejendom via drænledninger opgjort på baggrund af Slagelse Kommunes digitale drænkort suppleret med luftfoto.



Figur 10 Organisk stof målt som COD og BI₅. Koncentrationer i dræn som funktion af dræn-afstand til nærmeste ejendom. Tv : Alle målte koncentrationer. Th: Målt COD < 3500 mg/l og målt BI₅ < 50 mg/l

Det fremgår af Figur 10 øverst, at der forekom dræn med forhøjede COD koncentrationer (over såvel 75 som 125 mg/l), hvor der var mindre end 600 meter til nærmeste ejendom. Imidlertid kan de observerede høje COD værdier stamme fra såvel spildevand fra ejendomme som andre kilder, f.eks. udvaskning fra jorden.

De højeste BI₅-koncentrationer (> 50 mg/l) forekom i dræn, hvor afstanden var ≤300 meter. BI₅-koncentrationer over 5 mg/l (Figur 10 nederst til højre) blev observeret i dræn med en afstand til nærmeste ejendom på op til godt 700 meter.

På baggrund af resultater fra undersøgelserne af brønd/drænsystemer (kap. 5) vurderes faldet i koncentrationer med afstand mellem ejendom og vandløbssystem, i vid udstrækning at kunne tilskrives, at der ved længere transportafstande vil ske en succesivt stigende fortynding af spildevand, som ledes i drænsystemet.

Hygiejnisk kvalitet

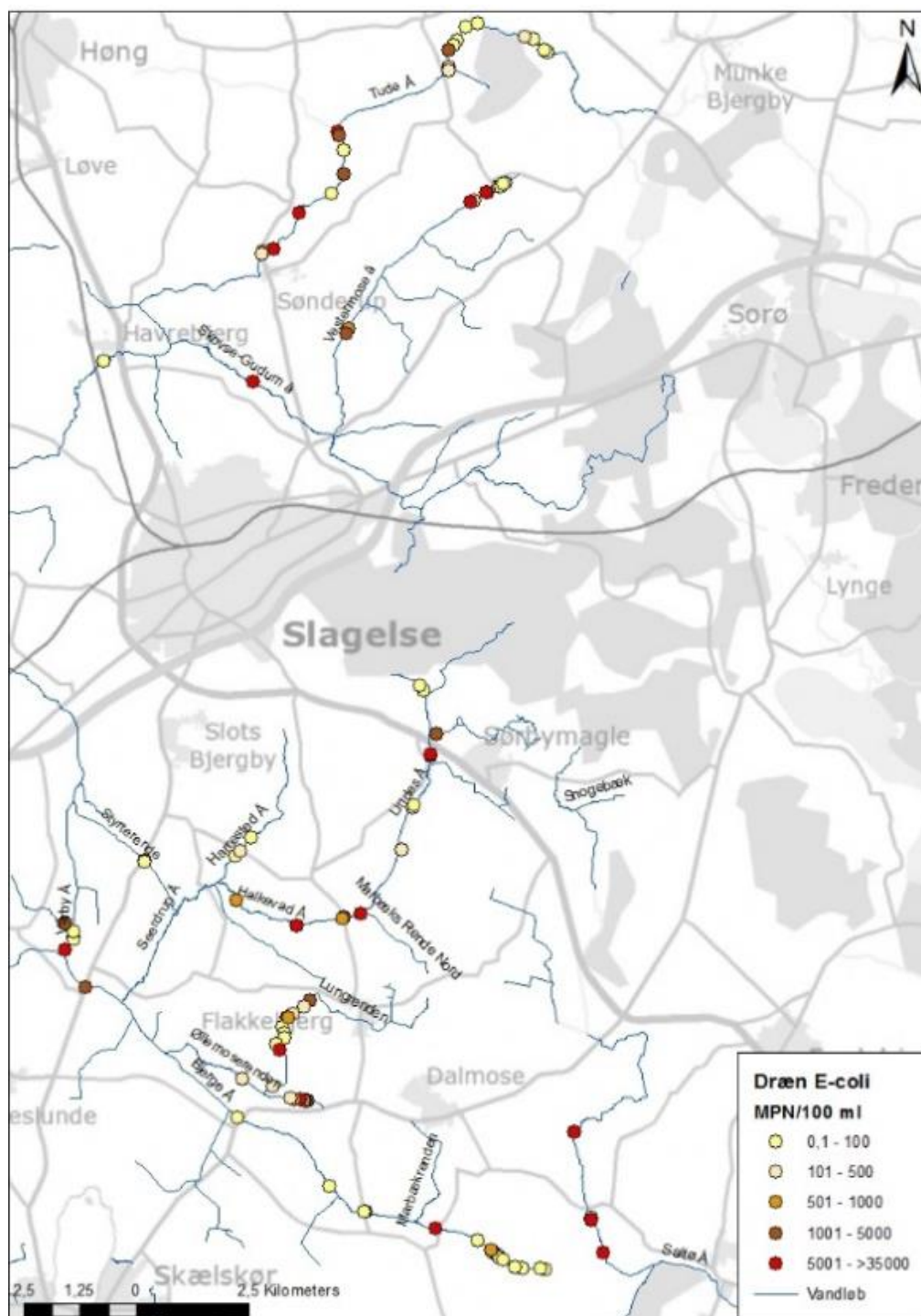
Bakterieundersøgelserne er foretaget for at vurdere, i hvilken udstrækning drænen kan være påvirket af spildevandstilførsler, selvom de ikke på prøveindsamlingspunktet havde et højt indhold af organisk stof. Til sammenligning med nedenfor nævnte koncentrationer er EU-krav til indlandsfarvande for at opfylde "udmærket" henholdsvis "tilfredsstillende" badevandskvalitet

- E. coli: 500 henholdsvis 900 bakterier/100 ml
- Enterokokker: 200 henholdsvis 330 bakterier/100ml

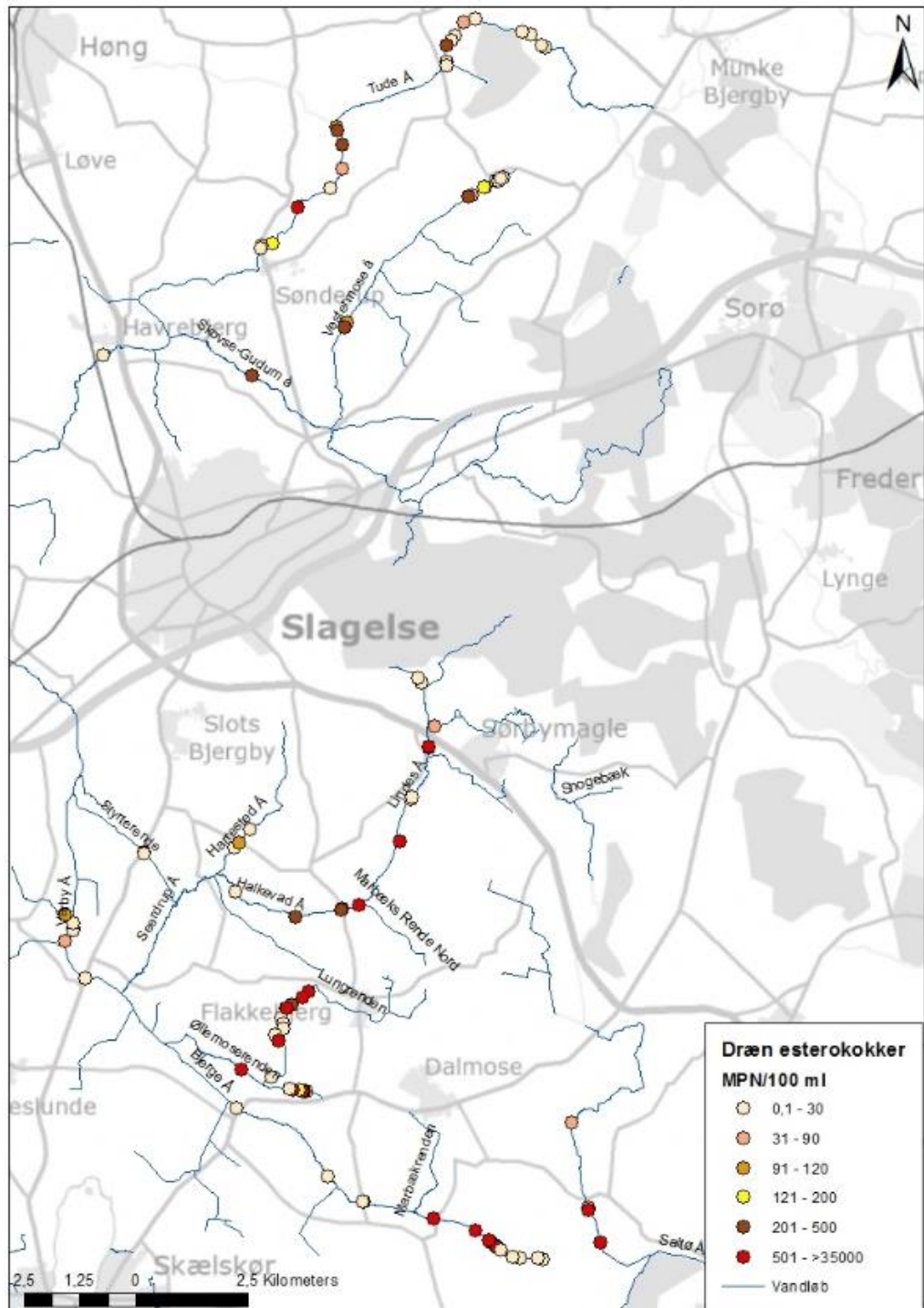
Det fremgår af Figur 11 og Figur 12, at en betydelig del af målte dræn overskrider såvel den mest restriktive kravværdi for "udmærket" hygiejnisk kvalitet som kravværdier for "tilfredsstillende" hygiejnisk kvalitet.

Ud af de 142 bakterieanalyser lå 58 E. coli analyser og 35 Enterokokker analyser over kravet om tilfredsstillende hygiejnisk kvalitet. De 142 bakterie analyser var fordelt på 102 forskellige dræn hvoraf ca. 1/3 ikke overholdt minimumskrav for badevandskvalitet.

I de dræn, der er karakteriseret som udelukkende markdræn uden betydelige risiko for påvirkning fra ejendomme, lå de gennemsnitlige bakteriekoncentrationer på henholdsvis 75 E.coli/100ml og 35 Enterokokker/100ml.

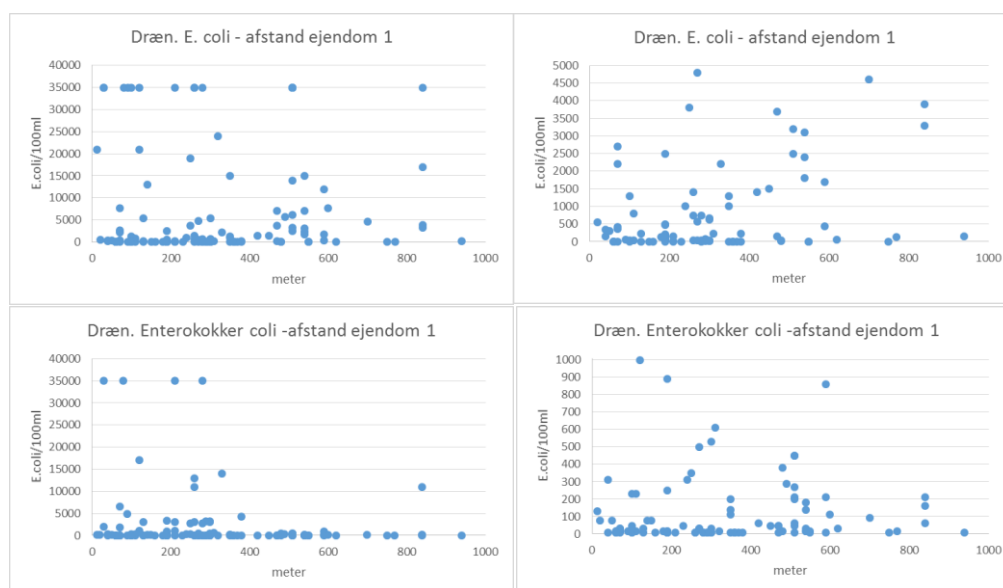


Figur 11 Drænudløb. Maksimalt målt koncentrationer af bakterierne E. coli i drænudløb; juni 2016 - januar 2017



Figur 12 Drænuvløb. Maksimalt målt koncentration af bakterien Enterokokker i drænuvløb; juni 2016-januar 2017

Figur 13 viser, at ved afstande til nærmeste ejendom på mindre end 600 meter, vil der være en betydelig risiko for at den hygiejniske kvalitet ikke vil være tilfredsstillende ved drænudløb. Ved dræn med større afstand tyder data på at risikoen for spildevandspåvirkning er betydelig mindre. Der er dog også målt overskridelse af kravværdien for tilfredsstillende kvalitet for et drænsystem med en afstand over 700 meter til nærmeste ejendom. Det drejer sig om et drænsystem undersøgt ved Vesterrose Å som opsamler bidrag fra adskillige ejendomme.

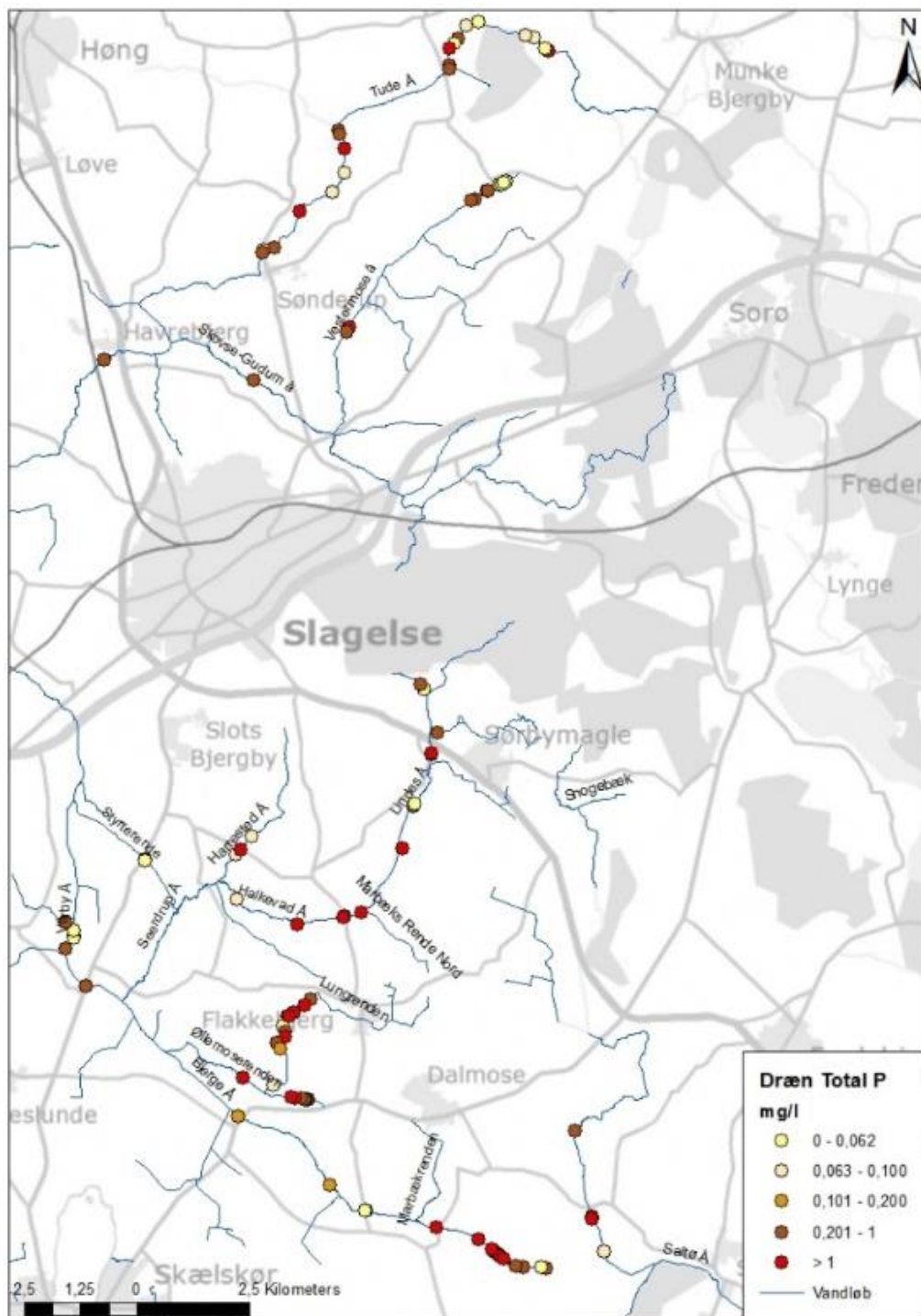


Figur 13 Bakteriekoncentrationer i dræn som funktion af afstand til nærmeste ejendom. Tv : Alle målte koncentrationer. Th: Målte E. coli < 5000 bak./100ml og målte Enterokokker < 1000 bak./100ml

Næringsstoffer

Som understøttende indikator for om drænprøverne er spildevandspåvirkede er disse analyseret for næringsstofferne Total P og Total N. Yderligere er en række af prøverne analyseret for de uorganiske næringsstoffraktioner (orthofosfat-P, ammonium-N og nitrat-N).

Hovedvægten i diskussionen er lagt på fosfor, da høje koncentrationer af Total P og uorganisk fosfat kan indikerer husspildevandspåvirkning. Høje Total N og nitrat-N koncentrationer indikere i højere grad gødningspåvirkning, mens høje ammonium-koncentrationer kan være tegn på spildevand. En kilde til høje ammonium-koncentration kan ud over spildevand være husdyrgødning.



Figur 14. Drænudløb. Maksimalt målt Total P koncentrationer juni 2016 – januar 2017

vandpåvirkning, vurderes værdier over 0,2 mg P/l som tegn på en vis spildevandspåvirkning af drænuvløbet. Ved Total P værdier omkring og over 1 mg P/l vurderes drænuvløbet at være kraftigt påvirket af spildevand.

Det fremgår af Figur 14, at et betydeligt antal dræn ved en eller flere prøvetagninger oversteg Total P såvel 0,2 som 1 mg P/l. I over halvdelen af de undersøgte dræn blev der på et tidspunkt målt over 0,2 mg P/l, mens der i godt en tredjedel på et tidspunkt er blevet målt over 1 mg P/l. Af samtlige analyserede 146 prøver oversteg 87 analyser de 0,2 mg P/l mens 23 analyser lå over 1 mg P/l. Fosforanalyser tyder således på at en betydende del af drænuvløbenes fosforniveau er påvirket af spildevand.

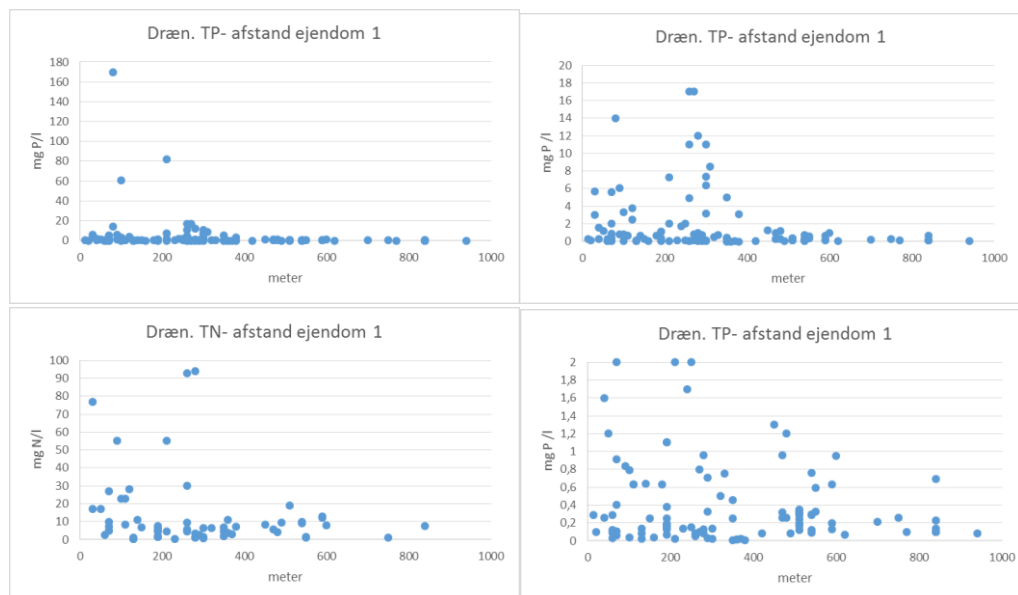
Der er som forventeligt et vist sammenfald med høje koncentrationer af organisk stof, bakterier og fosfor. Men det er også klart, at et betydeligt større antal dræn er påvirket med høje fosforniveauer end med højt niveau af organisk stof og bakterier. Dette kan hænge sammen med at køkkenvand og vaskevand som har højt fosfor indhold ikke er sluttet til toilet-kloakbrød men direkte afledes i drænsystemet, for ikke at belaste det øvrige kloaksystem.

Ved en afstand til nærmeste ejendom på 600 m og derunder, forekom der i mange tilfælde meget høje koncentrationer af fosfor i drænuvløb. Dette tyder på, at der er en betydelig risiko for at disse dræn kan bidrage betydeligt til næringsstofforureningen af vandløbene. Blandt de undersøgte drænuvløb er der kun i et tilfælde med en afstand på over 600 meter til nærmeste ejendom, hvor der er fundet kraftigt forhøjet fosforkoncentration (Figur 16 nederst th) der indikere væsentlig spildevandpåvirkning. Det drejer sig om drænsystemet, der er nærmere undersøgt i øvre del af Vestermose Å, der som tidligere nævnt afleder vand fra et område med adskillige huse.

Ved drænafland på 600 meter indikerer resultaterne, at der var sket en betydelig fortynding, så fosforkoncentrationen i spildevandsbelastede dræn generelt kan forventes under 0,25 mg/l. Baggrunds niveauet på ca. 0,12 mg/l fra upåvirkede markdræn, blev ikke opnået for dræn med afstand til nærmeste ejendom på op til 900 meter. Der kan således ikke ud fra det indsamlede datamateriale fastlægges en tilstrækkelig afstand, der sikre at TP-niveauer reduceres til målt baggrundsværdi.

En tilsvarende analyse for kvælstof (Total N, ammonium-N og nitrat-N) tyder ikke på at der er en tilsvarende sammenhæng, som fundet for de øvrige variable mellem afstand til nærmeste ejendom og koncentrationsniveauer i drænuvløbet (Figur 16 nederst tv). De højeste Total N koncentrationer (> 20 mg N/l) forekom dog i drænuvløb med nærmeste ejendom indenfor 300 meter. Disse høje Total N værdier er da også sammenfaldende med meget høje ammonium-N værdier (>10 mg/l) og meget høje bakteriekoncentrationer (>6000 /100ml). Alle målevariable viser således, at disse udløb er spildevandspåvirkede.

Drænudløb med Total N < 20 mg/l viste ikke sammenhæng med afstand til nærmeste ejendom. De målte kvælstof niveauer i disse dræn tilskrives primært udvaskningen fra omliggende marker. Det gennemsnitlig Total N-niveau i dræn, der ud fra E. coli koncentrationen ikke syntes spildevandspåvirket, lå på ca. 6 mg/l.

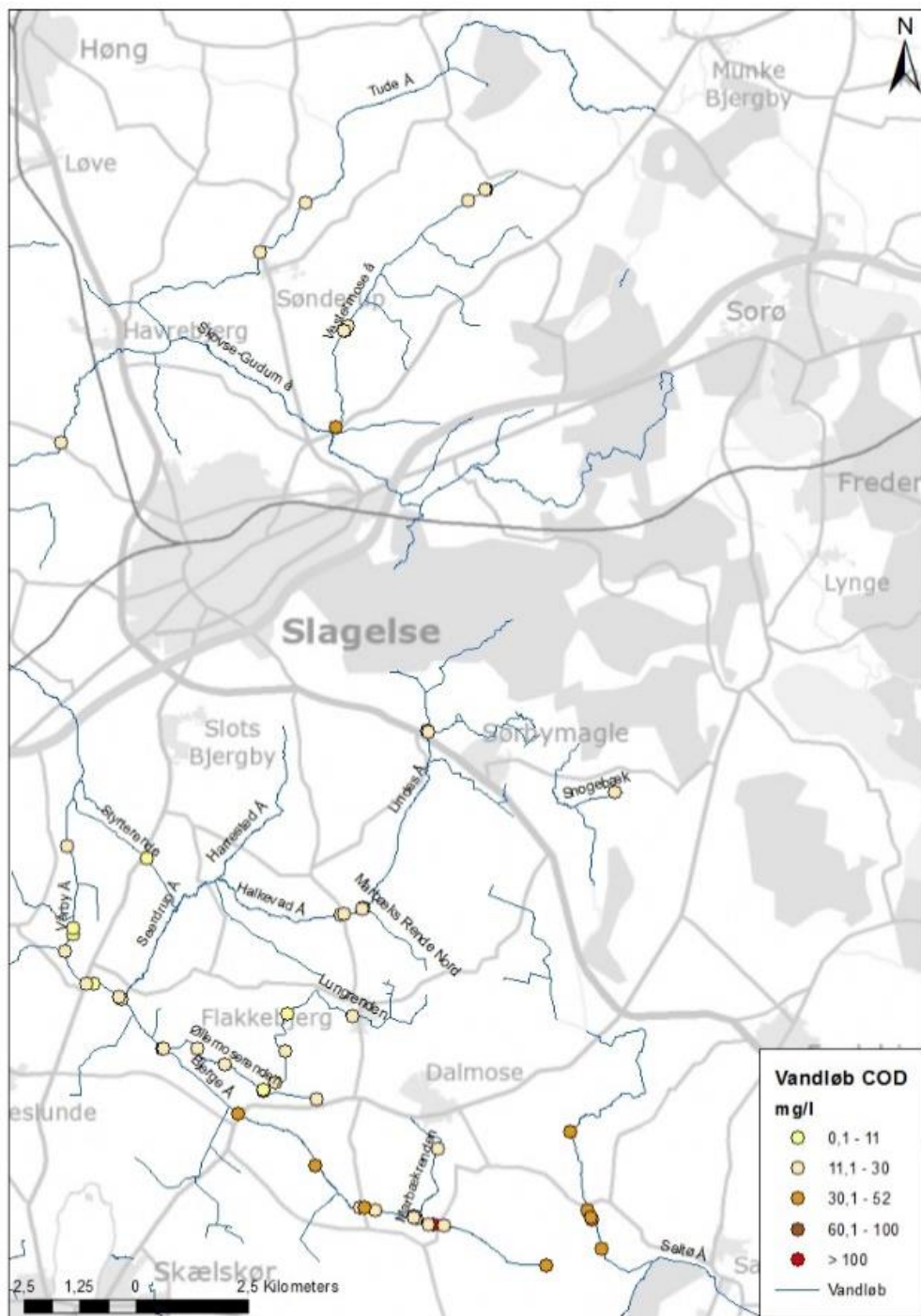


Figur 16 Total P og Total N koncentrationer i dræn som funktion af afstand til nærmeste ejendom. Tv: alle målte værdier. Th: Total P koncentrationer under hhv. 20 mg P/l og 2 mg P/l

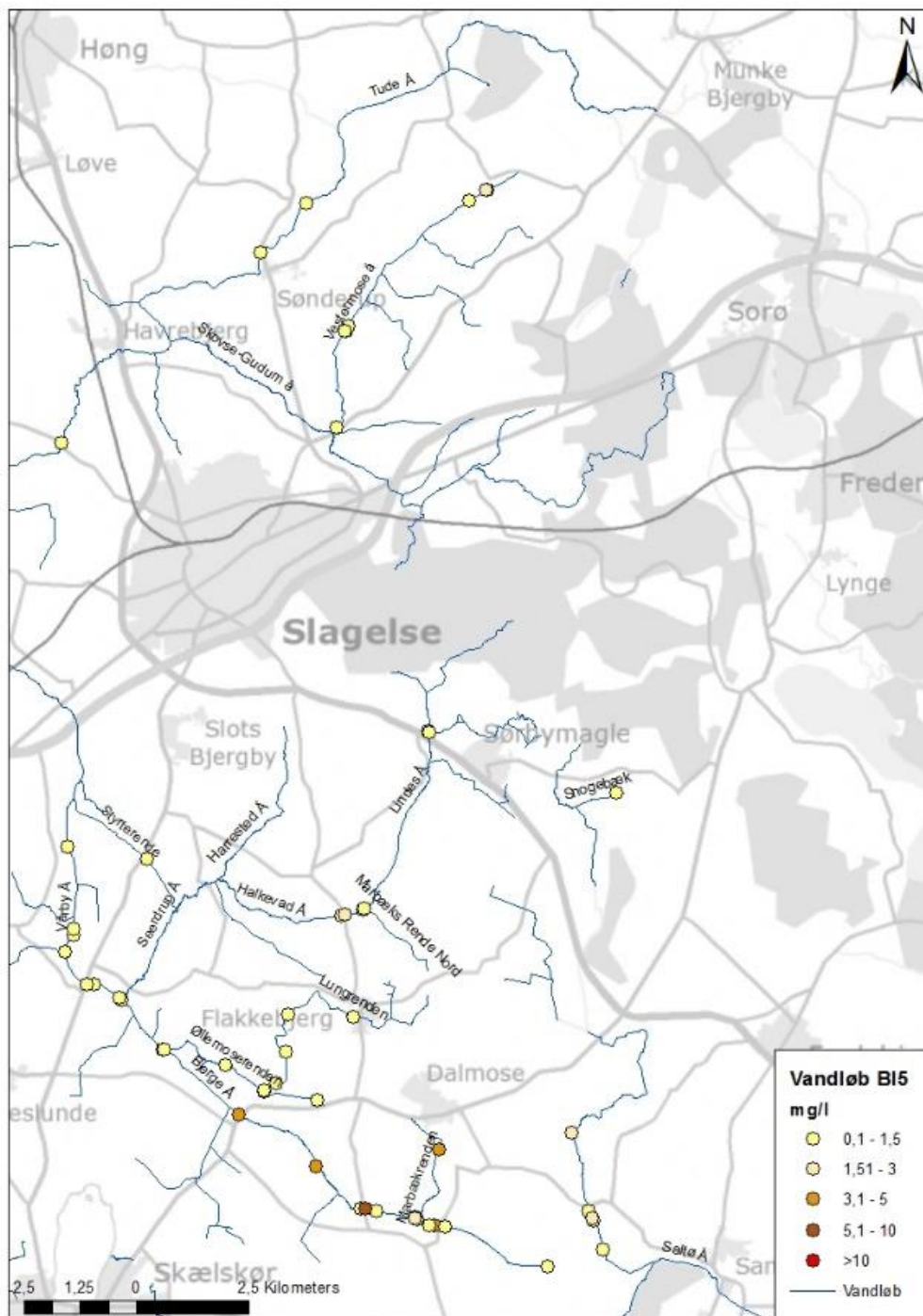
4. VANDLØB

De målte maksimale koncentrationer i vandløb fremgår af Figur 17, Figur 19 og Figur 21. Prøverne udgør stikprøver udtaget med en relativ lille frekvens i forhold til variationen i vandløbet, hvorfor de ikke giver et fuldstændigt billede, men alene en indikation, der skal ses i sammenhæng med drænanalyserne.

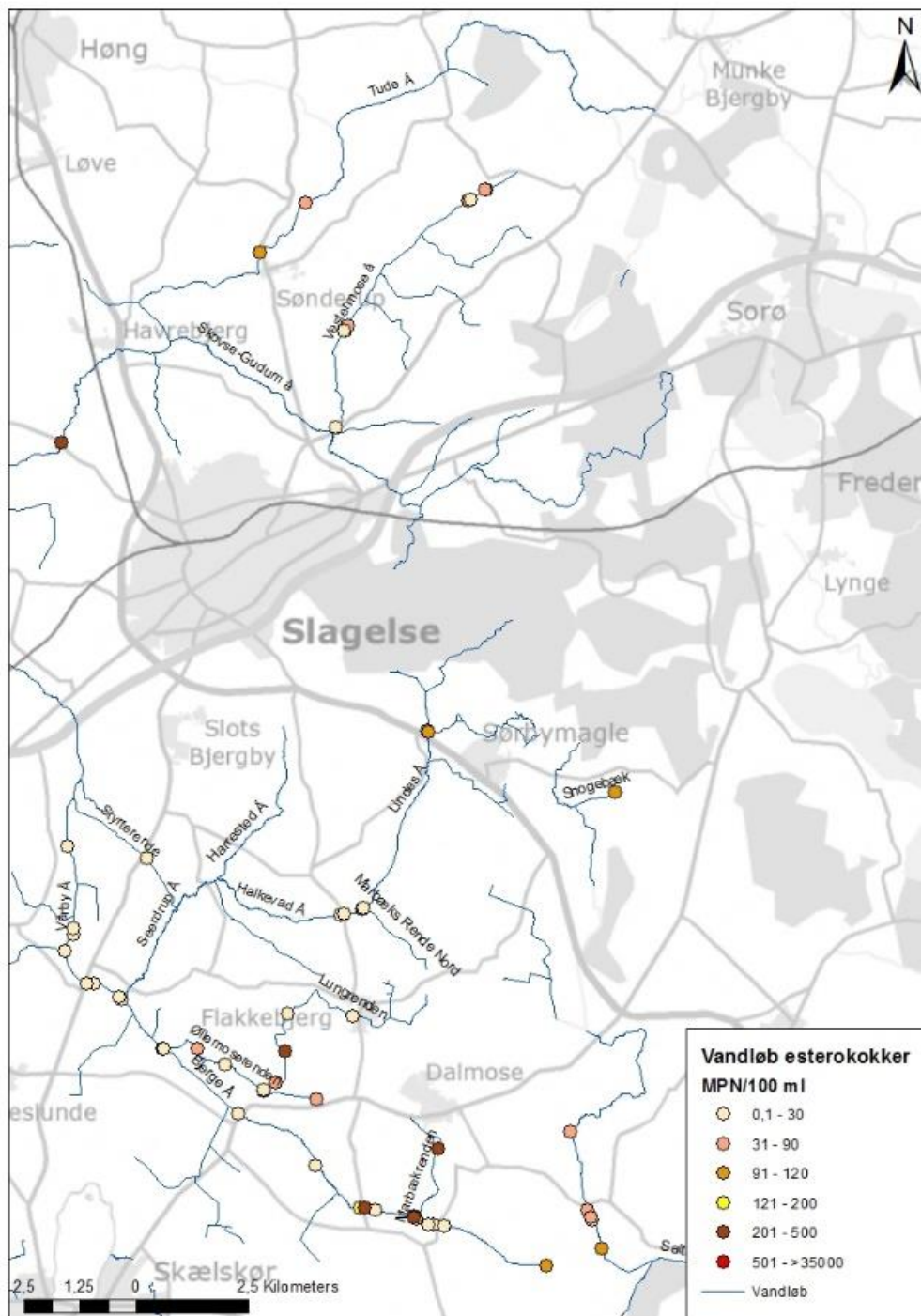
Der er målt værdier over det vejledende BI_5 -niveau på 1,8 mg/l for god økologisk tilstand i Bjerge Å, Marbækrenden, Saltø Å og øvre del af Vestermose Å. Analyser for bakterier og fosfor bekræfter at disse vandløbstrækninger tilsyneladende er påvirket af spildevand. Spildevandspåvirkning kan ud fra de supplerende analysevariable udvides til også at gælde som minimum for Snogebæk, Lungerenden og dele af Tude Å. For Tude Å er der imidlertid tale om en betydelig fortynding, hvorfor effekten af drænuledninger på det organiske indhold og miljøtilstanden er reduceret. Da der er tale om et begrænset antal stikprøver kan det ud fra de indsamlede prøver ikke endeligt konkluderes om målsætning er opfyldt mht. til organisk stof koncentration.



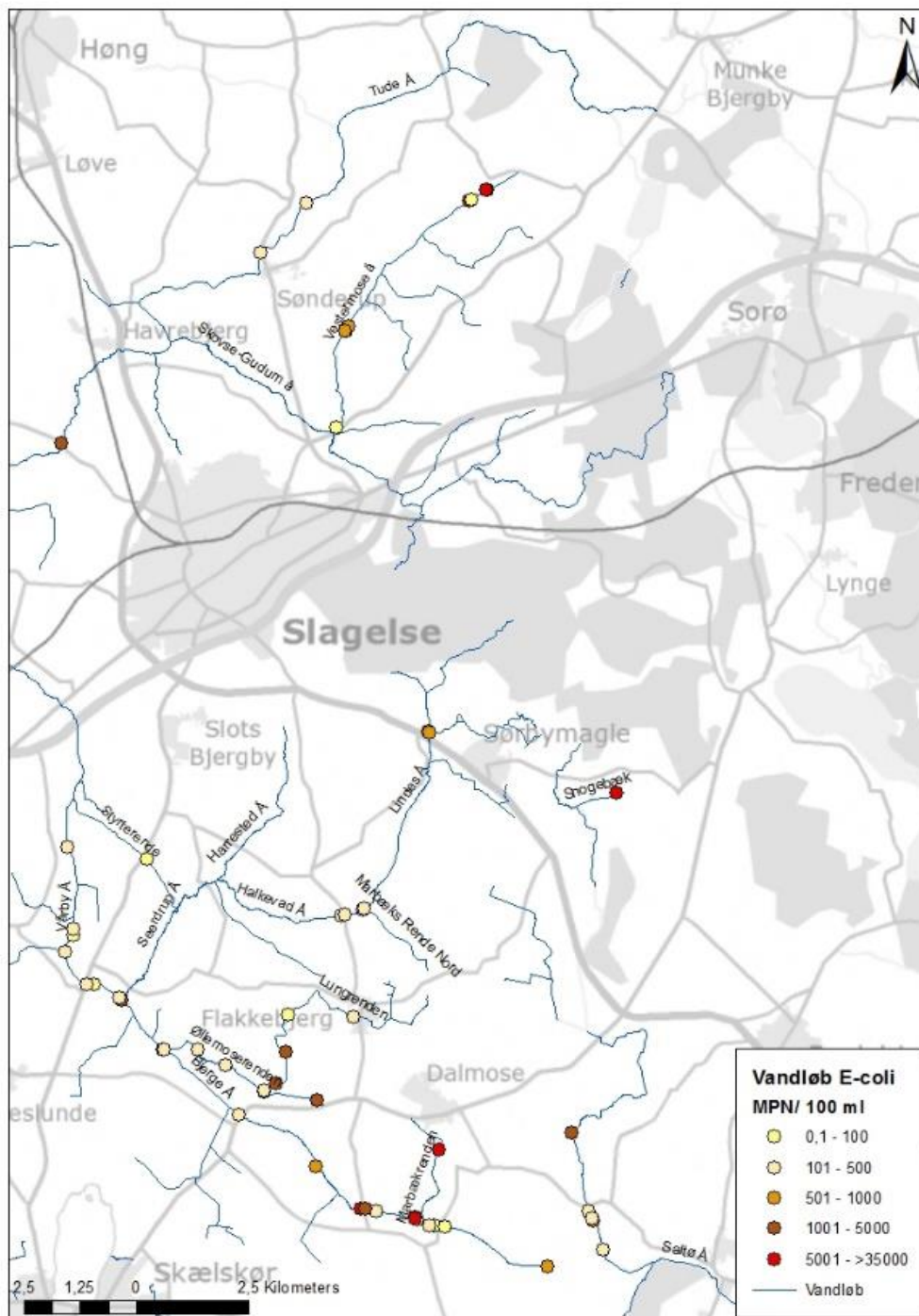
Figur 17 Vandløb. Maksimalt målt koncentrationer af organisk stof som kemisk iltforbrug (COD); juni 2017 - januar 2017.



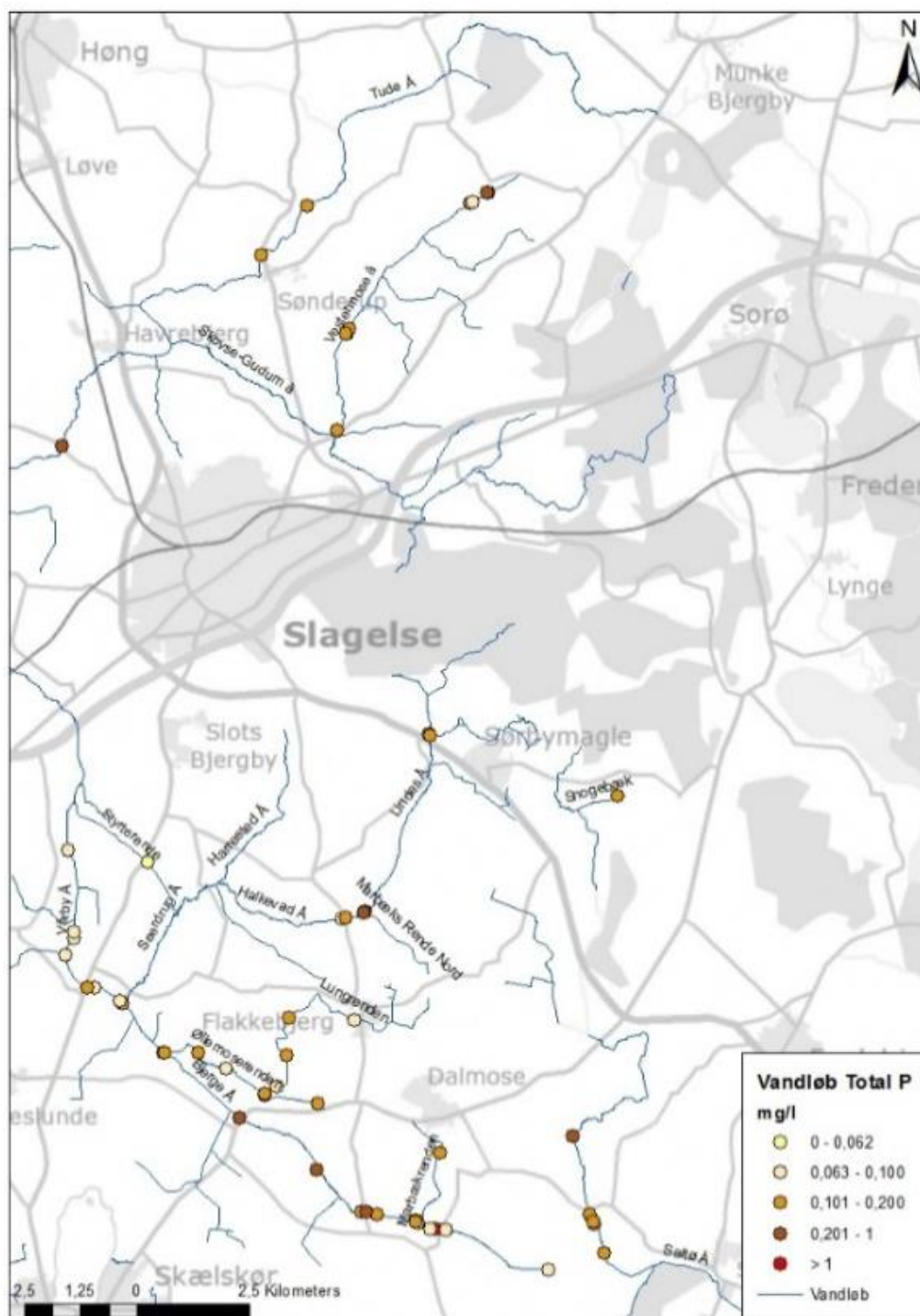
Figur 18 Vandløb. Maksimalt målt koncentrationer af organisk stof som biologisk iltforbrug over 5 dage (B15); juni 2017 - januar 2017



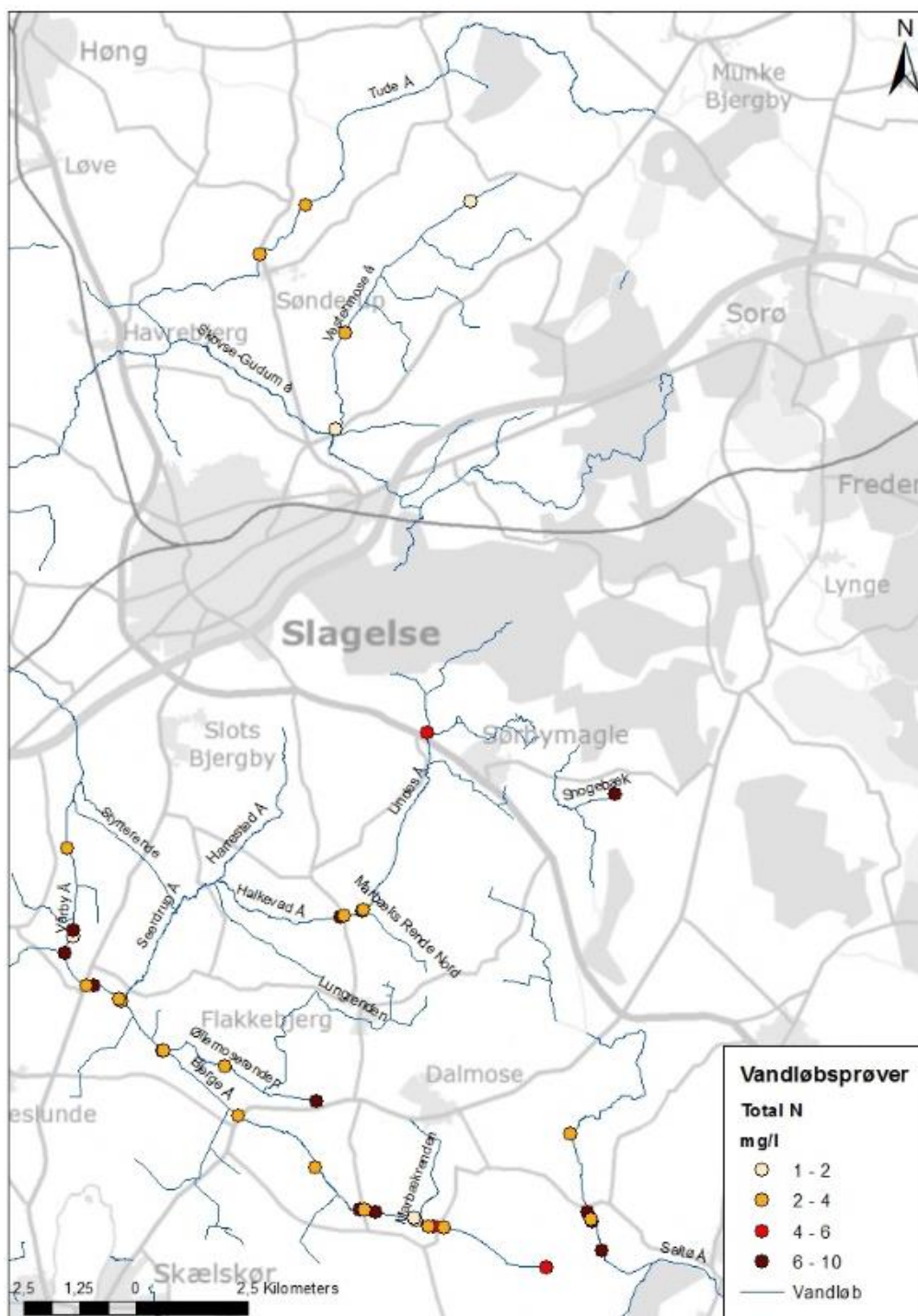
Figur 19 Vandløb. Maksimalt målt koncentrationer af bakterien E. coli; juni 2017 - januar 2017



Figur 20 Vandløb. Maksimalt målt koncentrationer af bakterien E. coli; juni 2017 - januar 2017

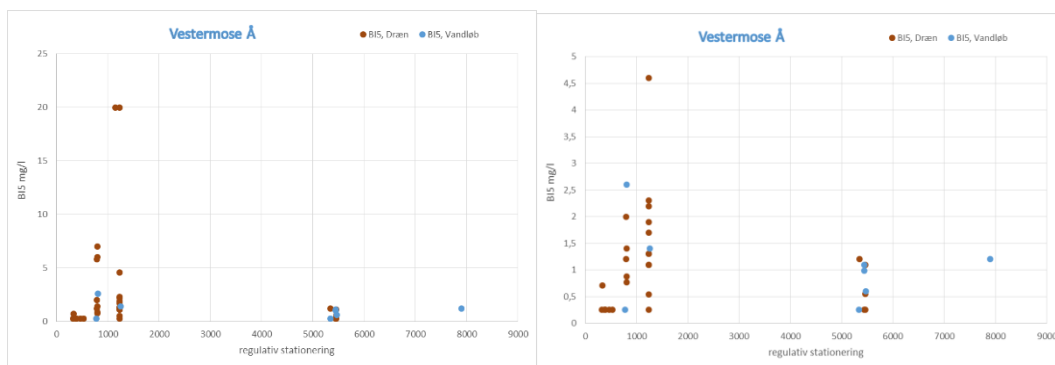


Figur 21 Vandløb. Maksimalt målt Total P koncentrationer; juni 2016 – januar 2017



Figur 22 Vandløb. Maksimalt målt Total N koncentrationer; juni 2016 – januar 2017

Figur 23 og Figur 25 viser en sammenstilling af BI_5 -koncentrationerne i de udtagne vandløbsprøver og drænanalyser som funktion af vandløbslokalitet (regulativmæssig stationering). Generelt ligger BI_5 -koncentrationerne i drænudløb betydeligt højere end BI_5 -koncentrationerne i vandløbsprøverne.



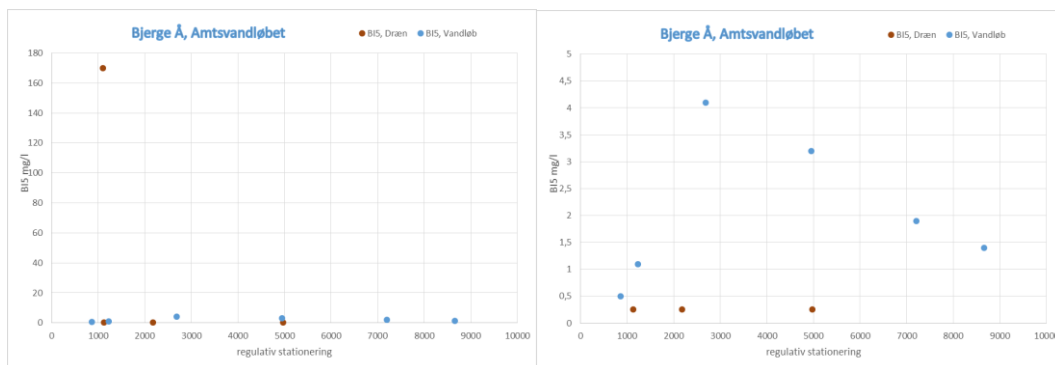
Figur 23 Sammenstilling af vandløbsprøver (blå) og drænanalyser (brun) for Vestermose Å. Alle prøver er vist i forhold til deres aktuelle placering på vandløbet (regulativmæssig stationering). Højre plot: Bemærk ændret zoomniveau på akse.

For at få et billede af den direkte påvirkning fra drænudløb der er spildevandspåvirkede sammenholdes samtidige drænanalyser med vandløbsprøver umiddelbart op- og nedstrøms drænudløbet for udvalgte lokaliteter, se Figur 24 og Figur 26.



Figur 24 BI₅-koncentrationer (tv) og Total-P (th) i Vestermose Å; vandløbsprøver (lilla) og drænprøver (turkis) udtaget den 30/11-2016. Regulativmæssig stationering er vist på hvid baggrund og koncentrationer er vist med rød.

Figur 24 giver et eksempel på den direkte påvirkning fra drænudløb, der er spildevandspåvirkede. Drænafstand til nærmeste ejendom er ca. 540 meter. De to drænudløb er tydeligvis påvirket af husspildevand og resulterer i en 10 gange højere koncentration af BI₅ umiddelbart nedstrøms drænudløbene i Vestermose Å. Koncentration her overskrider derved den vejledende værdi på 1,8 mg BI₅ /l for god økologisk tilstand. Tilsvarende øges Total P niveauet 10 gange. Det kan yderligere næves, at det uorganiske P-niveau i vandløbet nedstrøms drænuledningen lå på 0,075 mg P/l, hvilket sammen med et uorganisk N-niveau på over 1 mg N/l betyder, at der var basis for en umiddelbar kraftig vækst af alger på bund og planter i vandløbet, som kan forhindre målopfyldelse.



Figur 25 Sammenstilling af vandløbsprøver (blå) og drænanalyser (brun) for Bjerge Å nedstrøms tilløb fra Marbækrenden. Alle prøver er vist i forhold til deres aktuelle placering på vandløbet (regulativmæssig stationering). Højre plot: Bemærk ændret zoomniveau på akse.



Figur 26: BI₅-koncentrationer (tv) og E. Coli antal/100 ml (th) i Bjerge Å ved Høveve/Åvej. Vandløbsprøver (pink) og dræmprøver (turkis) udtaget den 7/11-2016. Regulativmæssig stationering er vist på hvid baggrund og koncentrationer er vist med rødt.

Figur 26 giver endnu et eksempel på den direkte påvirkning fra drænudløb, der er spildevandspåvirkede. I dette tilfælde ligger nærmeste ejendom inden for en afstand på ca. 50 meter. Drænudløbet i station 1099 er tydeligvis påvirket af husspildevand og resulterer i fordobling af BI₅-konc. ca. 130 meter nedstrøms drænudløbet i Bjerge Å, Amtsvandløbet. Koncentration her 130 meter nedstrøms drænudløbet overskred på måletidspunktet dog ikke vandplanernes vejledende værdi på 1,8 mg/l BI₅ for god økologisk tilstand. Tilsvarende øges vandløbsvandets indhold af E. Coli med en faktor 15 fra station 865 til station 1227.

Det kan yderligere nævnes, at det uorganiske P-niveau i vandløbet tredobledes og at vandløbet nedstrøms drænuledningen lå på 0,091 mg P/l, hvilket sammen med et uorganisk N-niveau på over 5 mg N/l betyder, at der var basis for en umiddelbar kraftig vækst af alger på bund og planter i vandløbet, som potentielt kan forhindre målopfyldelse.

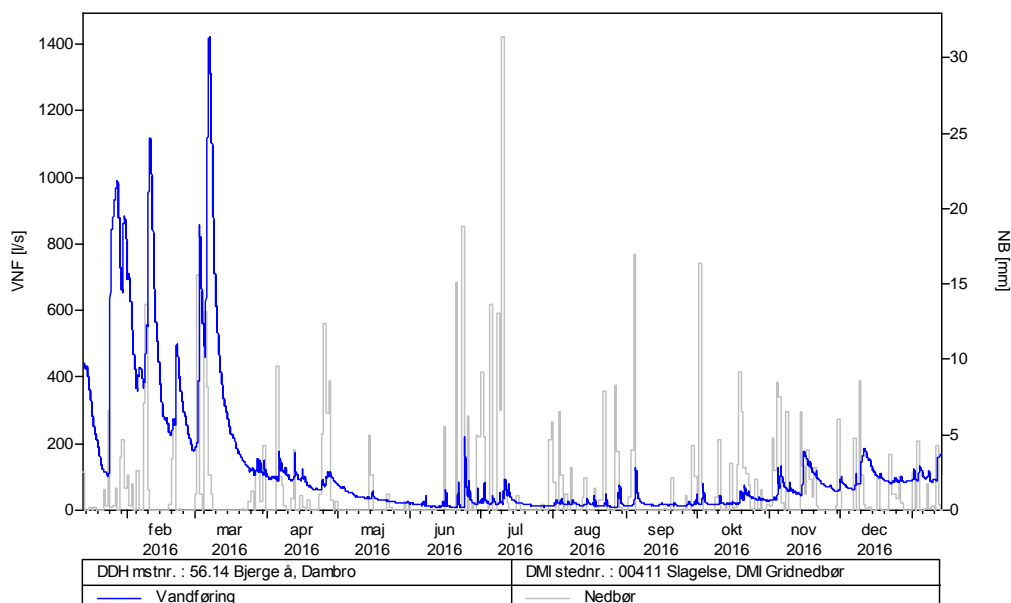
5. BRØND- OG DRÆNSYSTEMER

På baggrund af indledende målinger i drænudløb og inspektion af egnede lokaliteter blev der udvalgt 6 dræn systemer til intensiv måling for at identificere omsætning og transport af let omsætteligt organisk stof målt som BI₅. Placeringen af de udvalgte lokaliteter er vist på Figur 3.

Den intensive prøvetagning, blev sat i gang i november måned, idet drænene først var vandførende på dette tidspunkt. Der blev i alt indsamlet 116 prøver i intensive programmer og udført 78 vandføringsmålinger. Middelhastigheden i vandføringsmålingerne er 0,34 m/s svarende til at på en time strømmer vandet 1200 meter.

Afstrømningsforhold

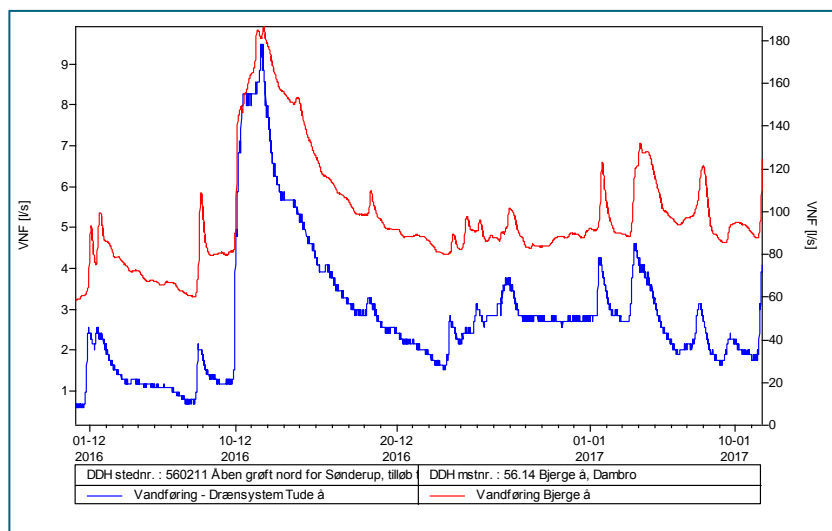
Afstrømningsregimet for vandløb i Slagelse kommune, er karakteristisk ved, at der er en meget stor variation i vandføringen. Den gennemsnitlige vandføring ligger langt fra den maksimale vandføring, og der er samtidig stor forskel på afstrømningen om sommeren og om vinteren. Dette er illustreret på Figur 27. Denne afstrømningsrytme findes typisk når jordbunden udgøres af leret moræne. I sommeren og efteråret 2016 var vandføringen relativ lav og mange dræn blev først aktive sent på året. Det er endvidere karakteristisk at selv relativ kraftige nedbørshændelser i sommerperioden ikke gav anledning til øget vandføring. Det hænger sammen med at vandindholdet i jorden generelt var væsentlig under markkapacitet.



Figur 27 Vandføringen ved målestation 56.14 Bjerge å, Dambro og gridnedbør ved Slagelse.

For mere præcist, at belyse den vandføring, der er over tid, blev der opsat vandføringsmålestationer i drænsystemerne til Tude Å og Vestermose Å, hvor der kontinuert blev registreret vandstand og efterfølgende beregnet vandføring. Figur 28 viser vandføringen målt i drænsystemet til Tude å, sammenholdt med vandføringen målt i Bjerge å,

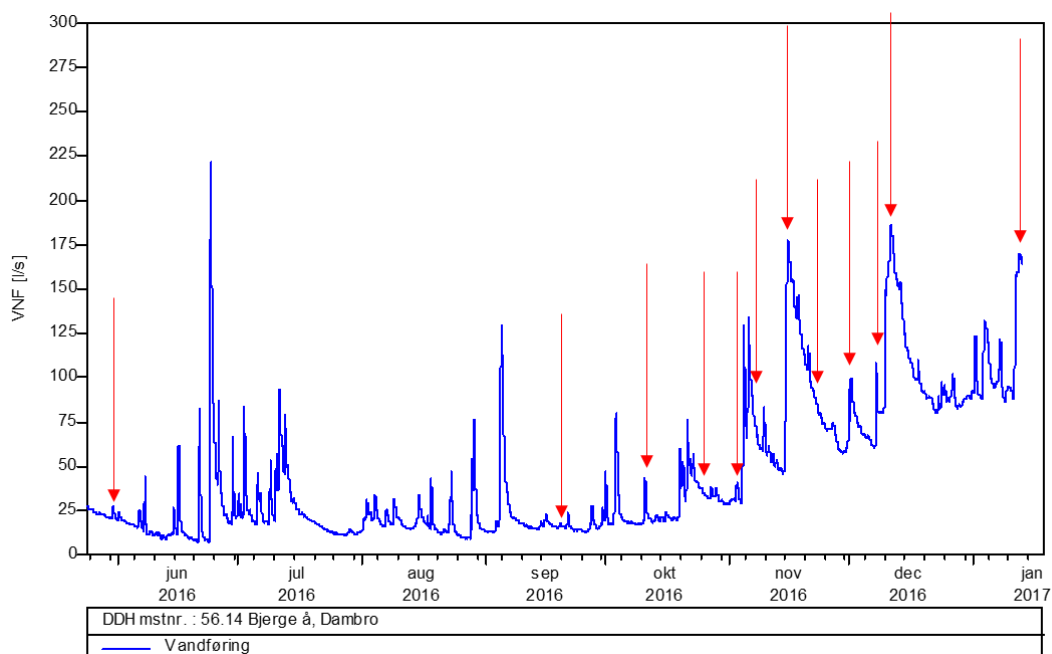
Dambro. Det ses, at der er stor overensstemmelse mellem afstrømningsforløbet på de to lokaliteter, men det er også karakteristisk at vandføringen i drænet udviser endnu større variation end vandføringen i vandløbet.



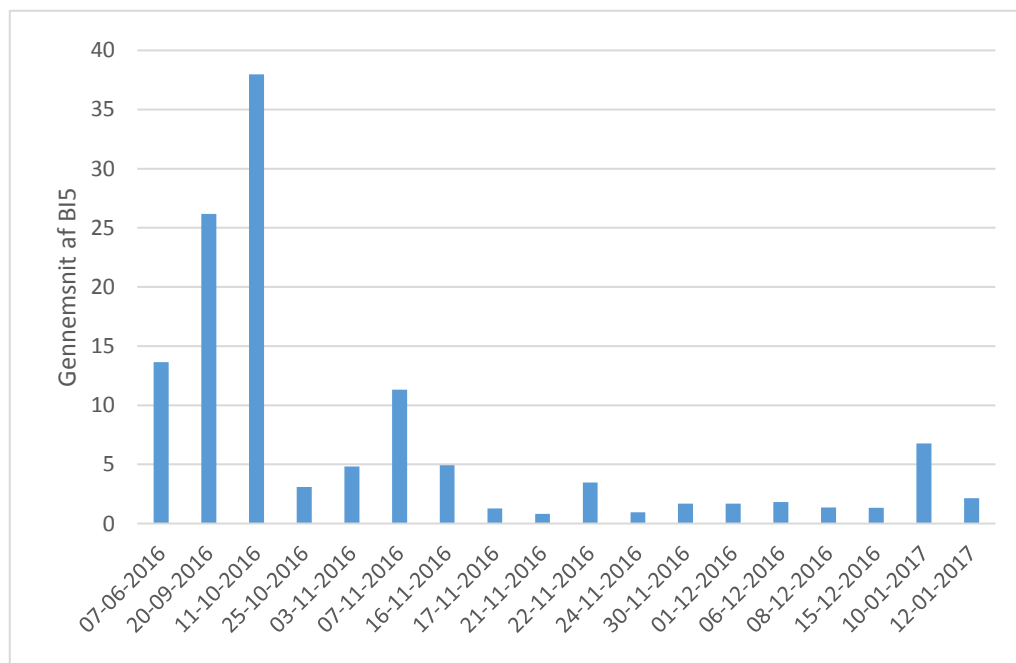
Figur 28 Vandføringen i Drænsystem til Tude å og Bjerge Å

Det må formodes, at belastningen fra husspildevand er relativt konstant, og at koncentrationer af de vandkvalitetsparametre, der skyldes belastningen med husspildevand er stærkt afhængig af den fortynding, der sker i drænsystemet inden, det når vandløbet. Det betyder, at jo mere vandførende drænsystemet er, desto lavere koncentrationer vil der være i udløbet til vandløbet. På Figur 29 er måledagene angivet på hydrografen for Bjerge Å, Dambro for at illustrere vandføringen på prøvetagningstidspunkterne.

Som det ses af Figur 29, er afstrømningsforholdene meget varierende henover måleperioden, dette afspejles i variationen i målte koncentration. I Figur 30 er vist den gennemsnitlige koncentration af BI₅ i dræn- og brøndprøver de enkelte måledage. Der er markant højere gennemsnitskoncentration ved de 3 første målinger. Dette skyldes at der ved enkelte lokaliteter måles meget høje værdier. Dette kan være en "first-flush" som kan have skyllet ophobet organisk materiale ud specielt den 11. oktober, hvor målerunden faldt sammen med en mindre afstrømningstop.



Figur 29 Vandføringens forløb ved målestation 56.14 Bjerge å og visning af tidspunkt for måletidspunkt



Figur 30 Den gennemsnitlige koncentration af BI5 på de enkelte måledag.

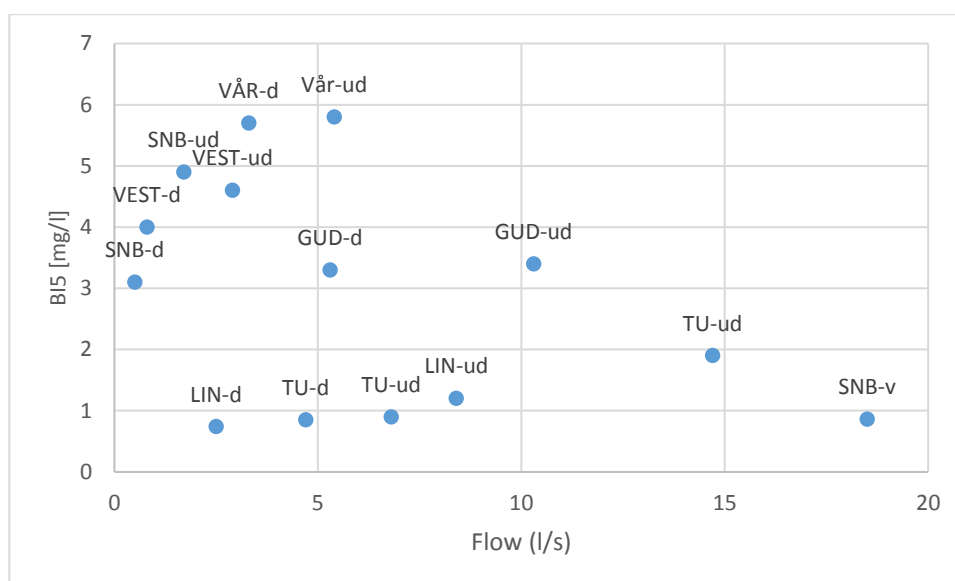
Måleprogrammet for drænsystemet startede den 24. november, og der er derfor målt ved et relativt højt afstrømningsniveau. De maksimale målte koncentrationer af BI5 er

vist i Figur 31, hvor suffix "ud" er udløb eller nærmest udløb til vandløb, suffix "d" er dræn og "v" er vandløb. Af figuren ses, at målepunkter i samme vandløb har stort set samme koncentration, det betyder, at der ikke ud fra maksimale koncentrationer kan identificeres nogen omsætning i drænsystem, tværtom må det formodes, at det vand der strømmer ind i drænet har samme niveau som det opstrøms målepunkt. Betragtes middelværdierne ses samme billede (se Figur 32). Dette hænger godt sammen med, at den maksimale afstand mellem målepunkter er ca. 800 m, med en transporttid på under 1 time.

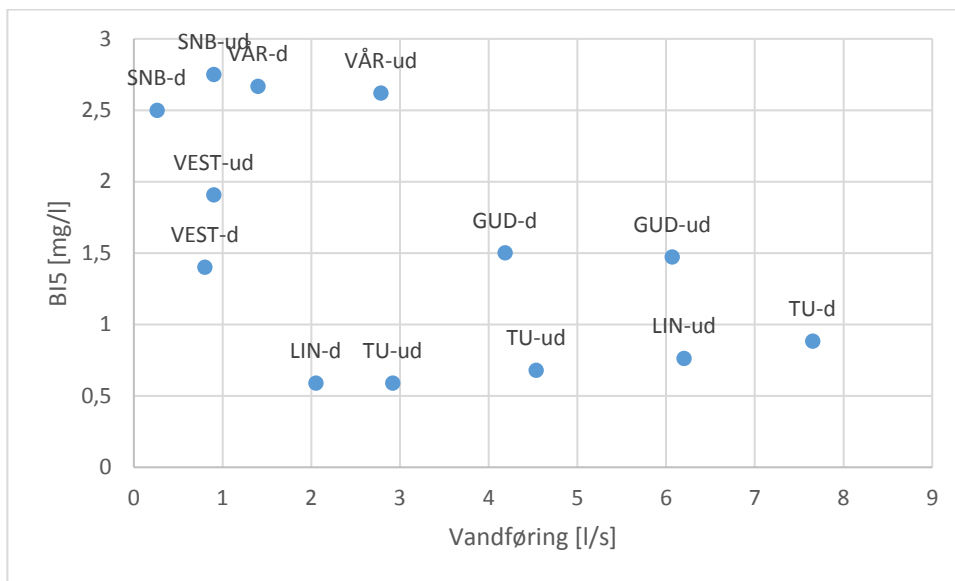
Både for de gennemsnitlige og maksimale værdier ses det, at høje koncentrationer ikke findes ved høje vandføring, hvilken er forventeligt, idet høj vandføring betyder stor fortynding.

Alle drænsystemer undtagen drænsystemet ved Lindes å og Tude å oplever at bakterieniveauerne for E.coli overskrider det hygiejnisk krav til "god" badevandskvalitet.

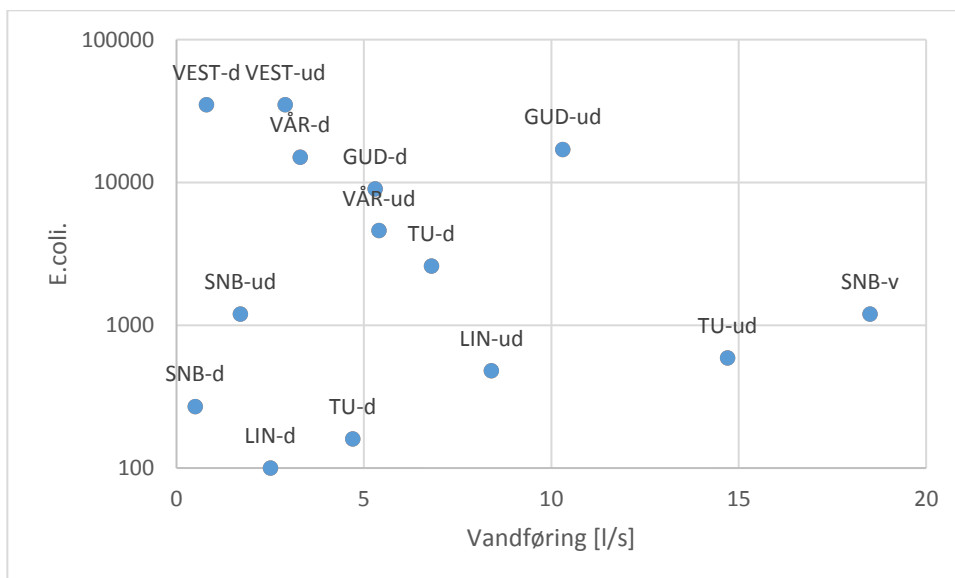
Drænsystemer ved Vesterrose Å, Gudum Å og Vårby Å havde konsekvent høje koncentrationer af E.coli. Alle bakterie målingerne i drænsystemerne viste dog tydelig tegn på spildevandspåvirkning.



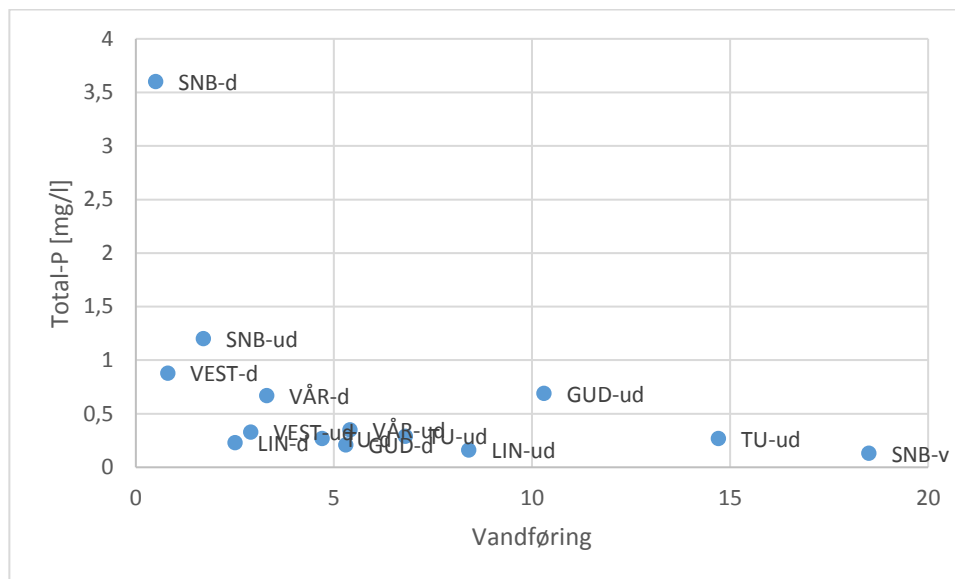
Figur 31 Maksimale koncentrationer af BI5 målt i drænsystemer (VÅR = Vårby å, SNB = Snogebæk, TU = Tude å, GUD = Gudum å, VEST = Vesterrose å, LIN = Lindes å).



Figur 32 Gennemsnitskoncentrationer af BI5 målt i drænsystemer (VÅR = Vårby å, SNB = Snogebæk, TU = Tude å, GUD = Gudum å, VEST = Vestermose å, LIN = Lindes å).



Figur 33 Vandføring og Maksimale koncentrationer af E.coli.



Figur 34 Vandføring og maksimale koncentrationer af Total-P

Fosfor i drænrørerne var af et niveau, som indikerer en vis spildevandbelastning uden dog at være på niveau med egentligt husspildevand. De lå også noget lavere end målt i flere af de drænudløbsprøver, der er omtalt i kapitel 3, som var kraftig domineret af spildevand. Fosforniveauet i afløb fra drænsystemer er imidlertid tilstrækkelig til sammen med de tilgængelige nitrat koncentrationer at stimulere en betydelig vækst i vandløbene – specielt i de mindre vandløb øverst i vandløbssystemet.

6. KONKLUSIONER

Ved drænafstand fra spredt bebyggelse til vandløb under 750 meter vurderes spildevandbelastede dræn fra spredt bebyggelse at kunne bidrage væsentlig til den organiske belastning af vandløbene. Ved en drænafstand større end ca. 750 meter vil organisk stof koncentrationer i drænudløb generelt være fortyndet i en grad (<3 mg BI₅/l) så udledningen i de fleste vandløb ikke vil forhindre målopfyldelse. Hvis dræneudløbet udmunder i et lille vandløb, hvor der er ingen eller kun ganske lille fortynding (<2-5 gange), vil det dog også ved afstande over 750 meter kunne forhindre målopfyldelse (DVFI=5).

Undersøgelserne har ikke kunne identificere nogen omsætning i drænsystemer. Med de observerede transporthastighed i dræn af størrelse ca. 1200 m/time, vil de inden for de hyppigste drænafstande til vandløb heller ikke kunne forventes.

Spildevandbelastede dræn med drænafstande på mindre end 500-600 meter vurderes at kunne belaste vandløb med fosfor i en betydelig grad. Ved drænafstande \geq 600 meter indikerer resultaterne, at der var sket en betydelig fortynding, så fosforkoncentrationen i spildevandsbelastede dræn generelt kan forventes under 0,25 mg P/l. Baggrundsniveauet på ca. 0,12 mg P/l målt i upåvirkede markdræn, blev dog ikke opnået for dræn med afstand til nærmeste ejendom på op til 900 meter. Der kan ud fra det indsamlede datamateriale ikke fastlægges en tilstrækkelig afstand, der sikre at Total P-niveauer reduceres til målt baggrundsværdi. Med afstrømningshastigheder fundet i drænsystemerne, vurderes det, at fosfor tilført dræn i afstande på over 1200-1500 meter med stor sandsynlighed vil nå vandløbene i efterårs-, vinter- og forårsperioder, hvor hovedparten af drænene vil være aktive transport veje. Fosfor tilstrømning i specielt forårsmåneder kan være kritisk, idet det stimulerer algevækst på dette tidspunkt. I tørrere perioder forventes spildevand tilført dræn i højere grad at sive ud i jorden og dermed ikke nå vandløbene.

En drænafstand på 700 meter er i langt de fleste tilfælde tilstrækkelig til også at reducere bakterie koncentrationerne så krav til acceptabel badevand kan overholdes. Der forekom dog også drænudløb med afstande større end ca. 900 meter, hvor der blev registreret meget høje bakterie koncentrationer. Undersøgelser af brønd-drænsystemer viste, at hvor flere ejendomme bidrager til et drænsystem, må det forventes at den hygiejniske kvalitet ved drænudløb ikke kan overholde badevandskriterier. Der kan ikke på dette data grundlag fastlægges en tilstrækkelig drænafstand der giver sikkerhed for overholdes af hygiejnisk kvalitetskrav.

Der blev ved besigtigelserne af vandløbene i maj 2016 konstateret flere forhold, som er medvirkende årsag til at strækningerne ikke kan opfylde en målsætning om god økologisk kvalitet. Der blev blandt andet konstateret meget kraftige algebelægninger, som vurderes at have resulteret i iltsvind og i øvrigt være til hinder for udvikling af en

tilstrækkelig sund fauna i vandløbene. Algevæksten vurderes, at være væsentlig stimuleret af tilførte næringsstoffer fra såvel almindelig markdræning som fra spildevandsudledninger fra enkeltejendomme. Endvidere blev der konstateret ringe faldforhold, ensartende fysiske forhold, vedligeholdelsespraksis og materiale transport i vandløbene, som var med til at forringe mulighederne for at opnå god økologisk tilstand.

7. REFERENCER

- /1/ Orbicon 2016 status. Juni 2016.
- /2/ Miljø- og Fødevareministeriet. Miljøstyrelsen. Vandområdeplaner 2015-2021. <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>
- /3/ Kelly, Martyn. 2013. <https://microscopesandmonsters.wordpress.com/2013/09/page/2/>.
- /4/ Naturstyrelsen. Vandplan 2009-2015. Smålandsfarvandet. Hovedopland 2.5. Vanddistrikt: Sjælland.
- /5/ Bjørn C., S.K.Laursen & F. Bach: Kloakering i det åben land forbedrer tilstanden i Fribrødre Å. Vand & Jord. Nr 4. 23 årgang, november 2016.