

## Status for okkerrensning

Vurdering af behovene for og effekterne af alternative rensningsmetoder for okker





## Status for okkerrensning

Vurdering af behovene for og effekterne af alternative rensningsmetoder for okker

Udarbejdet for                      Naturstyrelsen  
Repræsenteret ved              Peter Kaarup, Kontorchef

---

Projektleder	Jesper Goodley Dannisøe
Kvalitetsansvarlig	Peter Rand
Projektnummer	11815343
Godkendelsesdato	28.02.2014
Revision	Endelig version 28.02.2014
Klassifikation	Begrænset



# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Indledning og Baggrund .....</b>	<b>4</b>
1.1	Baggrund.....	4
1.2	Sammenfatning .....	4
<b>2</b>	<b>Oversigt over effekter, regulering og rensmuligheder .....</b>	<b>6</b>
2.1	Generelt om kilder til og negative effekter af okkerudledninger .....	6
2.1.1	Egenskaber og forekomster .....	6
2.1.2	Okkerforurening .....	6
2.1.3	Biologiske effekter .....	6
2.2	Regulering .....	8
2.3	Fysiske muligheder for reduktion af udledning fra foreliggende kilder .....	8
2.3.1	Vandstandsregulering .....	8
2.3.2	Opdæmning af vandløb .....	9
2.3.3	Ændring i grødeskæringspraksis .....	9
2.3.4	Lukning af dræn i enge .....	9
2.3.5	Restaurering af vandløb .....	10
2.3.6	Okkersøer .....	10
2.3.7	Lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg .....	10
2.3.8	Yderligere muligheder .....	11
2.4	Viden om renseseffekten for lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg .....	12
2.4.1	Rensningseffekt .....	13
2.4.2	Resultater fra vinterdrift af anlæg .....	14
2.5	Optimering af renseseffektivitet ved brug af sedimentationsbassiner .....	15
2.5.1	Placering .....	15
2.5.2	Udformning .....	16
2.5.3	pH-styring .....	17
2.5.4	Itning .....	18
2.6	Oversigt om kommunernes indsats .....	18
2.6.1	Holstebro Kommune .....	18
2.6.2	Aabenraa Kommune .....	20
2.6.3	Lemvig Kommune .....	20
2.6.4	Ikast-Brande Kommune .....	20
2.6.5	Varde Kommune .....	20
2.6.6	Esbjerg Kommune .....	20
2.6.7	Ringkøbing-Skjern Kommune .....	21
2.6.8	Sammenfatning af kommunernes erfaringer .....	22
<b>3</b>	<b>Vurdering af muligheden for etablering af nye anlæg .....</b>	<b>24</b>
3.1	Placering af de eksisterende anlæg .....	24
3.2	Vurdering af behov for etablering af yderligere foranstaltninger til sikring af ønsket vandkvalitet .....	26
3.2.1	Lokalisering af vandløbsstrækninger som ikke opfylder målsætning .....	26
3.2.2	Vurdering af mulighederne for placering af nye anlæg .....	28
<b>4</b>	<b>Anlægs- og driftsomkostninger ved etablering af sedimentationsanlæg .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>Referencer .....</b>	<b>32</b>

## FIGURER

Figur 2-1:	Oversigt over stationer, hvor der i perioden 1986-2011 er gennemført målinger af ferrojern.....	7
Figur 2-2	Skitsedimensionering af et okkerrensingsanlæg med lavvande, grødefyldte bassiner (6) .....	16
Figur 2-3	Plot af pH-målinger ranket i forhold til deres nord-koordinat. De højeste værdier er fra det sydligste Danmark .....	18
Figur 2-4:	Ind- og udløbskoncentrationer af ferrojern på okkerrensingsanlægget ved Byn, Lemvig Kommune. (Blå linje = indløb, rød linje = udløb) .....	20
Figur 3-1	Lavvandede grødefyldte rensningsanlæg i Ringkøbing/Skjern, Herning, Holstebro, Lemvig og Ikast/Brande kommuner.....	24
Figur 3-2	Lavvandede grødefyldte rensningsanlæg i Varde, Esbjerg og Vejen kommuner .....	25
Figur 3-3	Lavvandede grødefyldte rensningsanlæg i Tønder og Åbenrå kommuner .....	25
Figur 3-4:	GIS-analyse med vandløb og målepunkter for okkerbelastning. Cirkler angiver forskellige målte ferrojern koncentrationer. Vandløb med grøn markering er 1 klasse fra mål, vandløb med gul er 2 klasser fra mål og vandløb med rødt markering er 3 klasser fra mål .....	27
Figur 3-5	GIS-analyse af vandløbsstrækninger, hvor okkerbelastning er så betydelig, at faunaklasse målet ikke kan opnås. Her vil koncentrationen typisk være >1 mg/l. Strækningerne er angivet med orange. ....	27

## TABELLER

Tabel 2-1	Eksempler på renseeffekt i to anlæg af typen lavvandede grødefyldte sedimentationsbassiner (5).....	14
Tabel 2-2	Resultater af faunaundersøgelser opstrøms og nedstrøms okkerrensingsanlæg i Holstebro Kommune 2013. Ud af 10 anlæg synes 8 at give forbedrede forhold nedstrøms.....	19
Tabel 2-3	Resultater fra Esbjerg Kommunes undersøgelser i perioden 2012-2013 af ind- og udløbskoncentrationer af ferrojern(mg/l) fra 6 okkerrensingsanlæg .....	21
Tabel 3-1	Områder i kommunerne, hvor der er konstateret strækninger med væsentlige afvigelser fra målsætning, og hvor der er målt forhøjede okkerkoncentrationer. Kortbilag fremgår af bilag A .....	29
Tabel 4-1	Dimensioneringsgrundlag, etableringsomkostninger og <u>skønnede</u> driftsomkostninger for en række okkerfældningsanlæg. Anlæggene 1-3 er baseret på upubliceret materiale fra Varde Kommune, mens anlæggene 4-6 er fra (8).....	30
Tabel 4-2	Faktiske erfaringstal for driftsomkostninger. Der er ikke angivelse af oprensingsfrekvens, men den forventes at have været 5-10 år (7) .....	31

## BILAG

### BILAG A – Vurdering af muligheden for placering af nye okkeranlæg

### BILAG B– Uddrag fra ”Okkerværktøjskasse - Pilotområde Skonager Lilleå”. Rapport til Miljøcenter Ribe; Orbicon A/S; marts 2008.

### BILAG C–Forskrifter for vedligeholdelse af okkerbelastede vandløb

Uddrag fra rapport til Miljøstyrelsen, 1998

### BILAG D–Drift og vedligeholdelse af okkerrensingsbassiner

Ringkøbing-Skjern Kommune, december 2013



## 1 Indledning og Baggrund

I nærværende tekniske notat er der med udgangspunkt i foreliggende viden vedrørende okkerbelastningens omfang og biologiske effekt, samt i erfaringerne med at kontrollere okker-dannelsen i de mest belastede vandløbsstrækninger, foretaget en vurdering af effekten af de hidtil gennemførte tiltag til reduktion af okkerbelastningen.

Analysen er efterfølgende anvendt til en vurdering af behovet for yderligere tiltag samt til udarbejdelsen af et forslag til tiltagens placering og karakter samt et overslag over de forventede anlægs- og driftsudgifter ved tiltagens etablering.

Målet er at etablere det beslutningsmæssige tekniske grundlag for regulering af okkerbelastningen således at målsætningerne for de berørte vandløb kan sikres.

### 1.1 Baggrund

Okker udgør en trussel mod plante- og dyrelivet i en del vandløb, navnlig i den sydvestlige og vestlige del af Jylland. I forbindelse med vandplanernes gennemførelse er der lagt op til en indsats for at begrænse okkerpåvirkningen i disse vandløb.

I det eksisterende virkemiddelkatalog er virkemidlet til at begrænse okkerpåvirkningen ændret grødeskæring. Dette vil i flere tilfælde kunne føre til hævet vandstand. Hævet vandstand kan i varierende grad påvirke de omkringliggende arealer og helt konkret kan der blive tale om udbyttenedgang på de dyrkede arealer.

Det kan føre til problemer og tab for de berørte landmænd og medføre omkostninger for myndighederne.

For at sikre flest forbedringer af miljøkvaliteten, størst mulig anvendelse af omkostningseffektive og målrettede virkemidler, samt færrest mulige gener og omkostninger for landbruget, er der behov for at udvide antallet af mulige okkervirkemidler.

### 1.2 Sammenfatning

Erfaringer opsamlet over de seneste 20-30 år har vist, at okker har ganske tydelige negative påvirkninger af vandløbskvaliteten. Allerede ved koncentrationer på 0,2-0,4 mg/l ferrojern opstår der tydelige faunaforringelser i vandløbene og kombineres dette med dårlige fysiske forhold falder faunakvaliteten yderligere.

I Vandrammedirektivet er der angivet, at den biologiske tilstand i vandløbene skal være mindst "God økologisk tilstand" og i vandløb, der er stærkt modificerede og kunstige, skal der være "God økologisk potentiale". Okkerpåvirkninger vil forhindre opfyldelse af begge krav og det er derfor nødvendigt at gennemføre reduktion af okkerens påvirkning.

Reduktionen af okker kan ske på forskellig vis, hver med sine fordele og ulemper. Helt optimalt vil det være at kunne stoppe bidraget af okker ved kilden ved at forhindre dræning af okkerpotentielle jorde, samt stoppe eksisterende dræninger og derved hæve grundvandsstanden for derved at hindre iltningen og frigivelsen af okker fra sådanne jorde. Desværre er dette ikke altid en mulighed og derfor skal der andre metoder til at reducere påvirkningerne fra okker. Her kommer de forskellige typer af okkerrensaneanlæg ind.



I de seneste 20-25 år er der blevet etableret over 100 renseanlæg og sammenfattende for disse anlæg kan man konkludere, at de er i stand til at reducere okkerpåvirkningerne ved at fange/fælde okkeren. I Danmark har man primært etableret og testet to typer af anlæg: Okkersøer og lavvandede grødefyldte sedimentationsbassiner. Sidstnævnte anlægstype har vist sig mest effektiv og denne rapport har primært beskæftiget sig om denne type anlæg. Der er imidlertid store udsving anlæggene imellem, men man kan konkludere, at renseseffekten øges, hvis der er en pH over 6, hvis der er tilstrækkelig opholdstid (> 20 timer) og hvis okkerfældningsanlægget har en veludbredt vegetation til at fange den iltede okker. De bedste anlæg kan reducere belastningen med op til 90-95 % året rundt, men man skal ikke forvente bedre rensegrader end 60-80 % om sommeren og mellem 20-50 % om vinteren. Der er dog meget store forskelle mellem de undersøgte anlæg og det skal også tilføjes, at der ikke på alle anlæg har været gennemført systematiske undersøgelser, hvorfor datagrundlaget i flere tilfælde er sporadisk.

Det er også vigtigt, at anlægget passes ved at tømme det for sediment og dette helst via et sedimentationsbassin, hvorfra grovere sediment kan opfanges og opgraves.

Der er en indikation af, at anlæg med en kraftig udviklet vegetation i de lavvandede dele af anlægget har en større effekt end dem, der har sparsom bevoksning. Det er imidlertid ikke den levende plante, der er afgørende for renseseffekten, men tilstedeværelse af et medie, der kan virke som fanger og udfælder af okkerpartiklerne.

Der er klare forskelle mellem anlæggenes evne til at rense sommer og vinter. I sommerhalvåret har anlæggene den bedste rensesevne, mens denne falder om vinteren. En af årsagerne til den bedre sommerrensning skal findes i en lavere hydraulisk belastning af anlæggene, en typisk højere pH og en større plantebiomasse.

Da vegetationen er påvist som en særdeles vigtig faktor for renseseffekten kunne man overveje, om udlægning af kunstige kontaktflader (som fx kunstig græs) kunne øge renseseffekten i den vegetationsfattige perioder, men dette stiller også krav til de materialer, man kunne forestille sig at udlægge i anlæggene. Disse skal være slidstærke, lette at flytte og lette at rense.

Anlæggelse af okkerrensseanlæg må nok anses for en af de mest omkostningseffektive muligheder for at få reduceret okkerbelastningen og derved den skadevirkning, som okker har på invertebrat- og fiskepopulationen i vandløb. Det er også klart, at anlæggene skal passes og at man skal arbejde for at sikre en passende kapacitet i anlæggene, så de også kan klare den forøgede hydrauliske belastning om vinteren, samt sikre et maksimalt vegetationsdække så meget af året som muligt. Driftserfaringer fra en række kommuner peger på, at anlæggene bør tilses 1-2 gange om året og alt efter anlæggenes udformning og kapacitet skal man forvente, at de skal oprenses helt eller delvist hvert 5-10 år.

Samlet set må man i dag anse de lavvandede grødefyldte anlæg som den mest omkostningseffektive måde at fjerne okker på. Er der områder med meget lav pH kan det være nødvendigt at arbejde med tilsætning af fx hydratkalk for at hæve pH således at de normale iltningsprocesser kan sikre en flok-dannelse af okkerpartiklerne, således at disse kan bundfældes ved kontakt med vegetationen.

Desuden er det uanset anlægstype nødvendigt, at der løbende føres tilsyn med anlæggene, således at der ikke opstår strømrønder gennem anlæggene, der forkorter opholdstiden, samt forhindrer en passende kontakt med de biologiske emner i anlæggene.

## 2 Oversigt over effekter, regulering og rensmuligheder

### 2.1 Generelt om kilder til og negative effekter af okkerudledninger

#### 2.1.1 Egenskaber og forekomster

Okker er et gult til gulbrunt, lerholdigt, amorf eller mikrokrySTALLINSK forvittringsprodukt af forskellige jernmineraller. Okker findes ofte sammen med organisk stof, kalk, sand og ler efter udfældning fra sure opløsninger. Okker anvendes som malerfarve, og farven skyldes hovedsagelig mineralet goethit. Rødlig okker kan også indeholde hæmatit.

Våde, iltfattige jordlag kan være rige på mineralet pyrit, hvoraf der kan dannes jernforbindelser. Når pyrit iltes, f.eks. ved at jordlagene drænes, spaltes det i svovlsyre, der skaber meget sure forhold (helt ned til pH 2), og opløste forbindelser med ferrojern. Møder det udsivende vand kalk i jorden, neutraliseres syren og jernet bindes igen.

I kalkfattige områder transporterer det udsivende vand fra de drænedede jordlag syren og jernet mod grundvandet eller mod vandløb, og ved luftens adgang iltes ferrojern til ferrijern og udfældes som okker. Udfældningen sker på overflader, først i vandledninger og drænrør, og siden i vandløbet. Okker i udfældet form anses for ugiftigt, mens opløst, ferrojern kan skade vandmiljøet.

#### 2.1.2 Okkerforurening

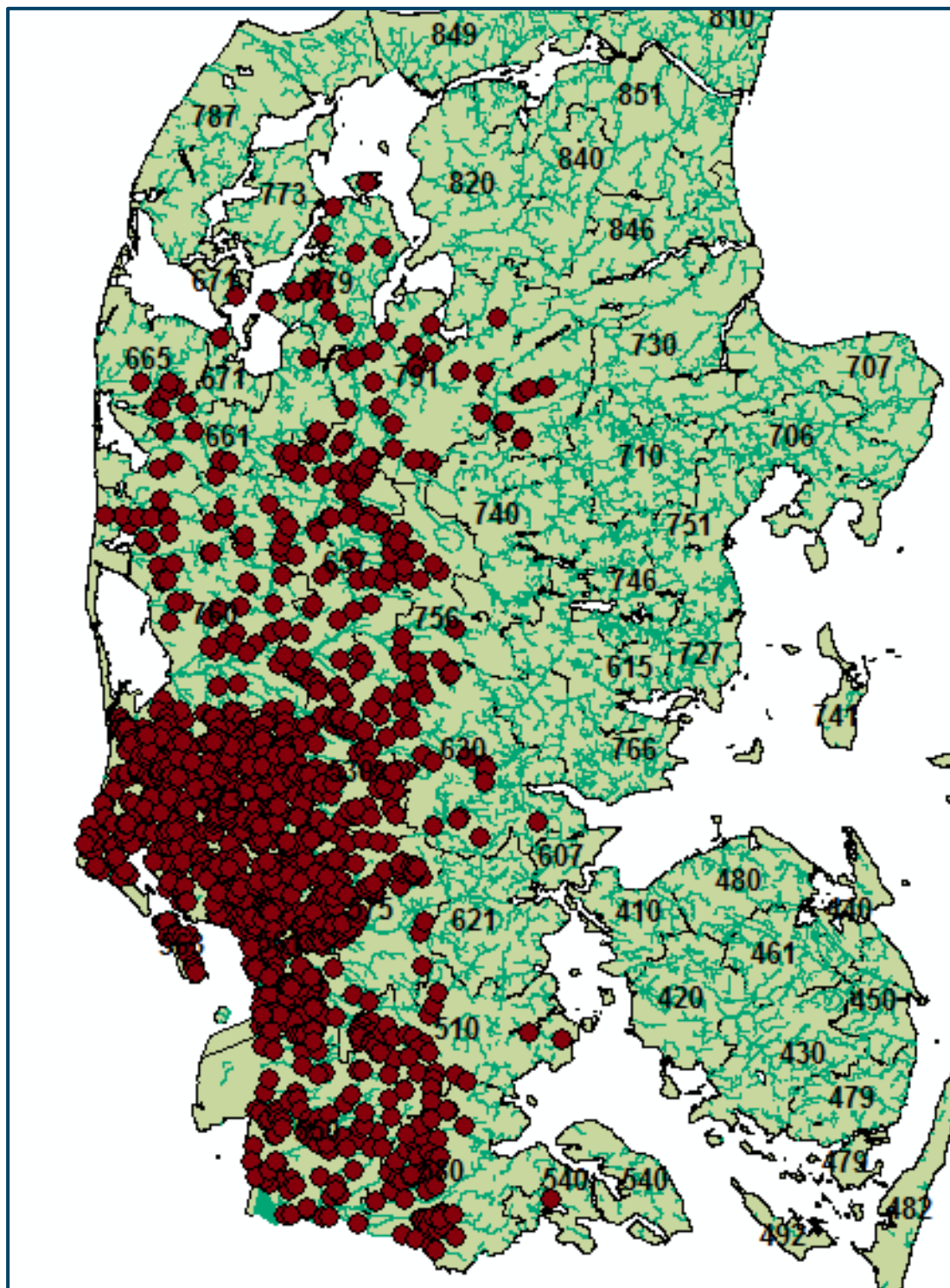
Okker og opløst jern giver betydelige problemer i mange jyske vandløb. Omkring en fjerdedel af de vestvendte vandløb i Vestjylland og Sønderjylland er så påvirkede af okker, at de ikke kan rumme et alsidigt dyre- og planteliv og dermed ikke kan opfylde Vandrammedirektivets krav om god økologisk tilstand.

Her er store områder med pyrit i jordbunden, der ofte er fattig på kalk. De store okkerproblemer er opstået, hvor man har gravet efter brunkul og/eller drænet våde enge, hvorved pyritten bliver iltet. Opløst, ferrojern og surt vand skyller derefter ud i vandløbene og forårsager skader på det biologiske miljø.

Der er i 3 perioder mellem 1986 til 2011 gennemført omfattende undersøgelser af forekomsten af okker på en række stationer, hvor der er målt for koncentrationer af ferrojern. Måleprogrammets stationer er oversigtligt vist i Figur 2-1.

#### 2.1.3 Biologiske effekter

Det opløste, ferrojern er giftigt for fisk og smådyr. Hertil kommer den skadelige virkning af surt vand (lav pH). Yngel og æg af ørreder er særlig følsomme. De kan ikke overleve, når koncentrationen af ferrojern er over ca. 0,5 mg/l, mens større ørreder kan overleve i vand, der har op til ca. 1 mg/l. Mange smådyr er endnu mere følsomme.



Figur 2-1: Oversigt over stationer, hvor der i perioden 1986-2011 er gennemført målinger af ferrojern.

Når vandet bliver neutralt, iltes ferrojern til den røde okker, der i sig selv ikke er giftig, men okkerpartiklerne trænger ind mellem gruspartiklerne i vandløbets bund og lukker de porer, som skulle lede frisk vand ind til smådyrene og ørredernes æg, og gydebankerne ødelægges. Som tidligere nævnt vil okker udfældes på overflader herunder på fiskenes og smådyrenes gæller, så de kvæles, og okkerbelæggingerne dækker den stenbund, der er levested for smådyr.

## 2.2 Regulering

Okker blev i mange år undtaget fra de forurenende stoffer og måtte derfor lovligt ledes til vandløb. Argumentet var, at det forekommer naturligt i jordbunden, uagtet at det var menneskelige aktiviteter, der skabte okkerproblemerne. Først i maj 1985 kom der en okkerlov (Lov nr. 180), som skulle forebygge og bekæmpe okkerskader.

Ifølge loven må man ikke uden tilladelse dræne i områder, hvor der er særlig fare for, at jern kan skylles ud. Disse såkaldte okkerpotentielle områder blev udpeget efter en kortlægning foretaget af miljømyndighederne i de berørte områder. Senere undersøgelser har imidlertid påvist at mere end en tredjedel af de okkerbelastede vandløbsstrækninger ikke gennemløber "de okkerpotentielle områder" samt at en række vandløb, der gennemløber de udpegede okkerpotentielle områder, ikke er væsentligt negativt påvirkede af okker.

Hvis den miljøansvarlige myndighed skønner, at en dræning vil give miljøproblemer, kan man enten forlange, at der for særlige midler laves anlæg, som kan mindske problemerne, eller man kan helt forbyde dræningen, mod at ansøgeren får erstatning. Efter at den offentlige støtte til dræning faldt bort i 1990, er der dog sjældent god økonomi i at dræne eller gendræne de lave engområder.

## 2.3 Fysiske muligheder for reduktion af udledning fra foreliggende kilder

Som beskrevet ovenfor kan okkerbelastningen af vandløb reduceres ved at fjerne kilderne til jernudvaskningen eller ved gennemførelse af alternative tiltag til kontrol af, hvor i vandløbet okkerdannelsen finder sted, samt ved efterfølgende fjernelse af den udfældede okker inden den føres videre med vandløbet.

I de okkerplagede jyske områder har miljømyndighederne siden 1990 gjort meget for at bekæmpe okkerskaderne. Ved de gamle brunkulslejer er der bygget særlige okkerrens anlæg og ved mere end 100 af de okkerbelastede vandløb er der etableret anlæg til reduktion af okkertransporten i de videre vandløbsstrækninger.

I de seneste år er udviklingen dog gået mod at bekæmpe problemet ved kilden. Det sker ved, at man hæver vandstanden, så den pyritholdige jordbund igen bliver våd, og pyritten dermed ikke iltes og udvaskes.

### 2.3.1 Vandstandsregulering

Som tidligere beskrevet skyldes den overvejende del af okkerbelastningen at der ved etablering af dræn samt pumpning er sket en vandstandssænkning i en væsentlig del af de lavtliggende marker langs vandløbene. Ved at genetablere vandniveauerne i disse områder vil der ske en væsentlig reduktion i jernudvaskningen. Dette sker ved, at den pyritholdige jordbund igen bliver våd, og pyritten dermed ikke iltes.

Vandstandsreguleringen kan gennemføres ved én eller en kombination af følgende tiltag:

- Opdæmning af vandløbet ved udløbet
- Reduktion af grødeskæring
- Lukning af dræn i engene
- Genslyngning af udrettede vandløb

### 2.3.2 Opdæmning af vandløb

Ved etablering af stemmeværk mv. kan der opnås en kontrolleret vandstandsstigning i den opstrøms liggende vandløbsstrækning samt i alle jorder der afvandes af denne del af vandløbet.

Vandstandsniveauet kan eventuelt varieres efter årstiden idet udvaskningen af jernforbindelser er lavest om sommeren og den etablerede bred- og bundvegetation (grøden), dels vil forårsage en naturlig opstemning og dels vil sikre gode iltforhold samt overflader til udfældning af okkeret.

Behovet for opstemning vil være størst i vinter- og forårsmånederne, hvor udvaskningen af jernforbindelser fra drænedede områder er størst og hvor den begrænsede vegetation i vandløbet vil have en ringe indflydelse på opstemningen samt på udfældningen af okkeren.

Fordelen ved opstemningen af okkerbelastede vandløbsstrækninger er at foranstaltningen er relativt enkel at etablere og drive, men bagdelen er at alle afvandede jorder påvirkes med hensyn til aktuel eller potentiel landbrugsdrift samt at foranstaltningen også vil virke driftsmæssigt negativt for drænedede jorde hvor udvaskningen af jernforbindelser af jordbundsmæssige årsager er meget ringe. Opdæmning kan endvidere virke mod hensigten i Vandrammedirektivet ved at forhindre eller vanskeliggøre den frie faunapassage gennem vandløbssystemet.

### 2.3.3 Ændring i grødeskæringspraksis

Forøgelse af vandstanden i vandløb og de omkringliggende afvandede jorde kan også opnås ved en reduktion af den normale frekvens og/eller intensitet af grødeskæringen. Grødeskæringen foretages normalt to til tre gange årligt for at sikre vandafledningspotentialer i det pågældende vandløb. Grøden er en meget væsentlig faktor for at reducere okkerpåvirkningerne, da grøden virker som kontaktflade og øger iltning af okkeren, således at den negative påvirkning reduceres.

Ved forsøg med reduceret hyppighed og intensitet af grødeskæringen og dermed med en kontrolleret forøgelse af vandniveauet i vandløbet samt de afvandede jorde kan der ofte opnås betydelige reduktioner i okkerbelastningen af selve vandløbsstrækningen samt af transporten af okker videre i vandløbssystemet.

Fordelen ved tiltaget er at omkostningerne ved den normale grøderegulering vil kunne reduceres, men reduceret grødeskæring vil, som ved opstemningen af vandløbet, kunne bevirke, at afvandede jorde, herunder jorde hvor udvaskningen af jernforbindelser af jordbundsmæssige årsager er meget ringe, påvirkes med hensyn til aktuel eller potentiel arealanvendelse.

Hvis der introduceres en ændret grødeskæringspraksis er det vigtigt at dette gøres, så der skabes en balance mellem behov for at bevare en passende mængde grøde over hele året, og vandløbenes evne til at aflede vand. I den sammenhæng er det dog vigtigt at sikre, at der anvendes en praksis, der sikrer mest mulig vintergrøde, da okkertransporten oftest er højest om vinteren (Se i øvrigt Bilag C)

### 2.3.4 Lukning af dræn i enge

Ved lukning af eksisterende dræn i de lavtliggende jorder i oplandet som pt. bidrager mest til okkerbelastningen af vandløbet, vil der, uden vandstandsreguleringer af vandløbet (opstemninger og/eller reduceret grødeskæring) eller forringelser i afvandingspotentialer for andre jorder i oplandet, kunne opnås en væsentlig reduktion i jernudledningen til vandløbsstrækningen og dermed okkerdannelsen samt en væsentlig reduktion i transporten af okker videre i vandløbssystemet.

Fordelen ved tiltaget er at det er relativt enkelt at etablere, men de berørte jorder vil have en væsentlig forringet anvendelsesmulighed.

### 2.3.5 Restaurering af vandløb

Som ved opstemning og reduktion i grødeskæringen vil restaurering af vandløbet uden en kompensere udvidelse/uddybning af vandløbsstrækningen bevirke en reduktion i vandløbets vandafledningspotentiale og dermed forårsage en forøgelse i vandstanden i vandløbet samt i de afvandede jorder. Udlægning af sten og grus vil hæve bundkoten, men vil også forbedre vandløbets hydrauliske opblanding og sikre bedre iltforhold i hele vandsøjlen, hvilket også vil forøge iltningen af pyrit, dog med den ulempe, at okkeren vil kunne dække gruslagene og begrænse den biologiske udnyttelse af bunden. Når der udlægges sten og grus i okkerbelastede vandløb kan denne substrattype godt understøtte den insektfauna, som har korte generationstider, idet disse grupper kan udnytte substratet i de perioder om sommeren, hvor ferro-jern koncentrationen er lavere end om vinteren. Hermed skabes også forbedrede forhold for fouragering af ørreder i de samme perioder (9).

Fordelen ved restaurering af okkerbelastede vandløbsstrækninger er at der sker en permanent reduktion i okkerbelastningen af det genslyngede vandløb samt at der som følge af den stigende vandstand og ofte oversvømmede engområder vil kunne etableres habitater for en række nye arter af planter, fugle og dyr. Foranstaltningen er relativt enkel at drive, men ulempen er at etableringen er omkostningstung samt at opstrøms liggende afvandede jorder kan påvirkes med hensyn til aktuel eller potentiel landbrugsdrift. Endvidere vil foranstaltningen virke driftsmæssigt negativt for drænede jorde hvor udvaskningen af jernforbindelser af jordbundsmæssige årsager er meget ringe.

### 2.3.6 Okkersøer

Okkersøer er naturlige eller menneskeskabte småsøer som gennemløbes af okkerbelastede vandløb. Ved en kombination af det jernholdige vands kontakt med søbunden samt forekommende bred- og bundvegetation vil der ske en iltning og en udfældning af ferrojern og den dannede okker vil, som funktion af den lange opholdstid i søen, sedimentere inden vandet løber videre i vandløbssystemet.

Fordelen ved brug og/eller etablering af søer til udfældning og tilbageholdelse af okker er, at anlægs- og driftsomkostningerne som oftest er meget begrænsede samt at der ikke nødvendigvis sker ændringer i vandspejlet i åen eller de drænede jorder. Ulempen ved okkersøer er at rensningseffekten er afhængig af en række svært kontrollerede faktorer så som surhedsgrad, iltniveau, vegetationsdække samt oprensning af det udfældede okker.

Ved at indskyde en okkerfældningssø skal man dog være opmærksom på, at der typisk vil ske en temperaturændring, som medfører, at afløbsvandet fra søen, specielt i sommerhalvåret vil have en højere temperatur end opstrøms søen. Dette kan påvirke visse af vandløbets invertebrater og fisk, der er koldtvarsarter.

### 2.3.7 Lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg

Som tidligere omtalt er der de seneste årtier etableret mere end 100 lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg (LGS) til reduktion af okkerbelastningen i de berørte vest- og sønderjyske områder. Anlæggene er typisk blevet etableret på mindre vandløb og bække, idet etablering af sådanne anlæg på større åer ikke kan forventes at være økonomisk muligt. Som ved okkersøer er driftsprincippet at der ved at lede det okkerbelastede vandløb gennem et lavvandet bassin opnås en mulighed for at styre placeringen af okkerudfældningen, så den nedstrømsliggende vandløbsstrækning aflastes.

Vandløbet ledes gennem et udgravet bassin, hvor en kombination af lang opholdstid, gode iltforhold, kontakt med plejet bundvegetation samt sedimentationsbassiner sikrer en iltning af

de opløste jernforbindelser under dannelse af okker, samt en opsamling af det udfældede okker før vandet fortsætter nedstrøms til det naturlige vandløb. Biomassen af bundbeplantningen optimeres ved at etablere lavvandede områder i bassinet, hvor lys- og strømforholdene er optimale for fastsiddende bundvegetation.

Fordelen ved etablering af et LGS er at okkerdannelsen og tilbageholdelsen kan optimeres ved en hensigtsmæssig udformning samt at der ikke nødvendigvis sker ændringer i vandspejlet i de opstrøms liggende dele af åen eller de drænede jorder. Ulempen ved de lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg er at anlægs- og driftsomkostningerne (ved regelmæssig oprensning af sedimenteret okker) er betydelige samt at rensningseffekten er afhængig af en række svært kontrollerede faktorer så som surhedsgrad, iltniveau og vegetationsdække.

Når der skal etableres et LGS er det vigtigt at vurdere, hvor det skal lægges for at sikre flest mulige vandløbsstrækninger bedre forhold. Denne vurdering bør også se på, hvordan de fysiske forhold er på de berørte vandløbsstrækninger, og om de påvirkede strækninger vil kunne opnå et Dansk Vandløbsfauna Index (DVFI) på 5 eller bedre, såfremt okkerbelastningen reduceres. I visse tilfælde vil det måske være nødvendigt at etablere et LGS lige nedstrøms et drænudløb, hvis koncentrationen af ferrojern i drænet er så høj, at skadevirkningerne strækker sig langt nedstrøms. Vurderinger af pH-forhold og hydraulik skal også inddrages. Alternativet her kunne være at finde andre permanente løsninger, der ikke involverer etablering af et LGS.

Afhængig af anlægges størrelse, eksponering og opholdstid vil denne type anlæg også medføre temperaturændringer mellem opstrøms og nedstrøms vandføring, hvilket i lighed med okkersøerne kan påvirke koldtvalsarter nedstrøms.

### 2.3.8 Yderligere muligheder

Fælles for samtlige af de tidligere beskrevne tiltag til reduktion af okkerbelastningen er at deres samlede effekt over året med hensyn til minimering af skadelige påvirkninger af biologien og bundforhold i okkerbelastende vandløbsstrækninger er meget varierende og meget afhængige af en række faktorer.

Dette skyldes at tilbageholdelsen af udfældet okker, således at nedstrøms dele af vandløbet beskyttes tilstrækkeligt, er helt afhængig af de fysiske kemiske forhold i vandløbene samt i de etablerede rensningsforanstaltninger.

Hastigheden hvormed de skadelige, udsivende, opløste jernforbindelser omsættes til det væsentlig mindre skadelige okker er ud over temperaturen primært afhængig af surhedsgraden samt af iltindholdet i vandet. Det drænede vand fra pyritholdige jorder er som tidligere beskrevet som oftest så surt og iltfattigt, at den kemiske omdannelse til okker ikke finder sted og der ikke etableres et plante- og dyreliv før længere nede af vandløbet.

Effekten af okkersøer samt af lavvandede grødefyldte renseanlæg vil derfor være begrænset, hvis de etableres så tæt på kilden for det udsivende jernholdige drænvand at surhedsgraden er lav samt at koncentrationen af ilt endnu ikke er steget tilstrækkeligt som følge af fortynding med andet drænvand med lavere indhold af ferrojern og ved kontakten med ilt i vandløbets overflade.

Det kunne derfor overvejes at kalke de udsatte jorder for at hæve pH i det udsivende vand, så udvaskningen af jern blev formindsket og således at udfældningen af okker sker over så kort en strækning af vandløbet og så tæt på kilden som muligt. Supplerende kunne der ved indløbene i okkersøer samt ved de etablerede lavvandede grødefyldte sedimentationsbassiner, etableres ilt- og pH-styring ved beluftning og kalktilsætning. Dette ville dels sikre en optimal tilbageholdelse af jernforbindelser og dels betyde en væsentlig reduktion af kravet til vandets opholdstid i anlæggene. Men anlægs- og driftsomkostningerne vil også stige ganske

betydeligt og denne slags løsninger bør kun bruges, hvis de nedstrøms liggende vandløbsstrækninger anses for meget vigtige, fx som gydeområder for laksefisk.

## 2.4 Viden om renseeffekten for lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg

Nærværende gennemgang af erfaringerne med placering, udformning og renseeffekt af lavvandede grødefyldte sedimentationsanlæg til reduktion af okkerbelastningen af nedenfor liggende vandløbsstrækninger er alt overvejende baseret på resultaterne af undersøgelserne af 10 anlæg af typen LGS og 2 okkersøer, etableret i perioden 1990 til 2000 i det daværende Ringkøbing Amt (5). I kapitel 2.6 er der desuden angivet nogle resultater fra en række kommuner, som står for drift og vedligeholdelse af en række anlæg.

Hovedparten af de okkerrensaneanlæg af LGS typen, der indgik i ovennævnte analyse, blev etableret i Storåsystemet (5 stk.) samt i oplandet til Skjern Å (3 stk.).

Storåens hovedløb udspringer ved Ikast og løber mod Holstebro og videre til dens udløb i Nissum Fjord. Undervejs løber åen bl.a. gennem Vandkraftsøen ved Holstebro. De undersøgte anlæg ligger alle i åens øvre del eller tilløb til denne.

De undersøgte anlæg i Skjern Å's opland ligger alle i tilløb til Vorgod Å, der udmunder i Skjern Å umiddelbart opstrøms Boris by.

De resterende anlæg (2 stk.) ligger i oplandet til Stadil Fjord samt Byn Sø i den nordvestlige del af Ringkøbing Amt.

Af hensyn til behovet for at opnå en tilstrækkelig opholdstid for vandløbet i rensaneanlæggene samt for at friholde en så stor del af vandløbet for okkerforureningen som muligt, er anlæggene placeret relativt tæt på kilderne til udledning af jernholdigt drænvand i de øvre dele af vandløbssystemerne.

Okkerrensaneanlæg af typen lavvandede, grødefyldte bassiner er hyppigt etableret med en eller flere bundfældningssektioner, der som følge af et stort volumen giver vandet en større opholdstid i anlægget. Sand og allerede udfældet okker sedimenterer i bassinerne. Bundfældningsdelen placeres før de lavvandede, grødefyldte bassiner. Dette skyldes at driftsomkostningerne er mindre til oprensning af okkerslam fra bundfældningsdelen end fra de lavvandede, grødefyldte dele. Desuden mindskes risikoen for at planterne bliver dækket med okker fra tilløbet.

Flere af de senest etablerede anlæg blev desuden etableret med en eller flere dybe tværgående fordelingsrender i den grødefyldte del. Dette havde til formål at opnå en bedre fordeling af vandet til de grødefyldte dele, så anlæggets volumen blev udnyttet bedst muligt. Endvidere ønskedes mest muligt okker fjernet uden for de grødefyldte dele for dels at lette oprensningen og dels nedsætte risikoen for slamflugt ved høj hydraulisk belastning af anlægget.

Efter udgravning af de lavvandede bassiner blev der etableret en græsbevoksning, inden der blev ledt vand til det nyetablerede anlæg. De græs-/grødefyldte bassiner virker ved at øge iltningshastigheden af ferrojern, som efterfølgende hurtigt udfældes som okker. Plantestængler og blade er gennem den kraftige forøgelse af overfladearealet i stand til at accelerere den overfladeaktiverede iltning af ferrojern med en faktor 10-100. Iltningen finder i vid udstrækning sted ved det jernholdige vands kontakt med de fysiske overflader, så den katalytiske effekt skulle være intakt, selv når planterne står med døde blade og stængler i vinterhalvåret. Udover den katalytiske effekt på iltningen af ferrojern har grøden og det jern, der allerede er udfældet på stængler og blade, en betydelig, koagulerende virkning, der medfører, at iltet jern (okker) i små partikler bundfælder.



### 2.4.1 Rensningseffekt

Undersøgelser af okkerrensaneanlæggene i Ringkjøbing Amt i slutningen af 90-erne (5) viste, at de etablerede anlæg fjernede store mængder jern fra de respektive vandløb. I Storåen blev der i perioden årligt tilledt ca. 182 tons jern til anlæggene, hvoraf de 122 blev tilbageholdt (en reduktion på 75 %). Transporten videre i åen udgjorde i perioden således ca. 46 tons/år. I Vorgod Å (i oplandet til Skjern Å) blev der transporteret ca. 43 tons jern/år til de 4 daværende analyserede anlæg, hvoraf 16 tons blev ledt videre (en reduktion på ca. 63 %).

Der blev ved undersøgelsen konstateret store forskelle i rensningseffekten både mellem anlæg af forskellig type, men også mellem anlæg af samme anlægstype. Sammenlignet med de undersøgte okkersøer syntes de lavvandede, grødefyldte bassiner at virke betydeligt mere effektivt på fjernelse af både opløst og total jern. Grødens dækningsgrad og vandets kontakt med grøden har således stor betydning for en god rensning.

De bedst fungerende anlæg var alle af typen lavvandede, grødefyldte bassiner suppleret med dybe bundfældningsbassiner ved indløbet af anlægget og/eller dybe tværgående fordelingsrender etableret i den lavvandede, grødefyldte del.

Ved sammenholdelse af de forventede rensningseffektiviteter (baseret på det foreliggende dimensioneringsgrundlag (Miljøprojekt nr. 192)) kunne det konstateres at der i nogle tilfælde blev opnået de forventede gennemsnitlige rensningseffekter på 80 % eller derover, men generelt lå rensningseffekterne ved de undersøgte anlæg lavere. Desuden var der forskelle for sommer og vinterdrift.

Gennemsnitsrenssegraden over året for de 10 undersøgte anlæg lå på ca. 64 % med et minimum på 49,3 % og et maksimum på 91,9 %. I det dårligste anlæg var der tydelige langsgående strømrrender, der reducerede rensningseffekten ganske betydeligt.

Vandløbskemi (specielt vandets surhedsgrad (pH)) samt vandfordelingen i anlæggene viste sig at have stor indflydelse på effektiviteten af de enkelte anlæg. Anlæg med højt pH i indløbsvandet have således meget højere virkningsgrader selv ved anlæg med mindre optimal udformning. Dette var også gældende ved en enkelt af de undersøgte okkersøer.

Undersøgelsen viste endvidere at der var en tendens til en sammenhæng mellem den geografiske placering af anlæggene (afstanden til kilderne til opløst jern) og deres rensningseffekt. Den mest sandsynlige årsag var forskelle i de vandkemiske forhold som følge af varierende jordbundsforhold i oplandet til de undersøgte vandløb. Rensningseffekten var således generelt bedre ved anlæggene i Storåsystemet end ved anlæggene i oplandet til Vorgod Å (Skjern Å-systemet). Forklaringen på dette var sandsynligvis forskelle i vandløbenes kemiske egenskaber og her specielt vandets surhedsgrad (pH). For eksempel have vandet i Vorgod Å en lidt lavere pH-værdi end vandet i Storåen.

Vandets opholdstid i rensningsanlæggene og dermed reaktionstider for opløst jern og fjernelse af den producerede okker viste sig at spille en væsentlig rolle for en effektiv rensning for vandets indhold af jern. I nogle anlæg blev der målt en sommerrensningseffekt på over 80 % ved hydrauliske opholdstider i rensaneanlægget på under 20 timer, mens andre anlæg krævede noget højere opholdstider for at opnå tilsvarende rensningseffekter. Anlægsopbygning, anlæggenes grad af vegetation samt vandløbets surhedsgrad (pH) viste sig at spille en afgørende rolle for de varierende rensningseffektiviteter.

Som eksempel på variationer i rensningseffekt i forhold til opholdstid er herunder vist resultaterne fra to anlæg med vidt forskellige rensningseffekter. Det ses tydeligt, at der ikke er en direkte sammenhæng mellem opholdstid og rensningseffekt, hvilket som også nævnt ovenfor skyldes alle de andre faktorer som jævn fordeling i bassinet, grødens tæthed og pH.

Tabel 2-1 Eksempler på renseseffekt i to anlæg af typen lavvandede grødefyldte sedimentationsbassiner (5).

Anlæg	Opholdstid	Rensegrad	Sæson
Hvidmose	>12 timer	95 %	Sommer
	>30 timer	40-80 %	Vinter
Hoager	20-80 timer	60-99 %	Sommer
	15-45 timer	20-60 %	Vinter

## 2.4.2 Resultater fra vinterdrift af anlæg

Driftserfaringerne fra renselanlæggene i Ringkjøbing Amt samt de foreliggende tilsynsdata dannede hovedgrundlag for en række efterfølgende undersøgelser af renseseffekten i vinterperioden, der blev gennemført i vinterperioden januar til april 2000 (6).

Undersøgelserne omfattede dels driftsforholdene i lavvandede grødefyldte renselanlæg såvel i model- som i fuldskalaanlæg og dels resultaterne af analyser i en række udvalgte okkerrensplanter. Undersøgelserne omfattede endvidere forsøg med supplerende foranstaltninger, der kunne supplere/erstatte den naturlige vegetation i anlæggene, når grøden i anlæggene henfaldt i vinterperioden.

Formålet med undersøgelserne var at fremskaffe et detaljeret datamateriale for dermed at opnå et tilstrækkeligt videngrundlag om en række parametres indflydelse på okkerrensningen i vintermånederne.

I samtlige undersøgte anlæg faldt renseseffekten i vinterperioden. Faldet skyldtes en kombination af større vandføring, en højere jernkoncentration, kombineret med ændringer i indløbsvandets fysisk/kemisk sammensætning og med et henfald i den naturlige rodfæstede vegetation. Da de undersøgte anlæg er dimensioneret meget forskelligt, ikke mindst i den resulterende opholdstid og gennemstrømningsmønster, så var der også meget store variationer i både opholdstider og rensegrader (5). Opholdstiderne om vinteren varierede mellem 10-200 timer, men typisk med på ca. 20-50 timer og her opnåede man en rensegrad på mellem 20 og 95 % med en gennemsnitlig effekt på mellem 50-60%. Det bedste anlæg i undersøgelsen var Birkmose, der på trods af en vinter-pH på under 6 og en opholdstid på ca. 30 timer præsterede 90-95 % rensning, næsten uanset årstid. I rapporten (5) anbefales dette anlæg som det bedste design. Det bør dog understreges, at resultaterne fra undersøgelserne ikke entydigt viste, at opholdstiden var kortere om vinteren. I flere tilfælde var opholdstiden længere om vinteren, hvilket sandsynligvis skyldes frost, som har bundet en del af det vand, der ellers ville strømme til anlæggene.

Undersøgelserne viste, at indløbsvandet pH-værdi faldt markant i vinterperioden og i mange af anlæggene nåede den under den pH-værdi (pH 6), som er minimum ved dimensionering af lavvandede, grødefyldte bassiner. Faldet i pH var hovedårsagen til, at hovedparten af okkerrensplanterne rensede væsentligt dårligere om vinteren end om sommeren.

På et enkelt af de undersøgte okkerrensplanter blev der registreret pH under 6 (pH ned til 5) i flere lange sammenhængende periode fra midt i februar til undersøgelserne blev stoppet 14. april.

Faldet i pH bevirker at en stigende fraktion af vandløbets indhold af jern transporteres som ferrojern i vinterperioden. Det blev vist, at der er en signifikant negativ sammenhæng mellem pH og koncentrationen af ferrojern i indløbsvandet.

Som en følge af at okkerdannelsen er meget stærkt afhængig af vandets surhedsgrad, må det forventes, at der ved den lave surhedsgrad i vintermånederne skal anvendes en lang reaktionstid i rensningsanlægget for at opnå en effektiv iltning af ferrojern og en efterfølgende bundfældning/filtrering af okkeren. Undersøgelsen konkluderede, at der med de eksisterende driftsformer på renseanlæggene skulle dimensioneres med markant større volumen, end det er tilfældet i dag for at opnå en tilfredsstillende tilbageholdelse af okker i rensningsanlæggene i vinterperioden.

De samlede resultater af undersøgelserne kan således konkluderes:

- Om vinteren falder pH ofte i vandet og der kræves mere ilt for at omdanne ferrojern til okker
- Renseeffekten i okkerrensaneanlæg reduceres om vinteren grundet kortere opholdstider og oftest mindre vegetation

## 2.5 Optimering af renseseffektivitet ved brug af sedimentationsbassiner

De følgende forslag til optimering af okkerrenseeffekten omhandler overvejende eksisterende anlæg, men der gives også forslag til tiltag, der på baggrund af de tidligere beskrevne undersøgelser vil kunne overvejes anvendt ved projektering af nye anlæg.

Optimering af renseseffekten koncentrerer sig primært om en forøgelse af reaktionshastigheden for iltningen af ferrojern, idet denne proces skal forløbe, før jernet kan bundfældes som okker i anlæggene. Allerede udfældet jern er i modsat fald ikke påvirket af fysisk/kemiske parametre, og bør således kunne fjernes uden vinterens markante påvirkninger.

### 2.5.1 Placering

Okkerrensaneanlæggene bør i princippet etableres så tæt på punktkilden som muligt, idet vandføring her er begrænset. Dette giver imidlertid andre problemer, idet pH værdien her er lavest og koncentrationen af ferrojern derfor højest. Med en sådan placering skal volumen på anlæggene være relativt større. Hvis det af praktiske og/eller økonomiske årsager ikke er muligt at etablere anlæg med øget volumen, kan de med fordel flyttes længere ned i vandløbet, så koncentrationen af opløst ferrojern kan reduceres i vandløbet opstrøms anlægget grundet fortynding. Man kunne i sådanne situationer overveje, om eventuelle vandløbsrestaureringstiltag kunne øge omsætningen af ferro-jern-okker opstrøms anlægget, således at den opstrøms-dannede okker ville kunne bundfældes i anlæggets sedimentationsområder.

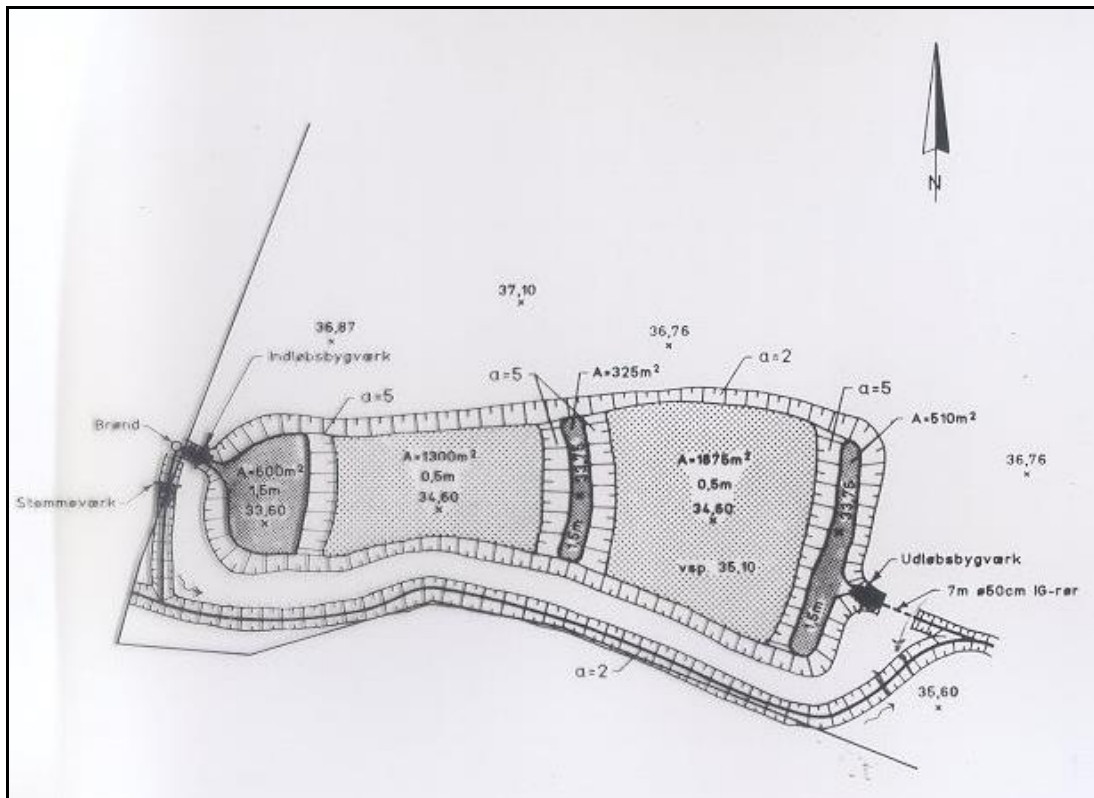
Ved oprensning af eksisterede anlæg eller etablering af nye anbefales det, at dybden af både bundfældningsbassiner og lavvandede områder forøges til hhv. minimum 1-2 m og 0,5 m for at få øget reaktions- og bundfældningstiden i anlæggene. De lavvandede bassiner skal dog have en dybde, der sikrer en god grødevækst. Derfor bør nuværende procedure med genetablering af rodlaget bibeholdes.

## 2.5.2 Udformning

Grundlaget for udformningen/dimensioneringen af lavvandede grødefyldte bassiner er de ovenfor beskrevne praktiske erfaringer med anlæg og drift af alternative renseanlæg til reduktion af okkerbelastningen (se Bilag B).

Som illustreret i Figur 2-2 er princippet ved udformningen af lavvandede grødefyldte bassiner, at størstedelen af vandarealet etableres som lavvandede områder med vanddybde på ca. 0,5 m.

Den begrænsede vanddybde skaber dels en stor overflade for de ønskede omsætningsprocesser på bundfladerne, dels giver det mulighed for lysindfald til bundvegetation og på sigt gode vækstbetingelser for større vandplanter. Specielt vandplanterne forøger de aktive overflader og potentialet for udfældning/sedimentation og omsætning af jern meget.



Figur 2-2 Skitsedimensionering af et okkerrensingsanlæg med lavvande, grødefyldte bassiner (6)

Normalt anbefales det at etablere tværgående dybere partier med overløb til/fra de lavvandede partier ved indløb og udløb, dels af hensyn til en bundfældning og oprensning af sand mv., dels for at sikre en jævn fordeling af vandet i hele bredden af bassinet. De dybere indløbs-, fordelings- og udløbspartier gives en normaldybde på ca. 1,5 m.

Som udgangspunkt anbefales en volumenmæssig fordeling mellem de lave og dybe partier i bassinet på størrelsesorden 1:1, hvorved den arealmæssige fordeling mellem de lavvandede og dybere områder bliver ca. 3:1. Bassinet etableres som et sammenhængende vand/vådområde, der indpasses i det omgivende terræn, hvor de dybe partier forbindes til vandløbet og fungerer som henholdsvis indløb til og afløb fra rensningsanlægget.

Det bør således fremstå med naturlige afrundede former, hvor de lavvandede og dybe partier supplerer hinanden i det landskabelige element, og ligeledes har sammenhæng med de jordhøje, som overskudsgrunden fra udgravningen kan indbygges i. Bassinet og

omgivelserne vil med tiden komme til at udgøre vigtige opvækst- og leveområder for fugle, dyr og insekter.

Som udgangspunkt placeres anlægget langs med vandløbet og gives en aflang udformning, der om nødvendigt kan tilpasses vandløbets forløb. Den konkrete placering af anlægget er ikke nærmere vurderet og det kunne evt. være en fordel i forhold til en fysisk optimering og arealfordeling at vandløbet forlægges lokalt.

Begge bassiner i anlægget udgraves og formes i eksisterende terræn og formes efter de naturlige konturer i terrænet. Grundvandspejlet forventes at ligge i niveau 1,2 - 1,5 m under terrænniveau. Bassinerne etableres uden membraner, og det åbne vandspejl i bassinerne vil således korrespondere og variere med det terrænnære grundvandsspejl i oplandet. Ved de anbefalede vanddybder på henholdsvis 0,5 og 1,5 m i bassinerne, vil de nødvendige gravedybder være ca. 2,0 – 3,0 m. Hvert bassin udgraves på stedet og uafhængigt af vandløbet, idet tilslutningen til selve vandløbet først foretages i sidste del af selve anlægsarbejdet.

Der etableres en tilløbs- og afløbskanal fra hvert bassin til vandløbet, herunder et indløbs- og udløbsarrangement, udformet således at det kan anvendes ved måling af vandføringer og udtagning af kontrolprøver mv. fra tilløb/afløb. Ved normalsituationer påregnes hele vandløbets vandføring ledt til anlægget. Der etableres dog mulighed for at lede vandet forbi anlægget via vandløbet, f.eks. når anlægget eller dele af det oprensnes. Bortset fra indløb og udløb påregnes i øvrigt ikke etableret bygværker eller andre tekniske installationer.

Ved vandløb med høje koncentrationer af opløst jern og relative lave pH-værdier (omkring 6) bør fokus være på etablering af bassiner med kraftig og dækkende grødevækst i kombination med en god vandfordeling. Tværgående fordelingsrender i den lavvandede del kan derfor med fordel etableres.

For at undgå strømrender og dermed reduceret effektiv opholdstid i anlægget bør anlæggene oprensnes så ofte, at der ikke sker vandstuvning i anlægget. Dette vil forøge risikoen for dannelsen af langsgående strømrender i vinterperioden, hvor den hydrauliske belastning er højest og grødens dækning begrænset.

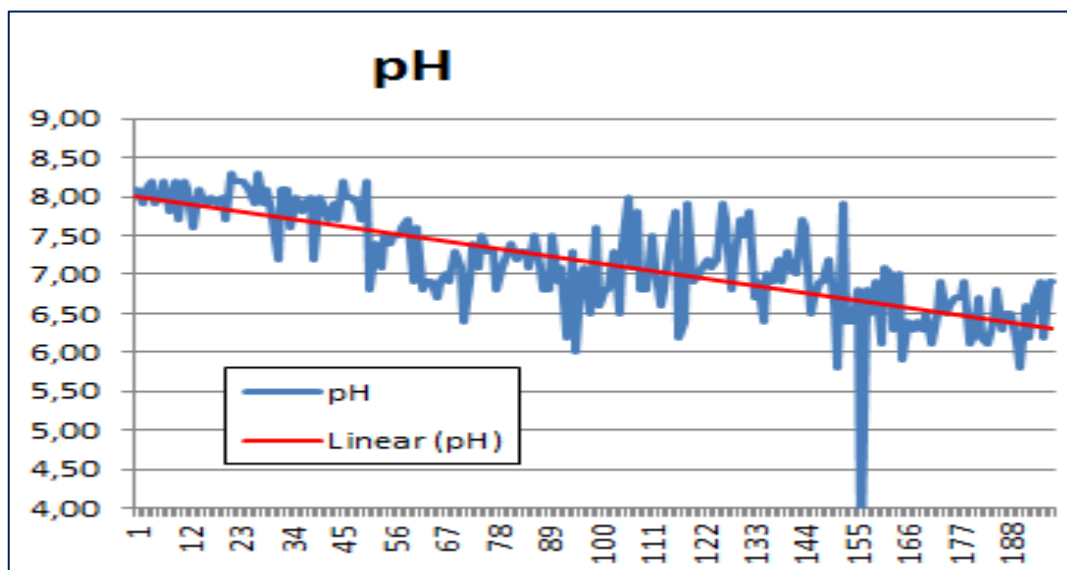
### 2.5.3 pH-styring

Resultaterne af de tidligere beskrevne undersøgelser viser, at et fald i pH-værdien er en væsentlig årsag til den reducerede renseseffekt, der observeres i anlæggene i vinterperioden. Inden anlæggene kan optimeres er det derfor nødvendigt dels at belyse pH-svingningerne igennem vinteren og efterfølgende at etablere foranstaltninger, der kan holde pH-værdien over 6.

Ved vandløbsstrækninger hvor der forekommer perioder med pH-værdier mindre end 6 anbefales det, at der anvendes hydratkalk eller anden base, der tilsættes så tæt på punktkilden som muligt for at få så lille en fraktion af opløst, ferrojern til okkerrens anlægget som muligt.

Undersøgelserne viste endvidere, at anlæggene kan være effektive, hvis pH-værdien holdes over 6, og at den henfaldne grøde i vinterperioden kan erstattes med kunstige overflader. Dette vil accelerere iltningen af det ferrojern samt den efterfølgende filtreringen af partikulært jern (okker).

Man skal i øvrigt være opmærksom på, at der tilsyneladende er en pH-gradient fra syd til nord med de laveste værdier mod nord. Denne effekt aftager omkring en linje øst-vest omkring Nissum fjord, svarende til is-stilstandslinjen. Nedenstående plot viser knap 200 målinger, hvor målingerne er blevet indlagt i plottet i forhold til deres nord-koordinat.



Figur 2-3 Plot af pH-målinger ranket i forhold til deres nord-koordinat. De højeste værdier er fra det sydligste Danmark

## 2.5.4 Iltning

I samme periode, som reduktionen i pH registreres, observeres ofte et fald i iltkoncentrationen. En forøgelse af iltkoncentrationen ved beluftning i indløbskanalen bør overvejes, idet koncentrationen i perioder er meget lav. Dette vil imidlertid få ringe effekt, hvis pH-værdien i vandet ikke samtidig hæves, og vil også medføre væsentligt forøgede anlægs- og driftsomkostninger.

## 2.6 Oversigt om kommunernes indsats

Der er blevet etableret en række okkerrensingsanlæg i Jylland og for nogle er der gennemført undersøgelser af deres effekt på bl.a. vandløbsfaunaen. Desuden er der gennemført målinger på andre anlæg. Herunder er resultaterne fra en række af disse undersøgelser gengivet.

Samlet set har kommunerne ikke gennemført systematiske undersøgelser af de anlæg, der ligger inden for kommunegrænsen. Flere kommuner har primært gennemført vedligeholdelse af anlæggene og kun i kortere kampagneperioder gennemført vandkemiske undersøgelser.

### 2.6.1 Holstebro Kommune

I Holstebro Kommune blev der i foråret 2013 gennemført en række faunaundersøgelser op- og nedstrøms okkerfældningsanlæg. Resultaterne er gengivet i nedenstående tabel. Målinger af ferrojern opstrøms og nedstrøms anlæggene viste rensegrader fra 27-97 % (april 2013). Som det også fremgår af tabellen er der i flere tilfælde bedre fysiske forhold nedstrøms end opstrøms anlæggene, så en del af den forbedrede faunaklasse skyldes sandsynligvis også sådanne forhold og ikke nødvendigvis kun renseanlæggenes effekt.

Tabel 2-2 Resultater af faunaundersøgelser opstrøms og nedstrøms okkerrensaneanlæg i Holstebro Kommune 2013. Ud af 10 anlæg synes 8 at give forbedrede forhold nedstrøms

ID	Sted	Opstrøms/ Nedstrøms anlæg	Synlig okker Ja/Nej	Fysiske forhold: Gode = G Ringe = R	Fauna klasse	Effekt af anlæg Ja/Nej
5110221	Tilløb til Gedmose Grøft	Opstrøms	Ja	R	4	
5110221	Gedmose Grøft	Opstrøms	Ja	R	4	
5110209	Gedmose Grøft	Nedstrøms	Ja	R	4	Nej
5130011	Ørbæk,	Opstrøms	Ja	R	4	
5130005	Ørbæk	Nedstrøms	(Ja)	G	5	Ja
5170009	Frøjk Bæk	Opstrøms	Ja	R	2	
5170005	Frøjk Bæk	Nedstrøms	Nej	G	4	Ja
5120650	Hestbjerg Bæk	Opstrøms	Nej	G	6	
5120653	Tilløb til Hestbæk	Opstrøms	Ja	R	6	
5120603	Hestbjerg Bæk	Nedstrøms	Nej	G	5	Nej
5180705	Uglkær Bæk	Opstrøms	Ja	R	3	
5180701	Uglkær Bæk	Nedstrøms	Nej	R	5	Ja
5250807	Madmose Bæk	Opstrøms	Ja	R	1	
5250801	Yllebjerg Bæk, ns Madmose anlæg	Nedstrøms	Ja	R	4	Ja
5290005	Skovbæk	Opstrøms	Ja	R	1	
5290001	Skovbæk	Nedstrøms	Nej	G	6	Ja
5260005	Lindholt Bæk	Opstrøms	Ja	R	4	
5260001	Lindholt Bæk	Nedstrøms	Nej	G	5	Ja, men svag
5220403	Morre Bæk	Opstrøms	Ja	R	4	
5220421	Tilløb til Morre Bæk	Opstrøms	Ja	R	4	
5220401	Morre Bæk	Nedstrøms	Nej	G	4	Nej

Kommunen undersøgte om der var en sammenhæng mellem hvor fyldte anlæggene var med sediment og så anlæggenes evne til at rense, men der kunne ikke påvises sammenhæng mellem hvor fyldte de var og rensegraden. Tilsvarende kunne der heller ikke findes en sammenhæng mellem de målte pH-værdier, som lå mellem 6,07 og 7,24, og renseseffekt. Imidlertid skal det understreges, at målingerne af ferrojern kun afspejler enkelte målinger gennemført i april, hvor anlæggenes vegetation sandsynligvis ikke er særligt udviklet efter vinteren.

En tilsvarende undersøgelse gennemført i 2004 på de fleste af de samme anlæg som i tabellen viste at der var en generel forbedring af vandkemi nedstrøms anlæggene, mens faunaforholdene kun blev forbedret nedstrøms 7 af de 9 undersøgte anlæg, samt at fiskebestanden blev forbedret i 8 ud af de 9 vandløb (2).

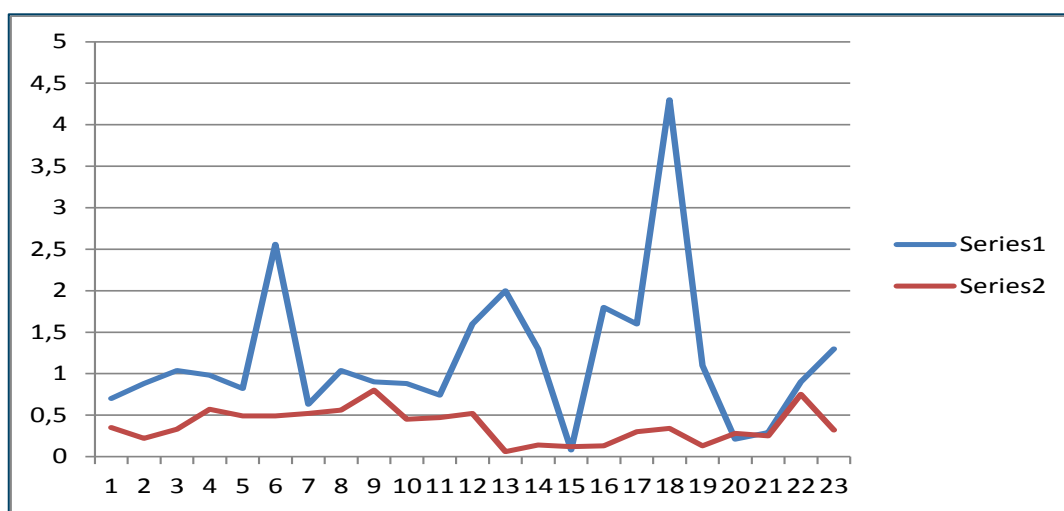
I 1999 udgav Holstebro Kommune en anden undersøgelse af okkeranlæg på Savstrup Å, baseret på målinger i 1996-1998. Her kunne man også konstatere en renseseffekt på de undersøgte anlæg, men som for de fleste undersøgte anlæg med store fluktuationer i effekten. I et af de undersøgte anlæg blev renseseffekten kraftigt nedsat grundet en ny grundvandssænkning opstrøms anlægget, hvilket fik pH til at falde markant. (3).

### 2.6.2 Aabenraa Kommune

I Aabenraa Kommune er der kun gennemført sporadiske undersøgelser af de etablerede anlæg og disses renseseffekt. I 2012 blev der gennemført målinger på 10 anlæg, hvorfra der er brugbare målinger fra 8 af anlæggene. Her ligger renseseffekterne i januar på mellem 43 og 99 %, målt på ferrojern, men der er tale om kun et sæt målinger pr. anlæg.

### 2.6.3 Lemvig Kommune

Lemvig Kommune har gennemført målinger på et af deres anlæg ved Byn. Som illustreret i Figur 2-4 viser resultaterne igen at der er en effekt på okkerfjernelse fra anlæggene, men at renseseffektiviteten varierer meget. Variationerne i indløbskoncentrationen (blå linje) og udløbskoncentrationen (rød linje) af ferrojern er vist i nedenstående figur. Målingerne er gennemført spredt i perioden 1996-2006. Renseseffektiviteten varierer mellem 0 og 97 % med et gennemsnit på 50 %.



Figur 2-4: Ind- og udløbskoncentrationer af ferrojern på okkerrens anlægget ved Byn, Lemvig Kommune. (Blå linje = indløb, rød linje = udløb)

### 2.6.4 Ikast-Brande Kommune

Ikast-Brande Kommune har 9 okkerrensningsanlæg. Kommunen har ikke gennemført målinger på anlæggene, men har løbende holdt dem vedlige, og der er derfor ikke yderligere viden om deres effektivitet

### 2.6.5 Varde Kommune

Varde Kommune har 4 anlæg, som de vedligeholder. Der er ikke gennemført kemimålinger efter at kommunen overtog anlæggene fra amtet. Tidligere rapporter for anlæggene viser, at de 4 anlæg har forskellige effektiviteter og det bedste anlæg på Orten Bæk rensede mellem 95-98 % både sommer og vinter, mens de andre anlæg lå mere på linje med, hvad der er set andre steder (effektiviteter på mellem 40-90 % med størst effektivitet om sommeren). Anlægget ved Orten Bæk er udstyret med et kalkningsanlæg, hvilket er en væsentlig årsag til den meget høje rensesgrad.

### 2.6.6 Esbjerg Kommune

Kommunen har gennemført en række målekampaner i perioden 2012-2013 på 125 stationer, fordelt i hele kommunen. Ud af de 125 stationer er der 12 stationer, der ligger hvh.



op- og nedstrøms okkerrensseanlæg. Der er udtaget 5 prøver over vinterhalvåret på hver station og resultaterne er vist i nedenstående tabel (4).

Tabel 2-3 Resultater fra Esbjerg Kommunes undersøgelser i perioden 2012-2013 af ind- og udløbskoncentrationer af ferrojern(mg/l) fra 6 okkerrensseanlæg

Anlæg / ferrojern	Nov mg/l	Dec mg/l	Jan mg/l	Feb mg/l	Mar mg/l	Gennemsnit	
Høe bæk	Ind	1,2	4,9	2,97	3,7	6,5	3,85
	Ud	0,25	1,25	1,26	1,21	0,73	0,94
	Renseeffekt (%)	79,2	74,5	57,6	67,3	88,8	73,46
Ravnso Mose	Ind	4,2	5,7	7,3	2,87	2,63	4,54
	Ud	2,25	2,98	2,92	2,45	0,04	2,13
	Renseeffekt (%)	46,4	47,7	60,0	14,6	98,5	53,45
Tømmerby	Ind	0,02	1,74	2,1	1,6	1,55	1,40
	Ud	0,11	0,37	0,66	0,69	0,1	0,39
	Renseeffekt (%)	-450,0	78,7	68,6	56,9	93,5	-30,45
Markskelgrøften	Ind	2,35	2,66	2,51	2,63	2,19	2,47
	Ud	2,07	2,38	2,29	2,25	2	2,20
	Renseeffekt (%)	11,9	10,5	8,8	14,4	8,7	10,87
Søndre kanal	Ind	0,49	0,4	0,2	0,22	0,13	0,29
	Ud	1,05	0,65	0,03	0,05	0,01	0,36
	% Renseeffekt (%)	-114,3	-62,5	85,0	77,3	92,3	15,56
Hedegrøften	Ind	0,39	0,65	0,61	0,78	0,52	0,59
	Ud	0,46	0,6	0,61	0,54	0,42	0,53
	Renseeffekt (%)	-17,9	7,7	0,0	30,8	19,2	7,95

Der er en særdeles stor spredning i renseeffektiviteten på de undersøgte anlæg. Værdierne for nogle anlæg bliver kraftigt påvirket af, at der ved enkelte observationer er langt større koncentrationer af ferrojern i udløbet end i indløbet. Kun anlæggene i Tømmerby og Søndre Kanal leverer en gennemsnitskoncentration under 0,5 mg/l ferrojern, men begge har enkeltværdier, der ligger over 0,5 mg/l. Man skal dog forstå, at prøverne er taget uden hensyn til opholdstiden, hvor en højere udløbskoncentration i princippet kunne repræsentere en situation, hvor indløbskoncentrationen har været højere end den aktuelt målte. I anlæg med flere døgnsopholdstid kan man derfor ikke med sikkerhed fastslå renseeffekten, hvis man ikke tager prøver, der afspejler forsinkelsen i anlægget. Dette vil gælde for samtlige undersøgte anlæg i alle kommunerne.

### 2.6.7 Ringkøbing-Skjern Kommune

Kommunen har i december 2013 lavet et notat, der gennemgår erfaringer med oprensning af 6 anlæg (7). Notatet indgår som Bilag D. Notatet har desuden en række observationer på, hvordan man kan sikre og vedligeholde anlæggene og inddrager også erfaringstal fra andre kommuner. Der er tale om 6 anlæg af typen lavvandede grødefyldte anlæg. For alle de undersøgte anlæg gælder det, at de som alle andre anlæg har en meget fin renseeffektivitet i de måneder af året, hvor der kan opretholdes en stor grødemængde, mens renseeffekten

falder om vinteren, hvor grødemængden falder. Erfaringerne viser, at anlæg med en stor mængde submers vegetation (undervandsvegetation) renses bedre end en med stor mængde emergent vegetation (rørsumpsvegetation).

Kommunen har konstateret, at de typisk kontaktes af lodsejerne, når der sker opstuvninger af vand opstrøms anlæggene. Disse opstuvninger kan skyldes, at anlæggene er fyldt op eller at vegetationen i anlæggene er blevet så kraftig, at vandets passage af anlæggene forhindres/nedsættes. Sidstnævnte er lidt en konflikt mellem ønsket om at have en velvoksende vegetation i anlæggene, da dette er en meget væsentlig forudsætning for at anlæggene virker efter hensigten, og så hensynet til en mere eller mindre uhindret passage af vandet. En af løsningsmulighederne er således at sikre, at anlæggene er opbygget så de i videst mulig omfang kan sikre både rensning og vandets passage.

En anden observation er nødvendigheden af på forhånd at have sikret plads til oplagring af opgravet okkerslam og sand fra anlæggene. Dette er pladskrævende, da der er en periode fra opgravning til at slammet kan spredes på landbrugsjorden (forudsat at tungmetallindholdet tillader dette). Typisk er der et forhold mellem opgravet slam og afvandet slam på 5:1. Behovet for at oprense anlæggene afhænger meget af deres størrelse og hvordan de er hydraulisk belastede. Kommunen anbefaler at lave anlæggene så store som muligt, idet dette nedsætter behovet for oprensning til et sted mellem 5-10 år. Dog skal det tilføjes, at der kan være en hyppigere oprensningsfrekvens for de sandfang, der etableres før selve anlægget og så selve anlægget, alt efter materialevandringen i det pågældende vandløb.

Kommunen peger i øvrigt på, at man ved etablering af nye anlæg bør lægge vægt på at have store anlæg, som evt. kan vedligeholdes i sektioner, så man ikke forringer rensningseffekten og således at man kan bevare mest mulig vegetation. Opholdstiden bør tilpasses i forhold til de enkelte anlægs placering og belastning, både hvad angår hydraulisk og ferrojern-mæssigt og tidligere tiders dimensioneringspraksis med 8 timers opholdstid er i langt de fleste tilfælde ikke nok.

Der er desværre ikke gennemført systematiske registreringer af hvilke typer planter, der etablerer sig i anlæggene og hvordan disse medvirker til rensningseffekten og kommunen opfordrer til, at dette kommer til at indgå fast i de 1-2 årlige tilsyn, som man bør foretage på anlæggene.

### 2.6.8 Sammenfatning af kommunernes erfaringer

Resultaterne af foreliggende undersøgelser af okkerrensningseffekten af de etablerede anlæg viser at:

- Der er gennemsnitligt en betydelig større rensningseffekt i sommerhalvåret (50 til 90 %) end i vinterhalvåret (20 til 50 %). Dette skyldes en kombination af: Lav ilt, lav, temperatur, lav biomasse af grøde samt kort hydraulisk opholdstid i rensenanlægget om vinteren
- Ved vandløb med lavt pH (< 6) er rensningseffekten generelt begrænset uanset udformning, årstid eller opholdstid
- Mange af de etablerede anlæg har begrænset effekt som følge af manglende og/eller utilstrækkelig vedligehold, herunder sikring af optimalt indre flow samt oprensning af sedimenteret okker. Dette giver bl.a. for kort opholdstid i anlæggene
- Anlæg med kalkning har høj rensningseffekt året rundt
- Nye anlæg skal anlægges, så man ved oprensning ikke skal rydde hele den aktive del af anlægget, men kun sektionen
- Sand/slam-forfang til anlæggene skal være tilpas stort til at sikre, at der ikke skal oprenses for ofte
- Der skal sikres plads til afvanding og håndtering af det okkerslam, der med 5-10 års mellemrum skal oprenses fra anlæggene

- Den hydrauliske opholdstid i anlægget skal optimeres i forhold til den aktuelle jernbelastning og tidligere praksis med 8 timer har vist sig for kort
- Der mangler en systematisk indsamling af viden om vegetationstyper og renseeffekter

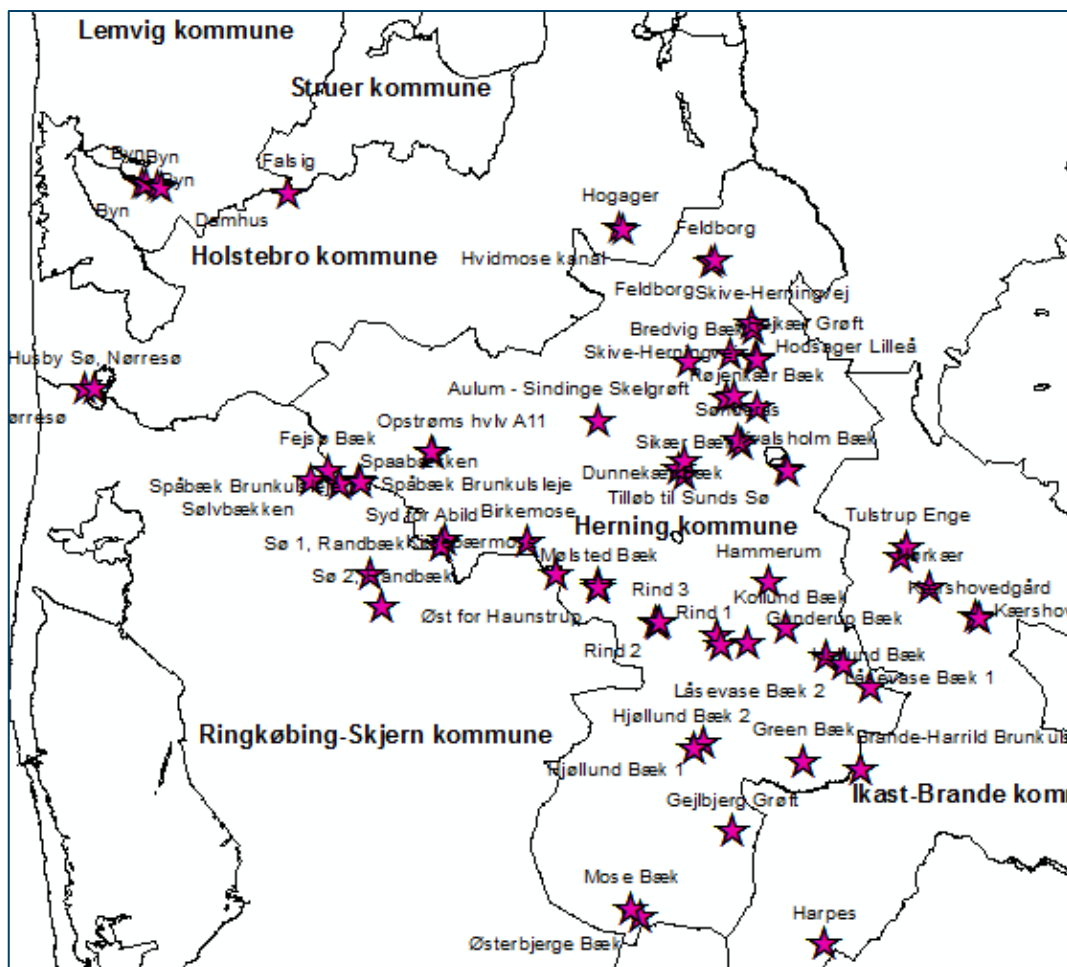
### 3 Vurdering af muligheden for etablering af nye anlæg

Etableringen af de godt 100 anlæg har vist, at det er muligt at nedbringe okkerbelastningen ved en hensigtsmæssig udformning og en tilstrækkelig vedligeholdelse af anlæggene.

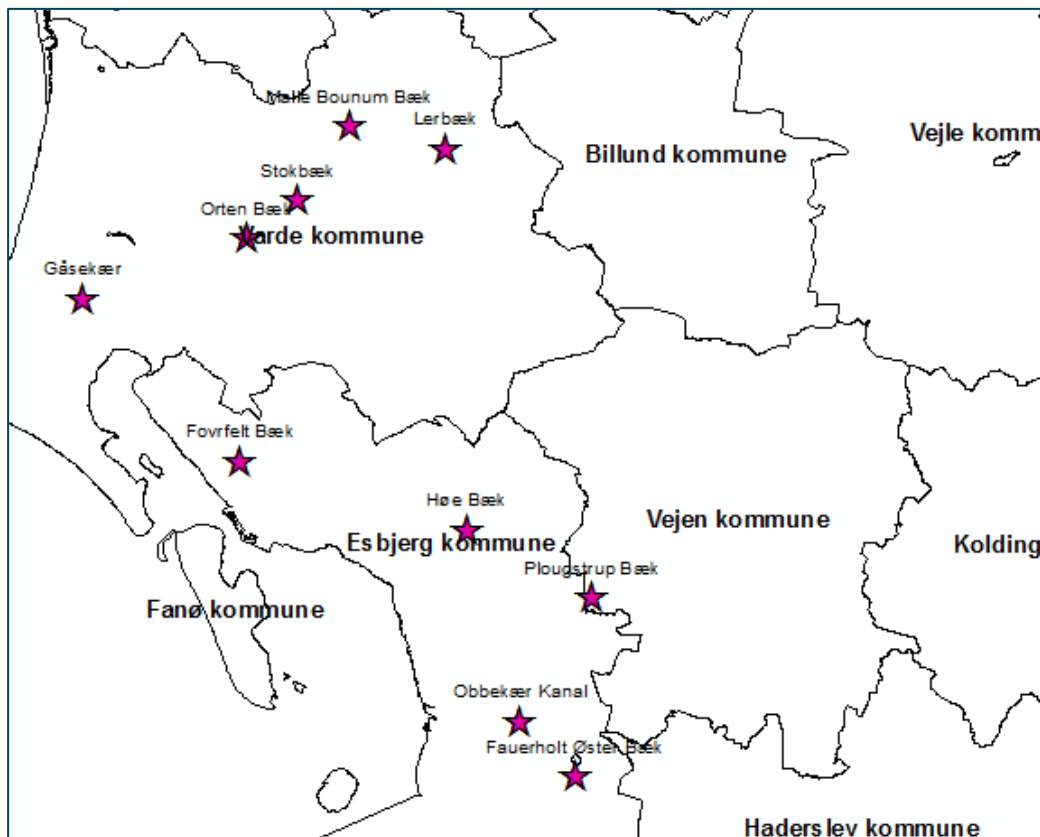
Da Vandrammedirektivet og Vandplanerne fortsat kræver forbedringer af de vandløb, der p.t. ikke opfylder de biologiske krav, kan der derfor være behov for at etablere yderligere foranstaltninger for at nedbringe påvirkningerne fra okker.

#### 3.1 Placering af de eksisterende anlæg

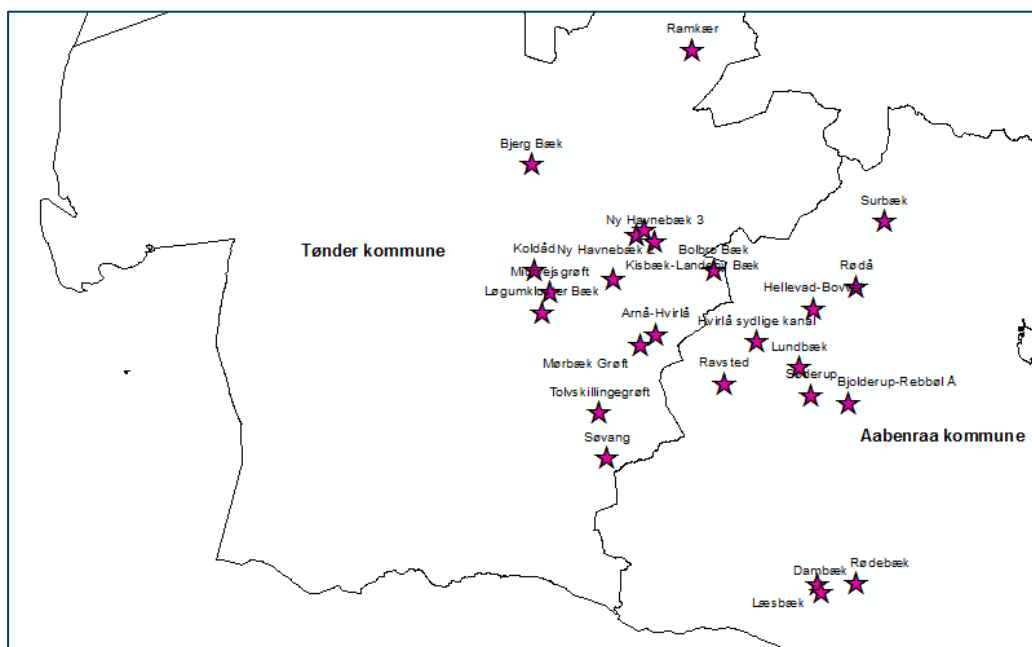
Placeringen af de 110 registrerede lavvandede grødefyldte sedimentationsbassiner er vist i Figurene 3-1, 3-2 og 3-3. Hovedparten er etableret frem til 2006 under de daværende amter, mens enkelte er etableret senere. Sidstnævnte er ikke med i oversigten. Som også nævnt i forrige kapitel er der begrænset viden om samtlige anlæg og målinger er typisk blevet gennemført i perioden umiddelbart efter etablering af anlæggene samt i kortere kampagneperioder frem mod 2013.



Figur 3-1 Lavvandede grødefyldte rensningsanlæg i Ringkøbing/Skjern, Herning, Holstebro, Lemvig og Ikast/Brande kommuner



Figur 3-2 Lavvandede grødefyldte rensningsanlæg i Varde, Esbjerg og Vejen kommuner



Figur 3-3 Lavvandede grødefyldte rensningsanlæg i Tønder og Åbenrå kommuner

## 3.2 Vurdering af behov for etablering af yderligere foranstaltninger til sikring af ønsket vandkvalitet

### 3.2.1 Lokalisering af vandløbsstrækninger som ikke opfylder målsætning

På basis af et GIS-kortlag fra NST med angivelse af både nuværende og ønskede faunaklasser, jfr. opfyldelseskriterierne for Vandplanerne, er der gennemført en analyse af alle vandløbsstrækninger i kortgrundlaget.

Her er der lavet følgende fem klassificeringer (med de farvekoder, der bruges i GIS-lagene) og som vises som hhv. kort 1 og kort 2 for hvert område (Se yderligere i afsnit 3.2.2):

Kort 1 fokuserer på strækninger, hvor målinger af Ferro-jern er vist og hvor faunaklasserne afviger fra 0-3 karakterer fra den ønskede tilstand. I kortet vises følgende vandløbsstrækninger:

- **Vandløbsstrækninger, hvor status og mål for faunaklasse er opfyldt (Kort 1)**
- **Vandløbsstrækninger, hvor mål for faunaklasse er 1 karakter højere end vandløbets status (Kort 1)**
- **Vandløbsstrækninger, hvor mål for faunaklasse er 2 karakterer højere end vandløbets status (Kort 1)**
- **Vandløbsstrækninger, hvor mål for faunaklasse er 3 karakterer højere end vandløbets status (Kort 1)**

Kort 2 fokuserer KUN på de vandløbsstrækninger, der er så belastede af okker, at man ikke forventer at strækningerne vil kunne opfylde målsætningerne. Ud over vandløbenes forløb vises følgende vandløbsstrækninger:

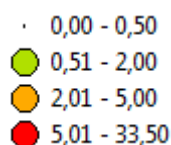
- **Vandløbsstrækninger, hvor okkerbelastningen er så betydelig, at strækningen ikke forventes at kunne opfylde nogen målsætning (Kort 2)**

Imidlertid er der ikke i kortgrundlaget angivet årsagen til forskelle mellem ønsket faunaklasse og status for faunaklassen. Med stor sandsynlighed er der derfor mange vandløbsstrækninger, der ikke opfylder faunaklasse-målet, men hvor det ikke er okker, der er årsagen. Eksempler fra de undersøgelser, som Holstebro Kommune gennemførte, viste at der på strækninger med okkerpåvirkning også var strækninger med dårlige fysiske forhold. Sådanne forhold kan medvirke til en ringere selviltning af vandet, hvorfor okker ikke iltes og bundfældes tættere på kilden.

Typiske andre årsager er de morfologiske forhold, udledning af næringssalte og organisk stof, samt andre forhold, herunder saltvandspåvirkning af de nedre strækninger af en lang række vandløb med kystudløb.

For at undersøge om okkerbelastning kunne være en af årsagerne til at målsætningen for vandløbet ikke er overholdt er der gennemført en analyse af, hvor der er målt okker.

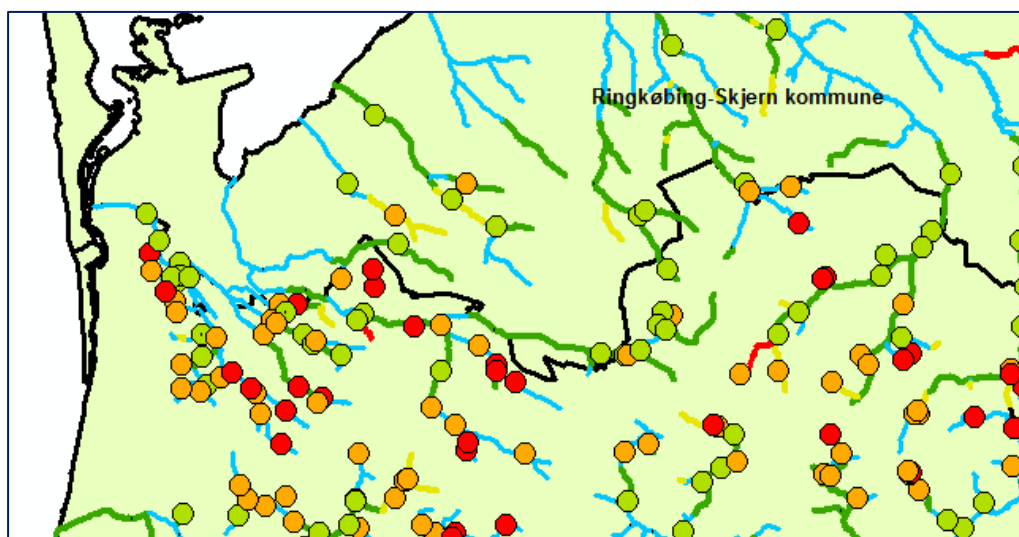
I analysen er de målte maksimale koncentrationer af ferrojern (mg/l) opdelt i 4 grupper:



Da der i bestræbelserne for at sikre opfyldelse af målsætningerne for vandløbene sigtes mod at reducere koncentrationen af ferrojern til under 0,5 mg/l er der i analysen ikke taget hensyn

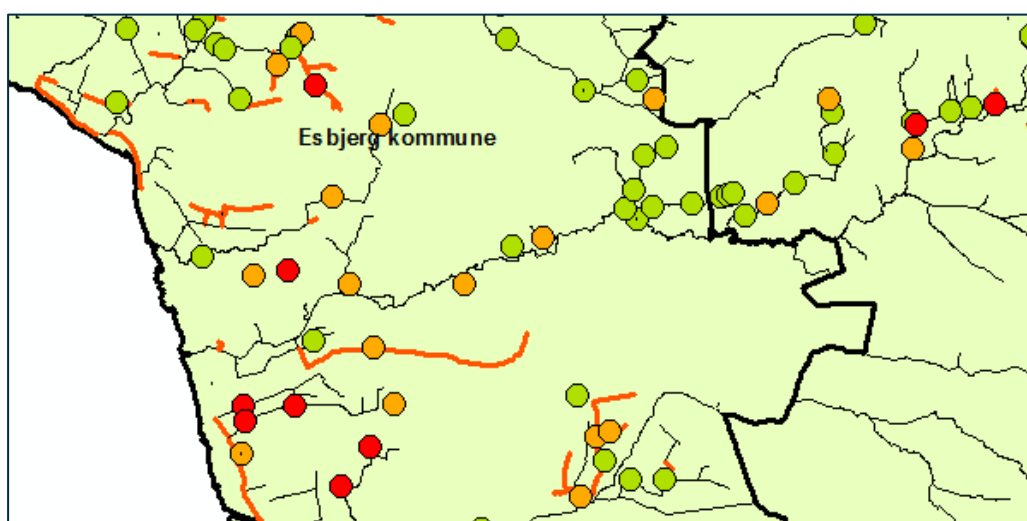
til de målestationer, hvor koncentrationen af ferrojern er under 0,5 mg/l. Disse stationer er ikke medtaget i kortene.

Som illustration på analysen er der i Figur 3-4 vist et udsnit af området syd for Ringkøbing Fjord. Her ses tydeligt, at der er mange målinger med de ovenfor nævnte koncentrationsgrupper, men angivelse af blå vandløbsstrækninger viser, at der er overensstemmelse mellem den ønskede og den faktiske faunaklasse. Enkelte strækninger overholder målsætningen selv om der er målt ferrojern over 1 mg/l, men dette er undtagelser.



Figur 3-4: GIS-analyse med vandløb og målepunkter for okkerbelastning. Cirkler angiver forskellige målte ferrojern koncentrationer. Vandløb med grøn markering er 1 klasse fra mål, vandløb med gul er 2 klasser fra mål og vandløb med rødt markering er 3 klasser fra mål

Figur 3-5 viser et kortudsnit, hvor analysen kun medtager de vandløbsstrækninger, hvor okkerbelastningen er så kraftig, at man ikke forventer en målsætningsopfyldelse, som kan verificeres med en faunaklasse. Det vil typisk være strækninger med mere end 1 mg/l ferrojern.



Figur 3-5 GIS-analyse af vandløbsstrækninger, hvor okkerbelastning er så betydelig, at faunaklasse målet ikke kan opnås. Her vil koncentrationen typisk være >1 mg/l. Strækningerne er angivet med orange.

### 3.2.2 Vurdering af mulighederne for placering af nye anlæg

Grundet det meget store antal af vandløbsstrækninger, der ikke opfylder deres målsætninger, samt at de indsamlede data for ferrojern tilsyneladende ikke har været kombineret med målinger af pH, er egentlige forslag til specifik placering af renseforanstaltninger for ferrojern og okker ikke inkluderet i dette notat. Dog viser de foregående kapitler, at der bør etableres anlæg på vandløb, hvor det forventes, at god økologisk tilstand vil kunne opfyldes, hvis okkerpåvirkningen fjernes og derfor skal vurderinger og prioriteringer for etablering af anlæg således også se på nedstrøms strækninger for at sikre, at der er et passende fald og at de øvrige fysiske forhold vil kunne understøtte den gode økologiske kvalitet.

Det skal også vurderes, om okkerbelastningen i et mindre sidetilløb er til så stor skade for hovedvandløbet, at der bør etableres rensning. Kombination af målinger af pH og ferrojern skal under alle omstændigheder indgå i vurderingerne og her vil vandløb med lav pH og høj ferrojern være mere behandlingskrævende end vandløb med højere pH og lav ferrojern. I sidste ende bør der gennemføres en økonomisk analyse af de omkostninger, der skal til, for at skabe forbedrede forhold og om omkostningerne kan stå mål med et resultat, der understøtter mindst faunaklasse 5 og god økologisk tilstand.

I stedet er der i **Bilag A** angivet en række geografiske områder, hvor der er blevet målt høje koncentrationer af ferrojern og hvor de tilknyttede vandløbsstrækningers faunaklasser afviger fra målet. Gennemgangen er foretaget for hver kommune og der er lavet en til flere figurer for hver kommune med angivelse af områder, hvor forholdene bør undersøges nærmere. Disse områder er angivet på **Kort 1** for hver kommune. Desuden er der kortudsnit for områder med høje målinger af ferrojern og undersøgte strækninger, hvor der er konstateret så kraftige okkerpåvirkninger, at målsætning ikke kan gennemføres ud fra normale faunaklassekriterier. Disse områder er angivet på **Kort 2** for hver kommune.

Nogle af områderne dækker flere småvandløb i samme opland, mens andre kun dækker enkelte strækninger. Antallet af områder kan derfor ikke tages som et direkte udtryk for, at der i et givent område bør etableres 1 anlæg. I lighed med de allerede etablerede anlæg kan der sagtens være behov for, at der etableres en række mindre anlæg tæt ved hinanden, hvis småvandløbene hver har høje ferrojern koncentrationer og derfor skal nedenstående ikke opfattes som en udtømmende liste, men som en første screening for potentielle områder, der skal undersøges og specificeres.

Det er nødvendigt at gennemføre specifikke målinger for at verificere de tidligere målinger, specielt hvis disse stammer fra den undersøgelse, der blev gennemført i 1986-1989. Desuden skal der foretages afstrømningsberegninger, eventuelt via arealkorrelationer med eksisterende afstrømningsstationer i oplandet. Undersøgelserne bør også omfatte en vurdering af hvilke landbrugsaktiviteter, der er i området opstrøms, idet disse kan have ændret sig ud fra dræningsmæssige behov. Desuden er det vigtigt at gennemføre vurderinger af, om der på de strækninger, der er meget kraftigt påvirket af okker, skal ske en reduktion for at forbedre forholdene nedstrøms disse strækninger.

På basis af de nye målinger vil det derefter være muligt at gennemføre specifikke skitseprojektering samt tilhørende beregning af omkostningerne ved etablering og drift af okkerfjernelses anlæg. Kapitel 5 angiver beløbsstørrelser for hhv. anlægs og driftsomkostninger.



Tabel 3-1 Områder i kommunerne, hvor der er konstateret strækninger med væsentlige afvigelser fra målsætning, og hvor der er målt forhøjede okkerkoncentrationer. Kortbilag fremgår af bilag A

Kommune	Antal områder til potentielle renseanlæg	Stærkt okkerpåvirkede områder
Tønder Kommune	5 områder	3 områder
Aabenraa Kommune	2 områder	0
Haderslev Kommune	3 områder	0
Esbjerg Kommune	4 områder	6 områder
Vejen kommune	1 område	1 områder
Varde Kommune	11 områder	22 områder
Billund Kommune	1 område	5 områder
Ringkøbing-Skjern Kommune	6 områder	0
Ikast-Brande Kommune	1 område	0
Herning Kommune	2 områder	0
Holstebro Kommune	1 områder	0
Lemvig Kommune	1 områder	0
Viborg Kommune	2 områder	1 område
Skive Kommune	2 områder	0
<b>TOTAL</b>	<b>42 områder</b>	<b>38 områder</b>

## 4 Anlægs- og driftsomkostninger ved etablering af sedimentationsanlæg

Med udgangspunkt i de meget sparsomme foreliggende oplysninger om anlægsdimensioner samt anlægs- og driftsomkostninger ved etablering af lavvandede grødefyldte okkerrens-anlæg er der i nedenstående tabeller vist hoveddimensioner, dimensionerings-forhold samt anlægs- og driftsomkostninger for 4 etablerede samt 3 skitsedimensionerede okkerrens-anlæg (Tabel 4-1), samt direkte driftserfaringer fra Herning Kommune (Tabel 4-2).

Kontakt til en entreprenør angav anlægsomkostninger for den rene jordflytning til ca. 6-800 kr/m<sup>2</sup>, incl en HDPE membran, men da der næppe er brug for membraner kan prinsen sandsynligvis reduceres til ca. 3-500 kr/m<sup>2</sup>. Hertil kommer eventuelle omkostninger som betaling for brug af det område, der beslaglægges til anlæggene.

Anlægge af nye anlæg bør også baseres på, om der er naturlige lavninger, der kan bruges til at etablere anlægget i for derved at nedbringe omkostningerne.

Undersøgelserne af effektiviteten af de forskellige anlagte anlæg viste alle en reduceret effektivitet i vinterhalvåret og ud over måske øget hydraulisk belastning, lavere pH og lavere temperaturer så tyder tallene også på, at udfældningskapaciteten falder samtidigt med fald i vegetationsdækket. For at kompensere for dette fald kunne man overveje at introducere kunstige fældningsmaterialer i bassinerne. Materialerne skal være billige og lette at placere i anlæggene og skal også kunne rengøres, når der er behov for at oprens bassinerne.

Tabel 4-1 Dimensioneringsgrundlag, etableringsomkostninger og skønnede driftsomkostninger for en række okkerfældningsanlæg. Anlæggene 1-3 er baseret på upubliceret materiale fra Varde Kommune, mens anlæggene 4-6 er fra (8).

Anlæg	Areal (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Vinter middel vandføring (l/s)	Opholds tid (timer)	Anlægspris (1000 kr)***	Skønnede driftsomkostninger / år (1000kr)***
Stokbæk*	2.200	1.500	40	10	300	-
Lerbæk*	2.600	1.600	34	13	476	-
Malle Bovnum Bæk*	6.670	5.342	175	9	1.330	-
Vrenderup Bæk** (8)	11.000	7.000	120	16	1.572	12-18
Årre N. Enge** (8)	12.500	8.000	140	16	1.708	12-18
Lundbæk** (8)	24.000	18.000	300	16	2.910	23-28

\* Etablerede anlæg, ikke offentligt afrapporterede

\*\* Projekterede anlæg (2008)

\*\*\* Nutidsværdi (skønnet ud fra 3% stigning/år)

De driftsomkostninger, der fremgår af Tabel 4-2, er tilsyneladende væsentligt højere end de skønnede omkostning fra Tabel 4-1. Man skal dog være opmærksom på, at Tabel 4-1 viser årlige omkostninger, mens tallene i Tabel 4-2 viser faktiske omkostninger, hvor man ikke umiddelbart kan se, hvor mange år der er gået fra forrige tømning. Tager man udgangspunkt i Ringkøbing-Skjern kommunes undersøgelser (7), antyder disse at man med meget store anlæg kan reducere oprensingsfrekvensen fra 5 til 10 år. Derfor må man tolke tallene i Tabel 4-2 som omkostninger, der kræves hvert 5. til 10. år.

Tabel 4-2 Faktiske erfaringstal for driftsomkostninger. Der er ikke angivelse af oprensingsfrekvens, men den forventes at have været 5-10 år (7)

Anlæg	Areal (m <sup>2</sup> )	Oprensset volumen okker slam (m <sup>3</sup> )	Pris Kr (1000 kr)	Kr / m <sup>2</sup> bassin	Kr / m <sup>3</sup> oprenset slam
Rind Å	15.000	9.000	217	15	24
Mølsted Bæk	15.000	7.000	326	22	47
Vildbjerg Søpark	2.000	2.000	80	40	53
Hodsager Lilleå	14.000	10.400	370	26	36
Feldborg Bæk	10.000	8.300	250	25	30
Gindeskov Bæk	8.000	*	35		
Gennemsnit				<b>25</b>	<b>38</b>

\*: I Gindeskov Bæk blev kun sandfanget oprenset

Udformning af de omtalte sedimentationsbassiner, der indskydes før selve anlægget bør i princippet designes i forhold til de enkelte vandløb og deres sedimenttransport, idet der kan være meget store forskelle. Hvis sedimentationsbassinet fyldes for hurtigt vil der også være en risiko for, at der kommer til at ske en sedimentation i selve det lavvandede bassin, hvilket sandsynligvis vil nedsætte renskapaciteten, samt medføre større mængder af sediment-blandet okkerslam, som skal slut-deponeres. I Tabel 4-2 ses, at anlægget i Gindeskov Bæk kun krævede en oprensning af sedimentationskammeret, hvilket blev klaret for en begrænset sum.

## 5 Referencer

- 1) Holstebro Kommune, 2013: Faunaundersøgelser ved okkeranlæg I Holstebro Kommune 2013. Udført af SBN Consult.
- 2) Holstebro Kommune, 2006: Vurdering af effekten af 9 okkerrenseanlæg i vandløb i Holstebro Kommune.
- 3) Holstebro Kommune, 1999: Savstrup Å 1996-1998.
- 4) Esbjerg Kommune, 2013: Okkerovervågning af vandløb i Esbjerg Kommune, 2012-2013. Udført af Kogsgaard jord & miljørådgivning
- 5) Ringkjøbing Amt, 2001: Optimering af renseeffekt i lavteknologiske okkerrenseanlæg, Del A: Effektanalyse. Udført af DHI
- 6) Ringkjøbing Amt, 2001; Optimering af renseeffekten i lavteknologiske okkerrenseanlæg i vinterperioden. Del B: Undersøgelser i model- og fuldskalaanlæg. Udført af DHI
- 7) Ringkøbing-Skjern Kommune (2013): Drift og vedligeholdelse af okkerrensingsbassiner
- 8) Miljøcenter Ribe (2008), Okkerværktøjskasse -Pilotområde Skonager Lilleå. ORBICON A/S.
- 9) Miljøstyrelsen 1984: Fødegrundlagets betydning for produktionen af ørred (salmo trutta L.) i okkerbelastede vandløb. Bilag 17 til okkerreddegørelse. Udarbejdet af Jesper G. Dannisøe et al.





## BILAG





## BILAG A – Vurdering af muligheden for placering af nye okkeranlæg



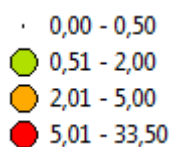
## A Vurdering af muligheder for placering af nye okkeranlæg

Gennemgangen nedenfor viser de kommuner, hvor der er konstateret okkerproblemer, samt hvor der er etableret okker renseanlæg. Gennemgangen baseres på følgende informationer:

- Okkermålinger gennemført mellem 1986 og 2012 (ikke sammenhængende serier for alle stationer, totalt 1556 målinger). Målingerne er opdelt i 4 klasser, som det fremgår af nedenstående legende
- Placering af godt 100 okkeranlæg
- Vandløbstema med status for den økologiske tilstand, opdelt i vandløbsstrækninger, hvor der er 1,2, eller 3 faunaklasser mellem tilstandsstatus og mål og hvor der er målt høje okker koncentrationer. (**KORT 1 for hver kommune**)
- Vandløbstema, hvor vandløb er klassificeret så okkerbelastede, at de ikke kan forventes at kunne opfylde en normal målsætning (**KORT 2 for relevante kommuner**)

Legende:

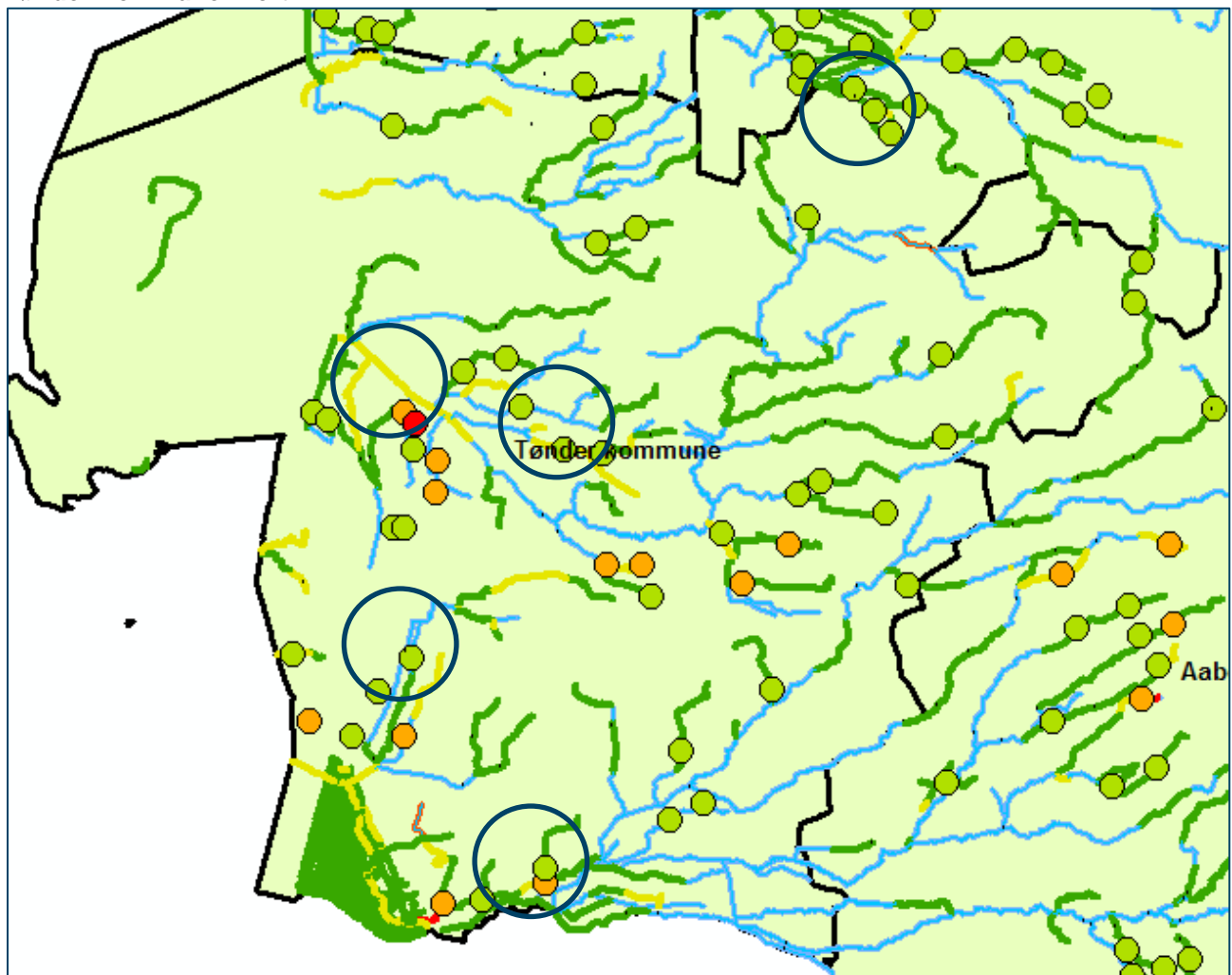
Koncentrationsinddelinger af Ferro-jern i mg/l



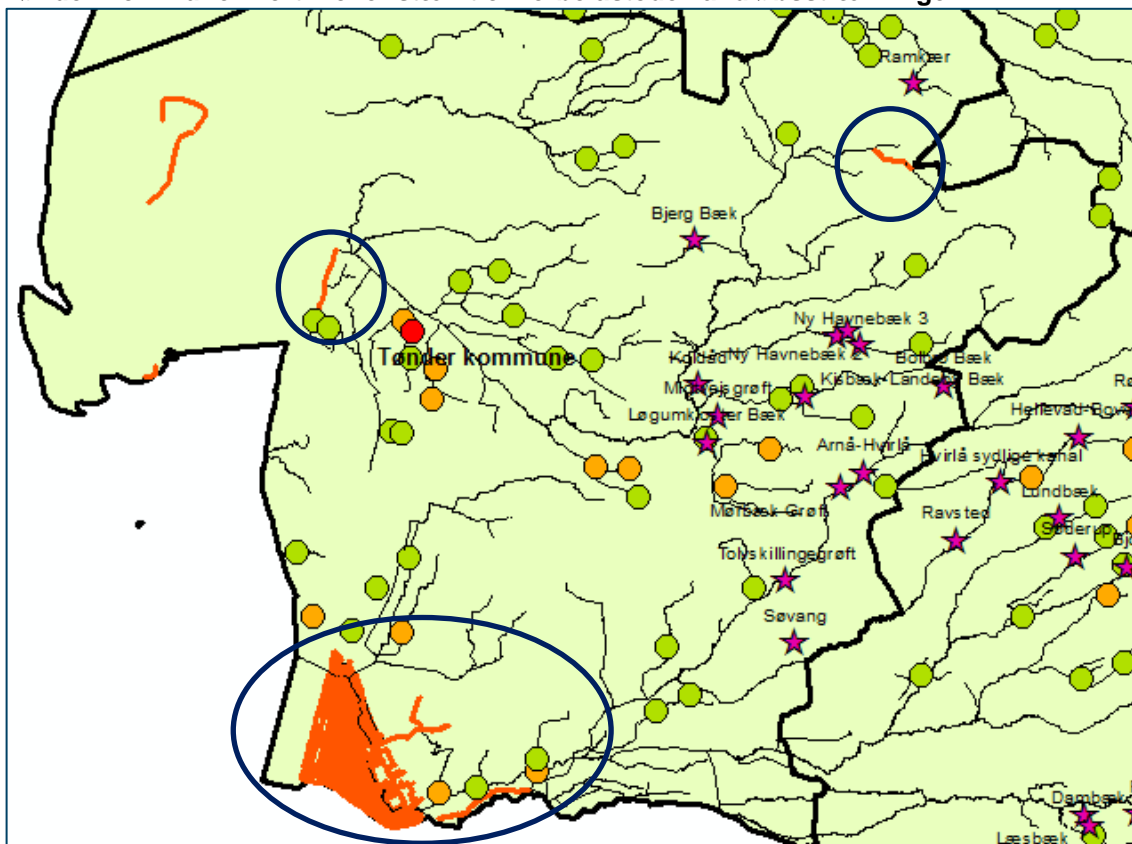
For hver af kommunerne er der udlagt cirkler i de områder, hvor der er konstateret faunaklasseforskel, og hvor der i samme vandløbssystem er indsamlet ferrojern koncentrationer. Disse cirkler er udlagt steder, hvor der synes at være et behov for at etablere okkerrensforanstaltninger for at mindske påvirkningerne. Der er enkelte områder med meget høje målinger af ferrojern, hvor vandløbsstrækningen lever op til faunaklassen, men det er undtagelser. Dette understreger nødvendigheden af, at der gennemføres yderligere undersøgelser, før der tages initiativ til at implementere nye anlæg, idet der også kan være andre årsager til, at den ønskede faunaklasse ikke er opnået. Dette kan være dårlige hydro-morfologiske forhold, udledning af spildevand eller anden påvirkning, f.eks. langsomtflydende kanaler etc.

For de strækninger, som er vurderet så stærkt okkerbelastede, at de falder uden for normale målsætningskriterier, skal man ved undersøgelsen af dem se på de nedstrøms strækninger for at vurdere, om der er behov for særlig indsats for at disse strækninger ikke påvirkes unødigt af okker fra de belastede strækninger.

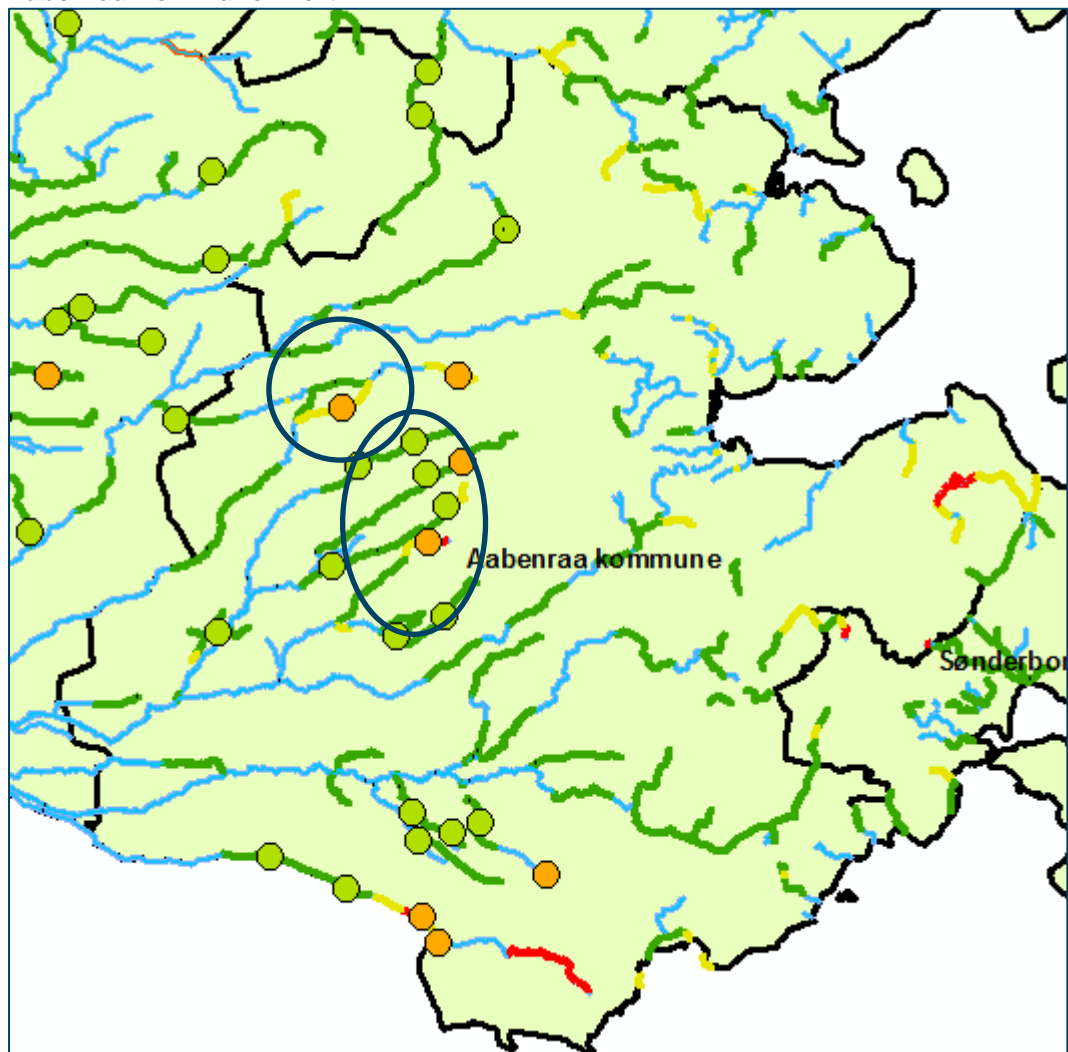
Tønder Kommune: Kort 1



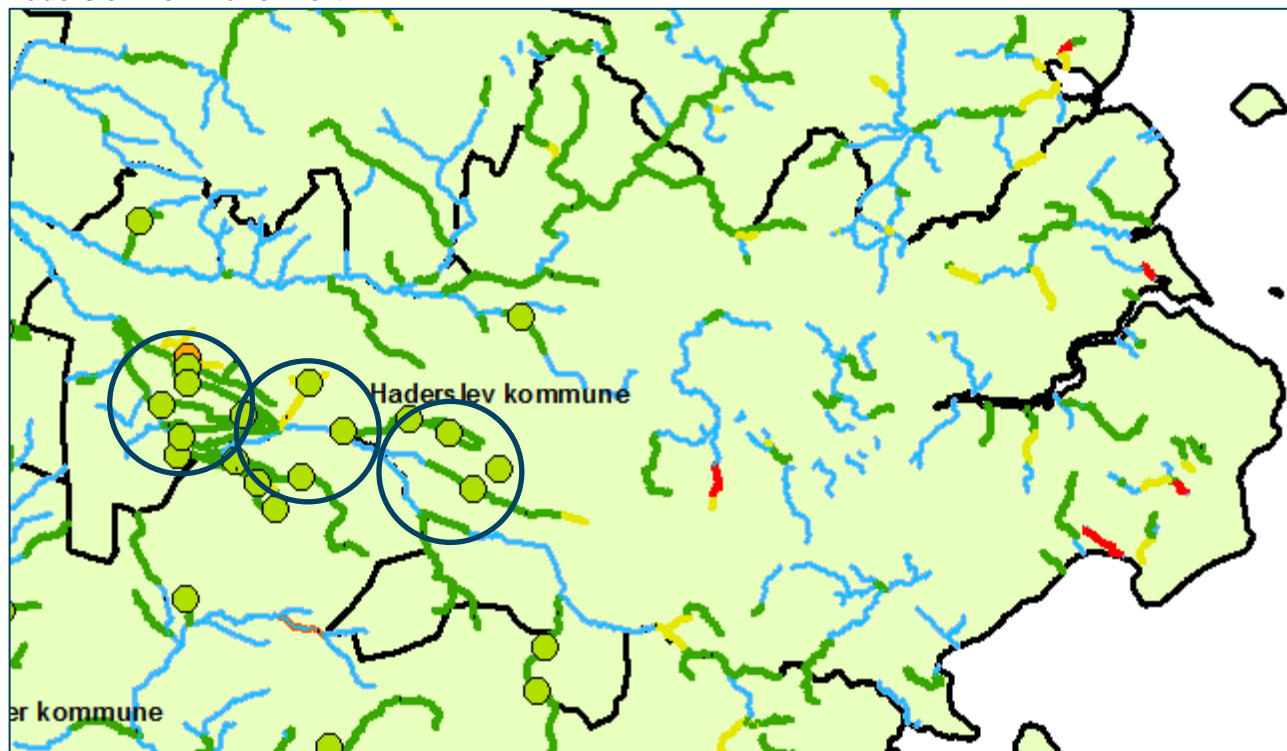
Tønder Kommune: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger



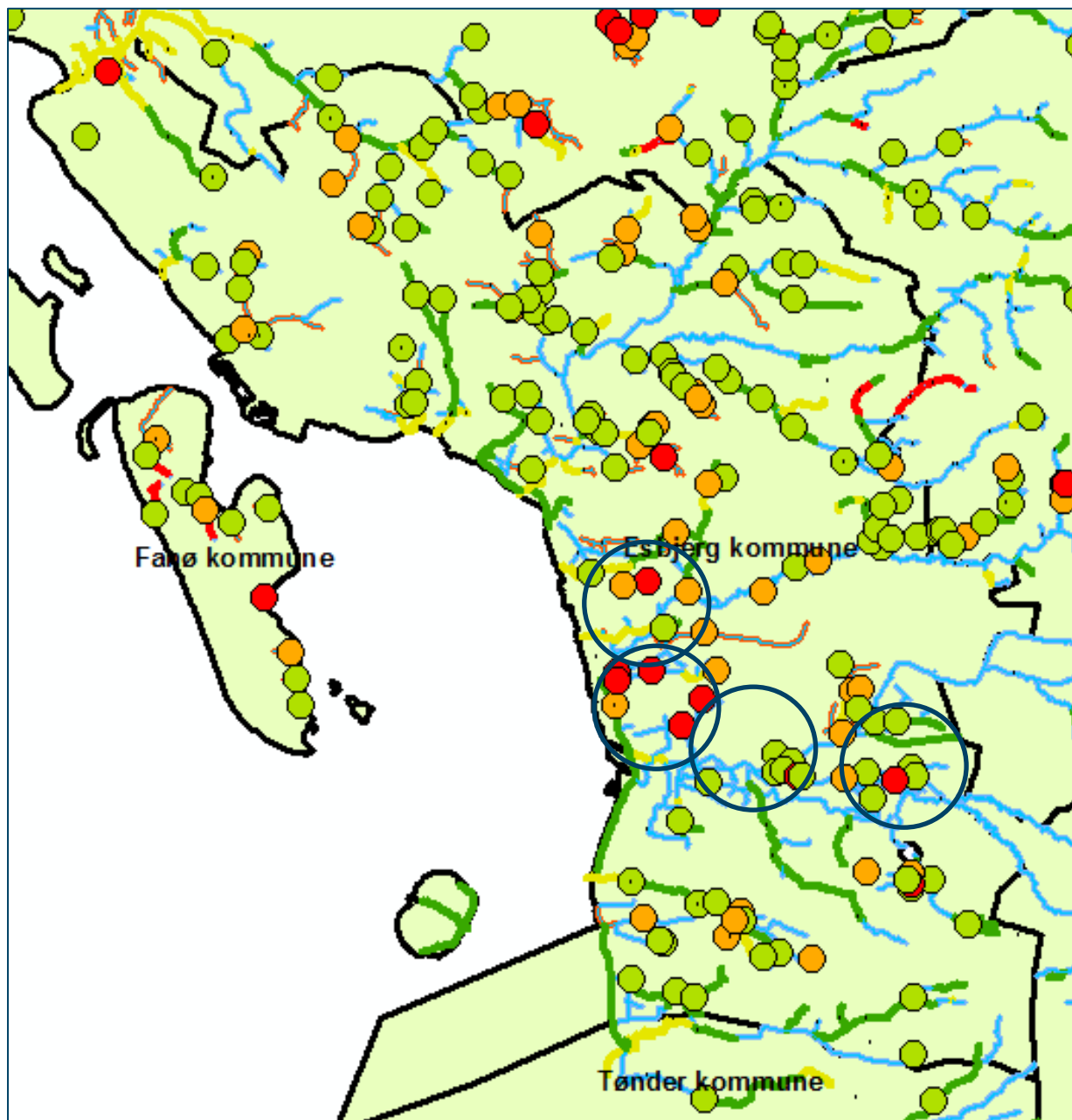
Aabenraa Kommune: Kort 1



Haderslev Kommune: Kort 1

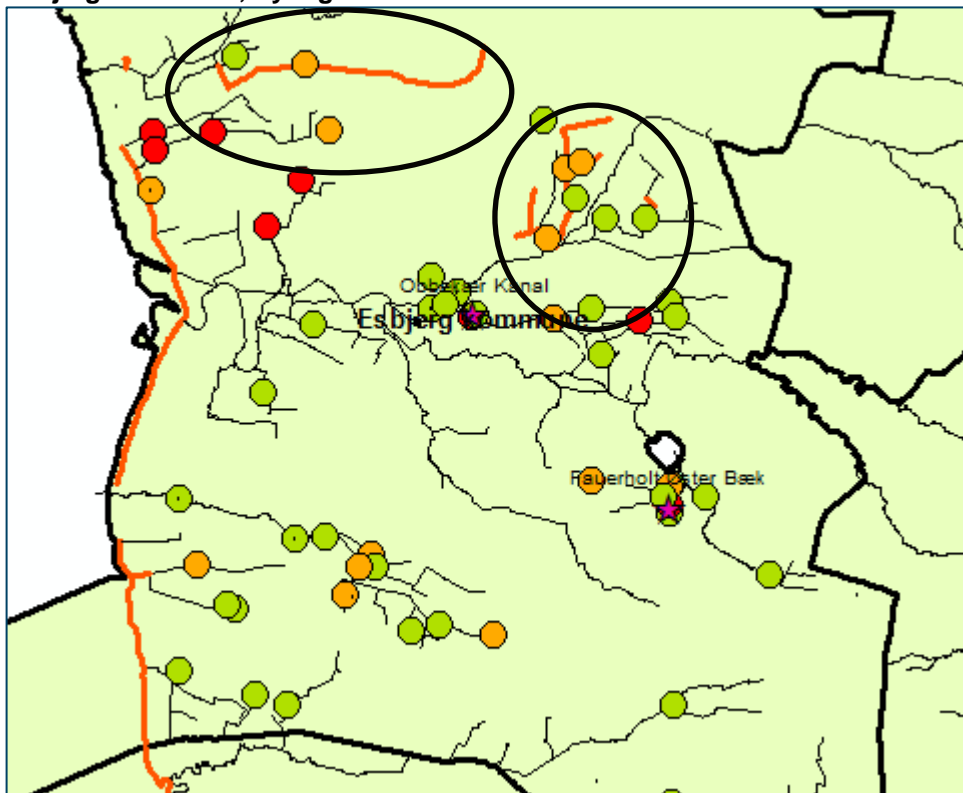


Esbjerg Kommune: Kort 1

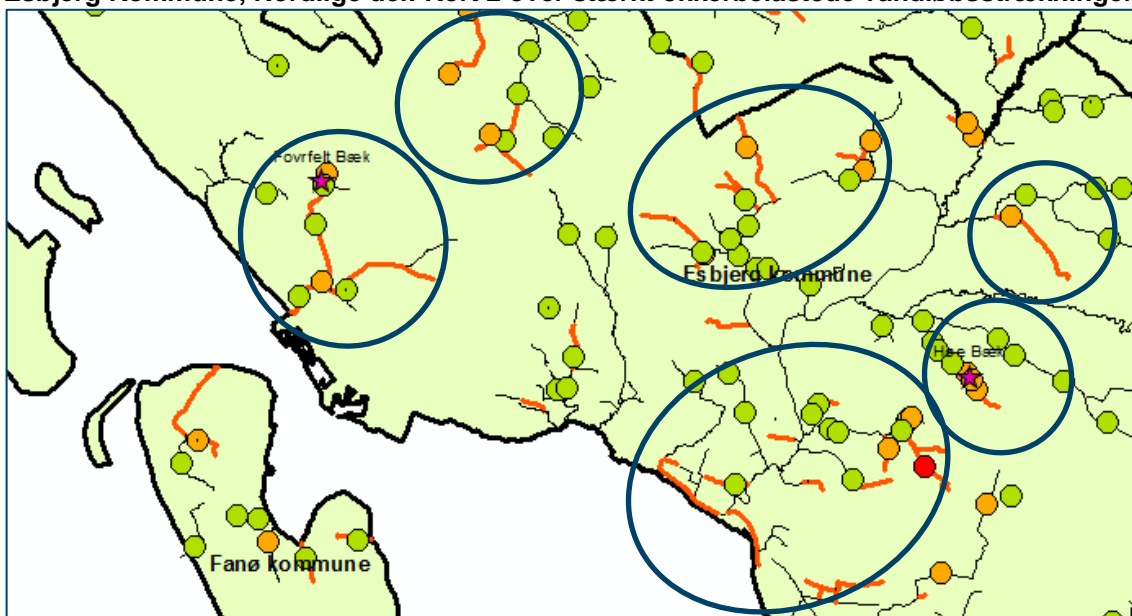




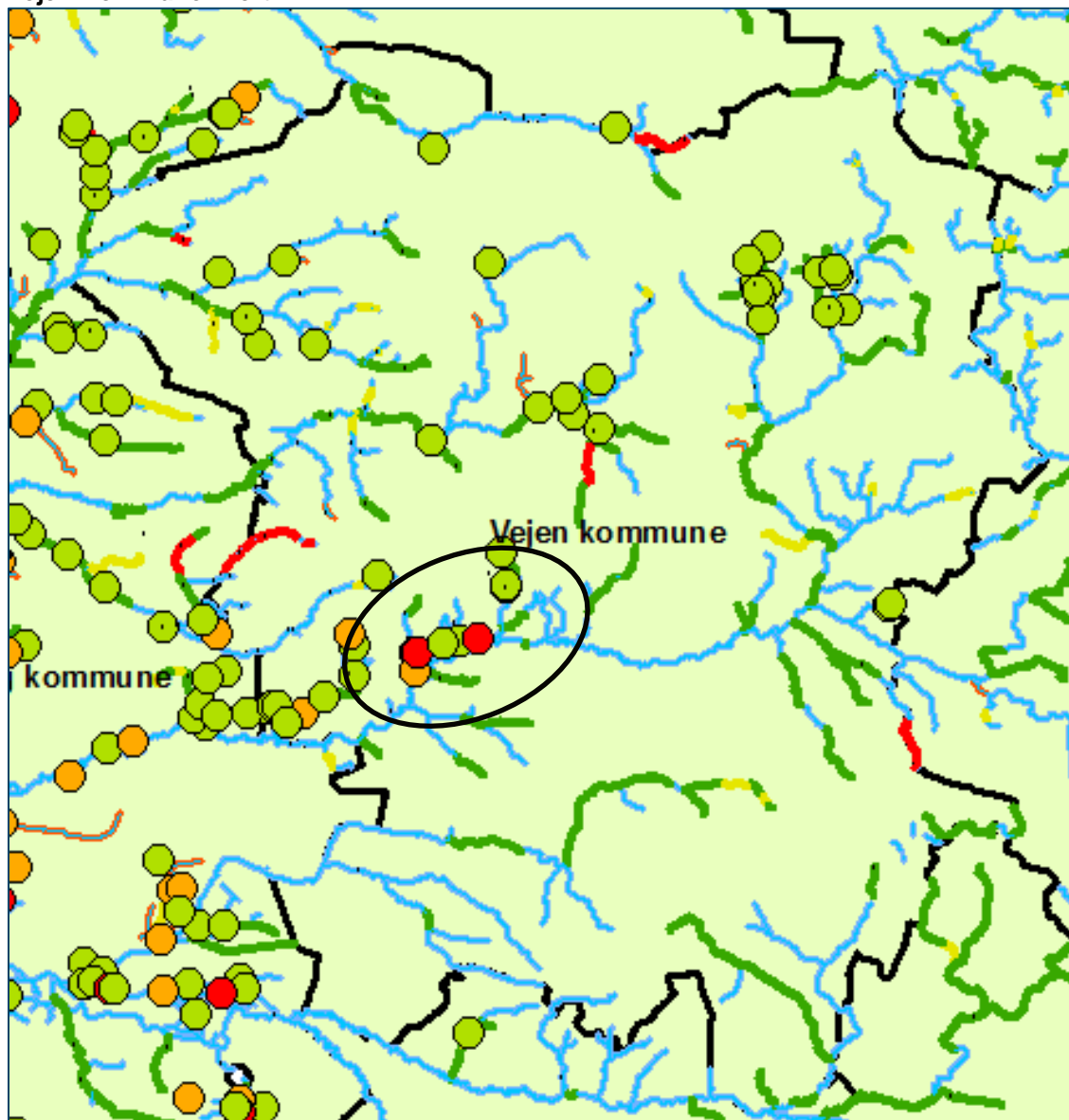
Esbjerg Kommune, Sydlige del: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger



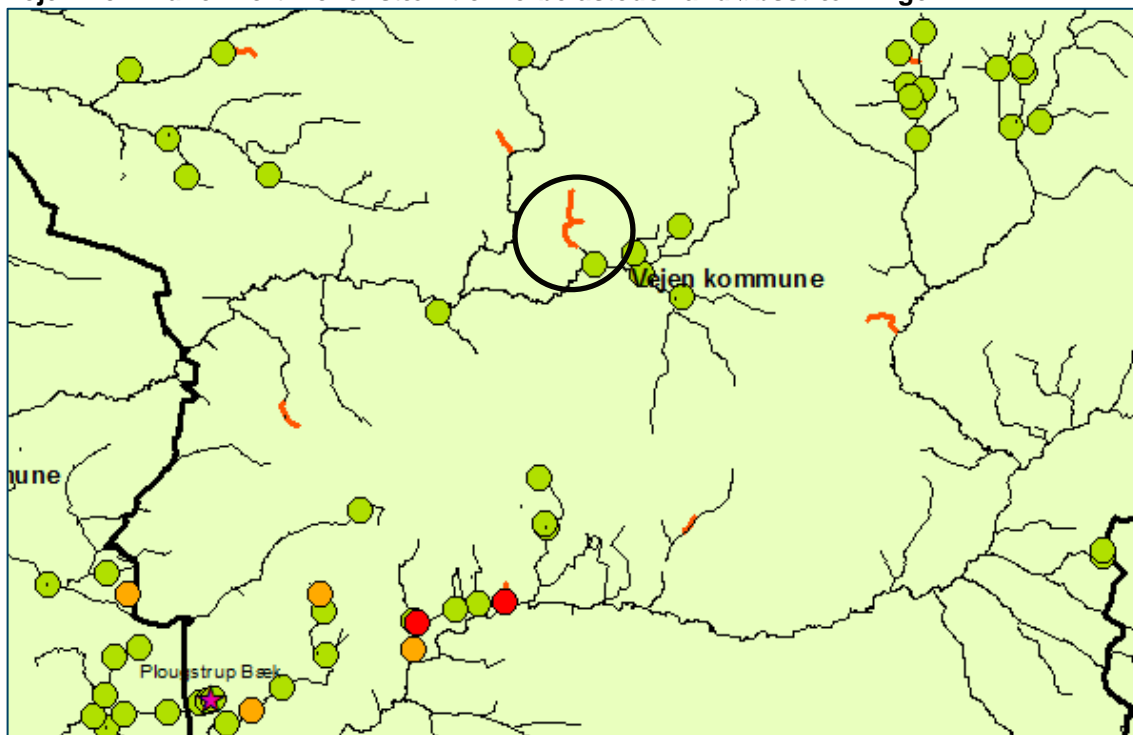
Esbjerg Kommune, Nordlige del: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger



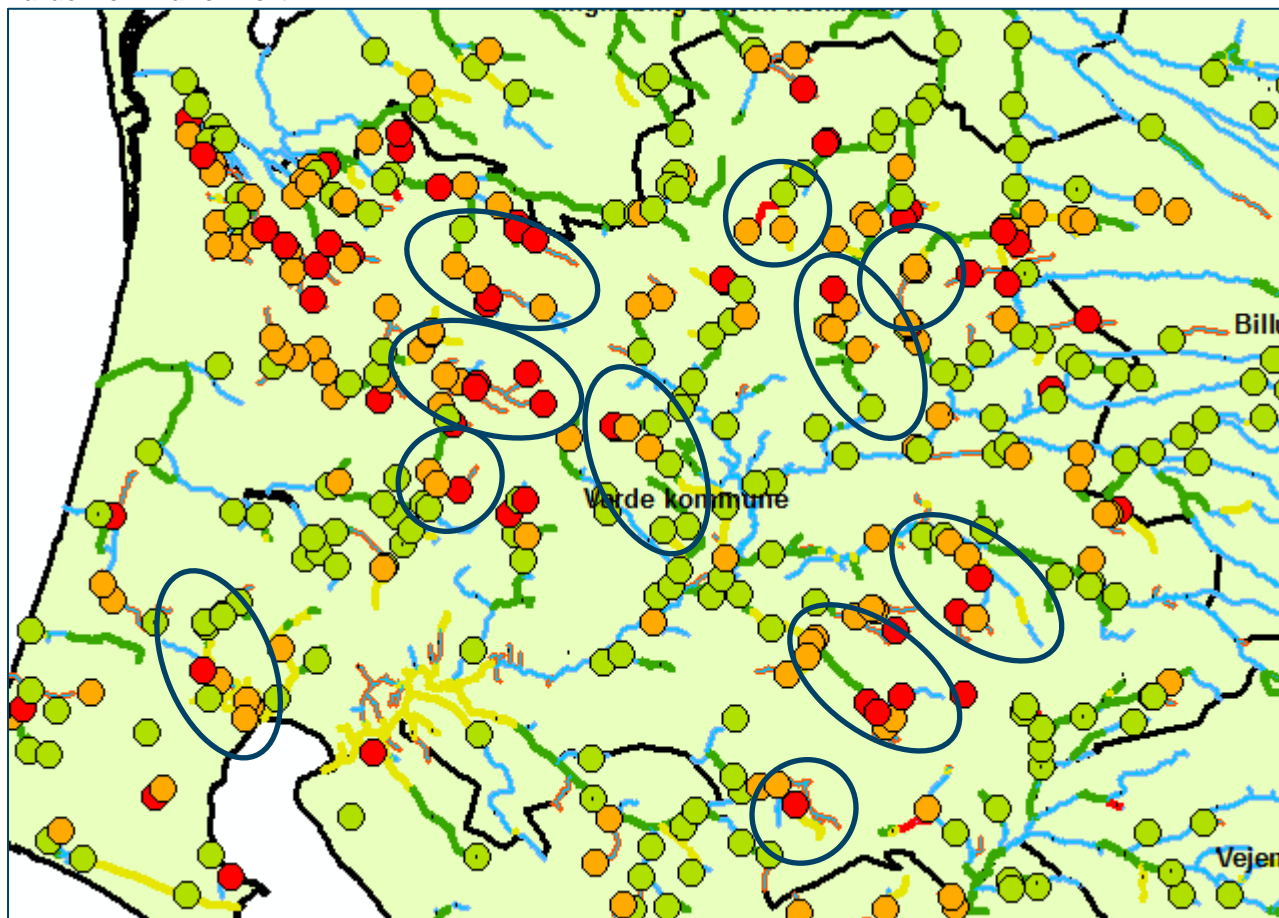
Vejen Kommune: Kort 1



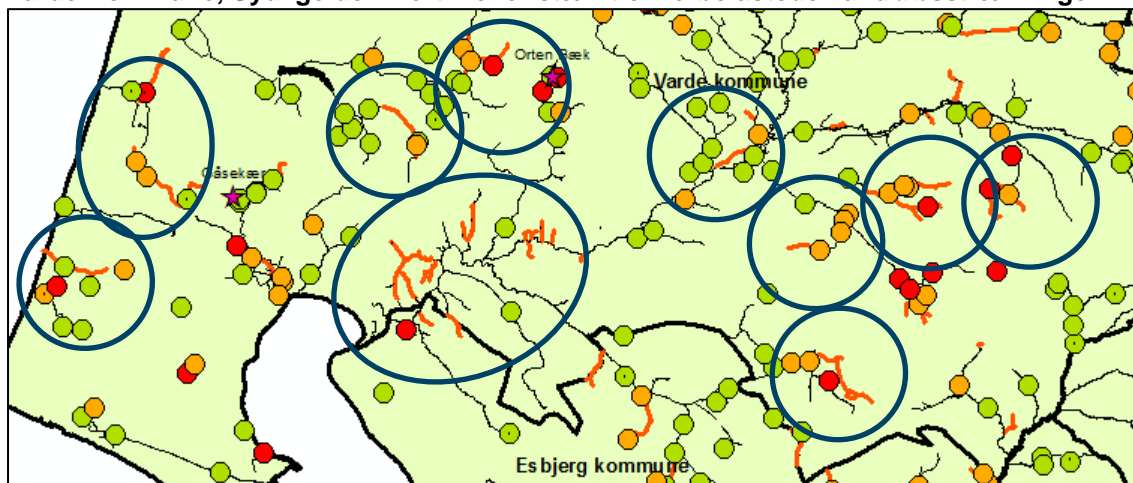
**Vejen Kommune: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger**



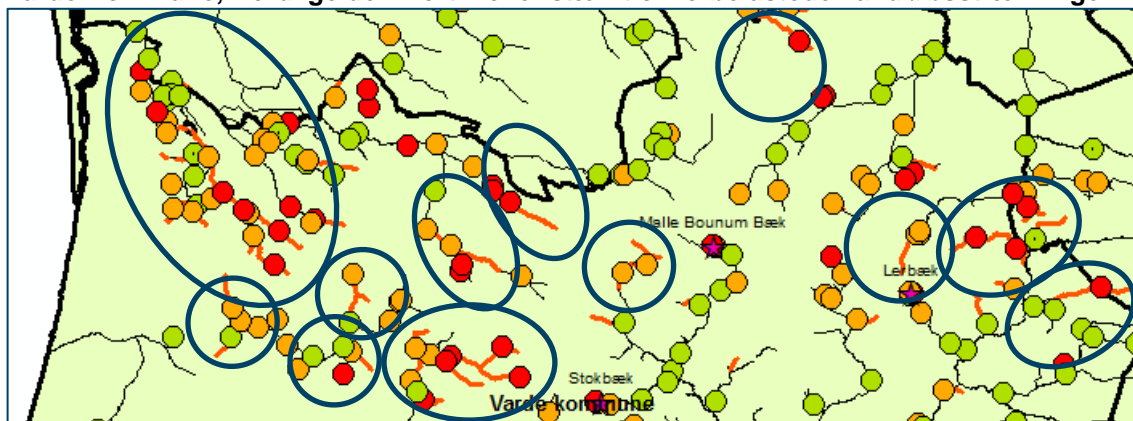
Varde Kommune: Kort 1



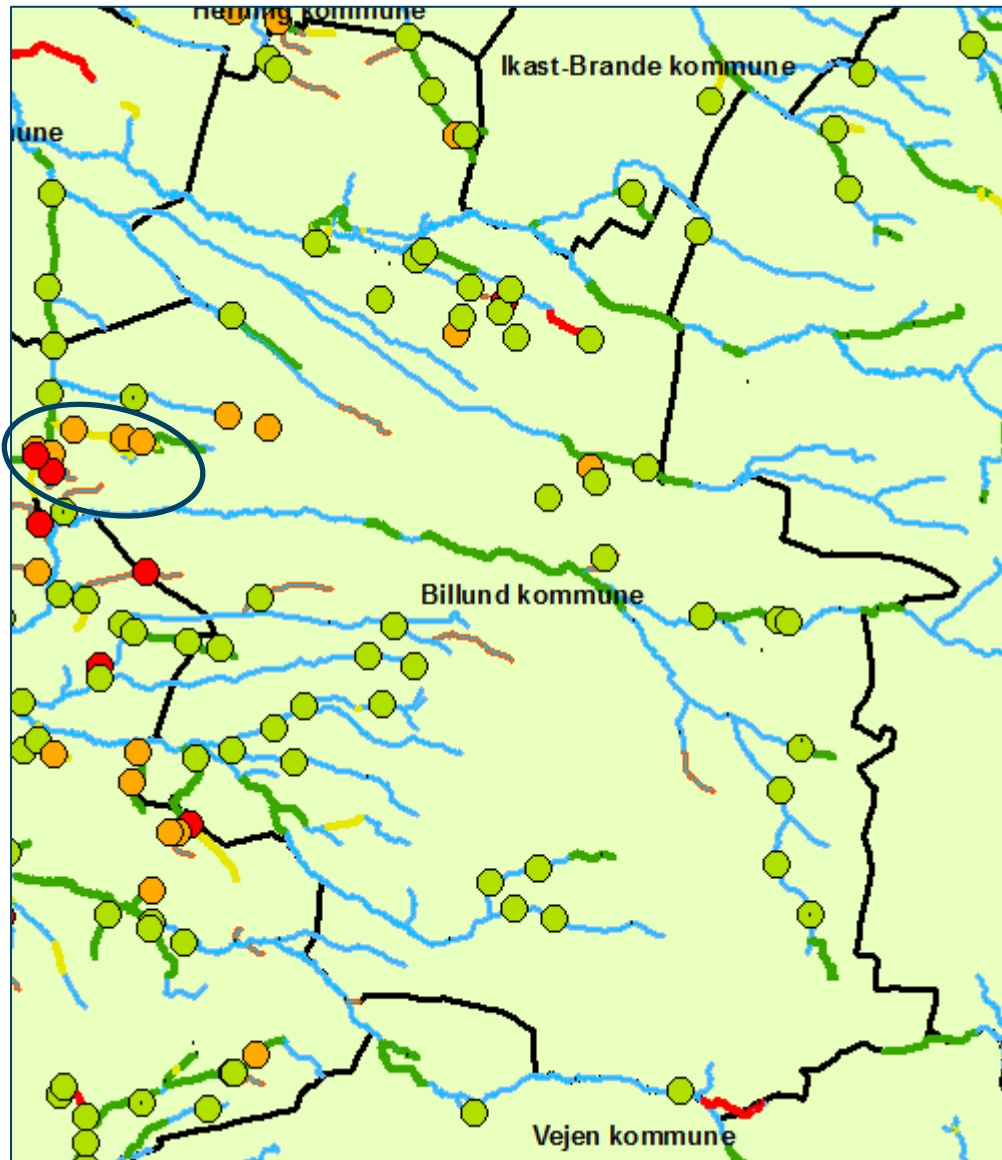
Varde Kommune, Sydlige del: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger



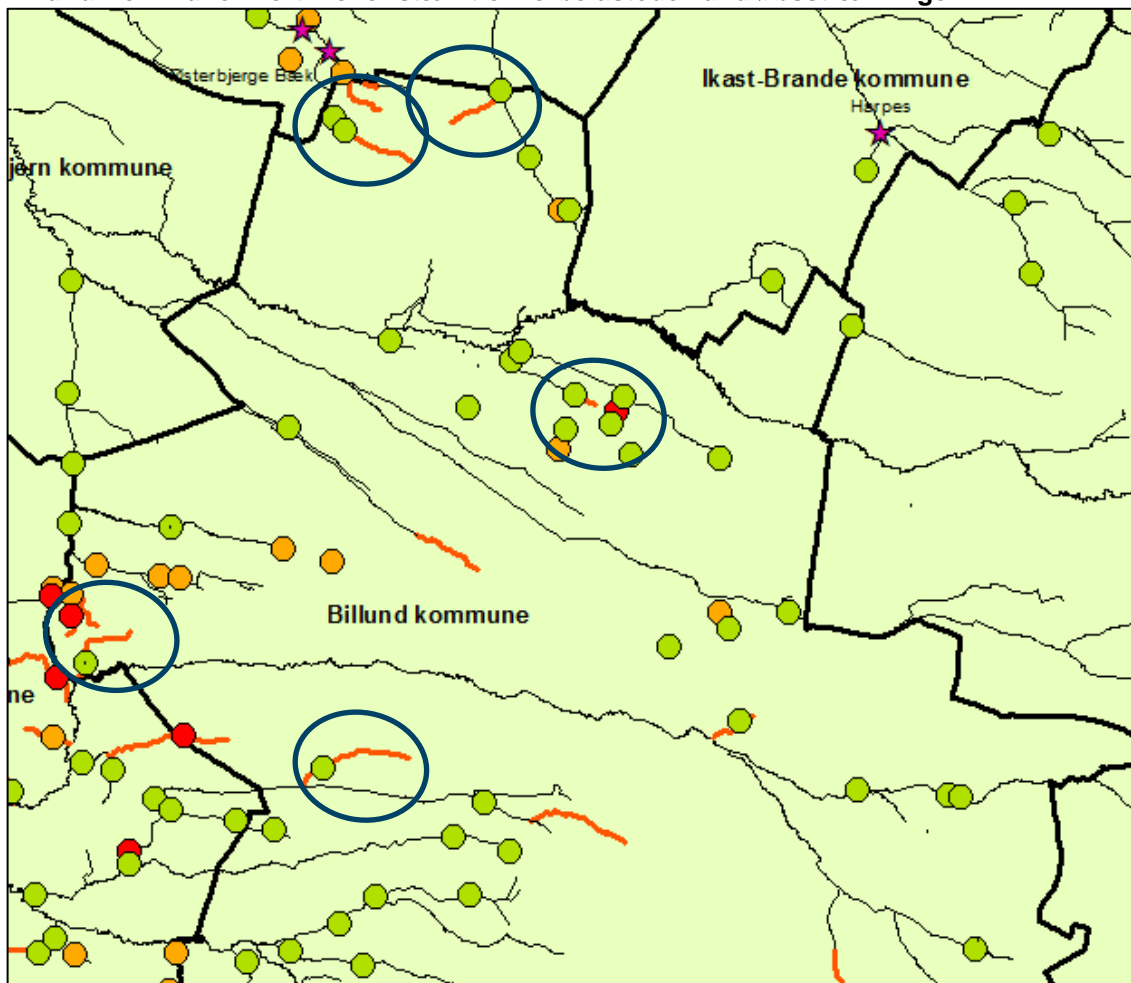
**Varde Kommune, Nordlige del: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger**



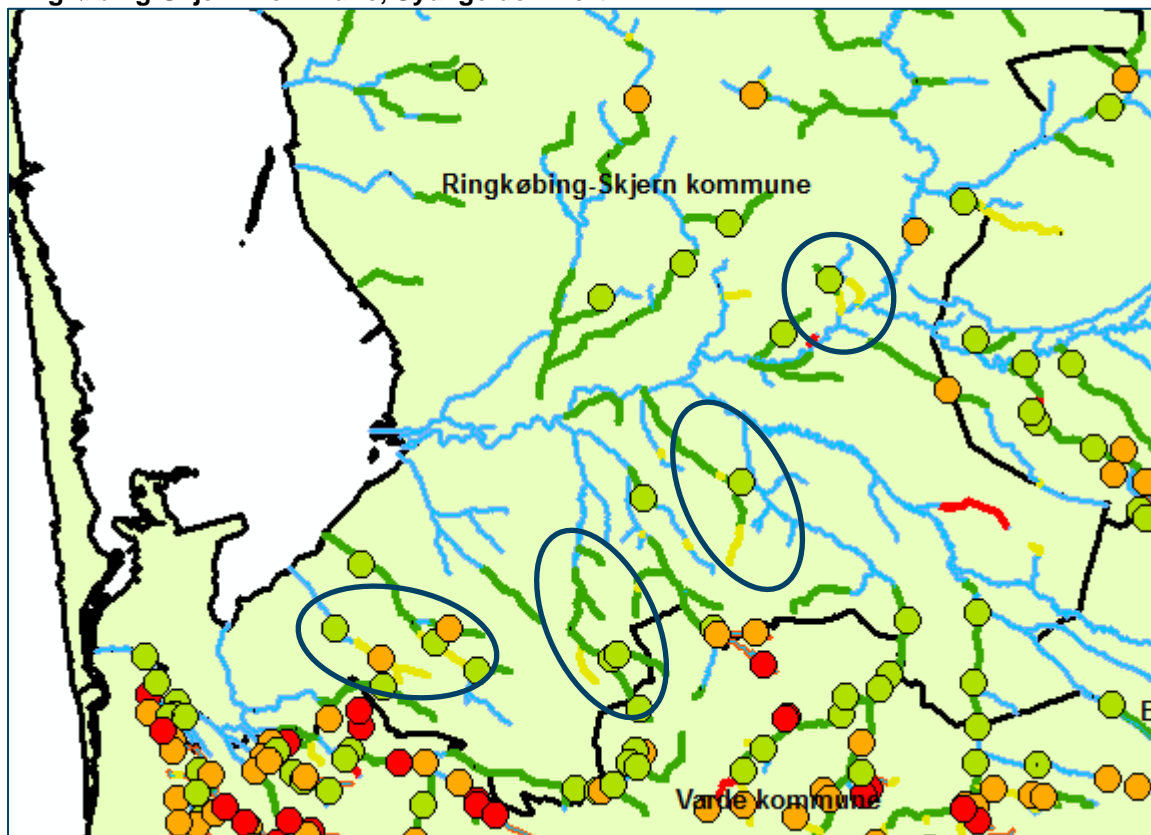
Billund Kommune: Kort 1



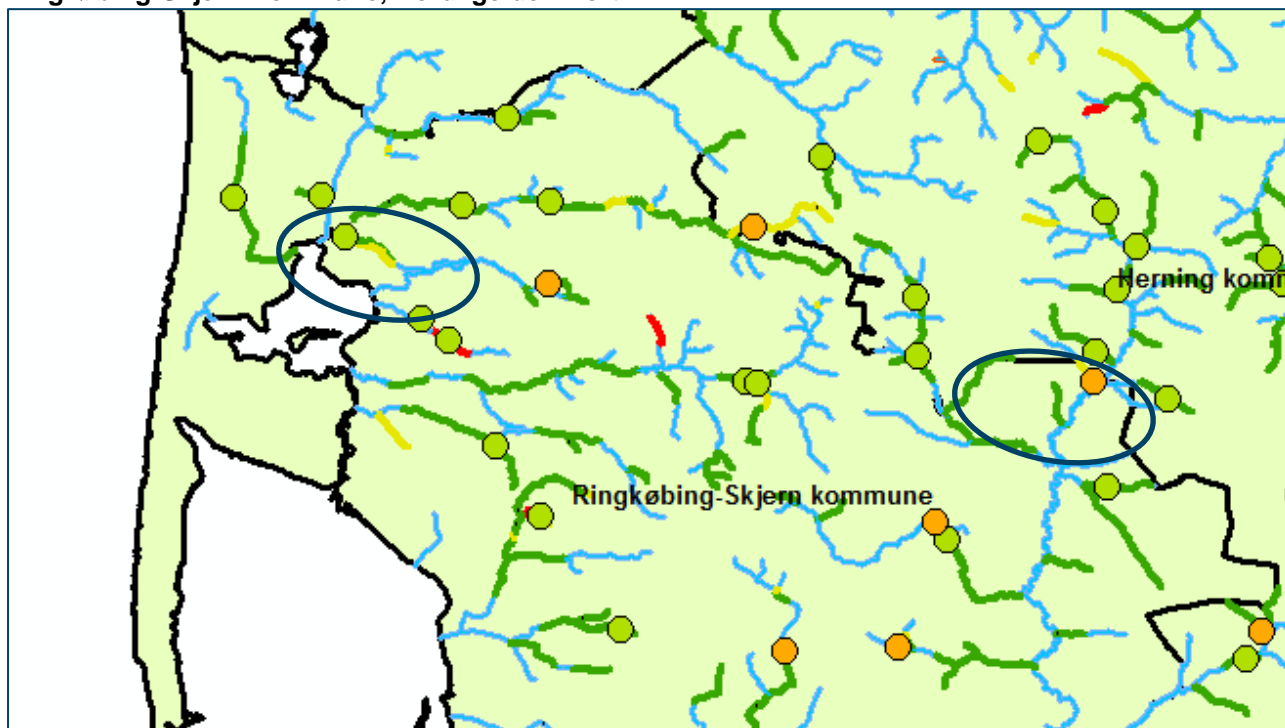
**Billund Kommune: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger**



Ringkøbing-Skjern Kommune, Sydlige del: Kort 1

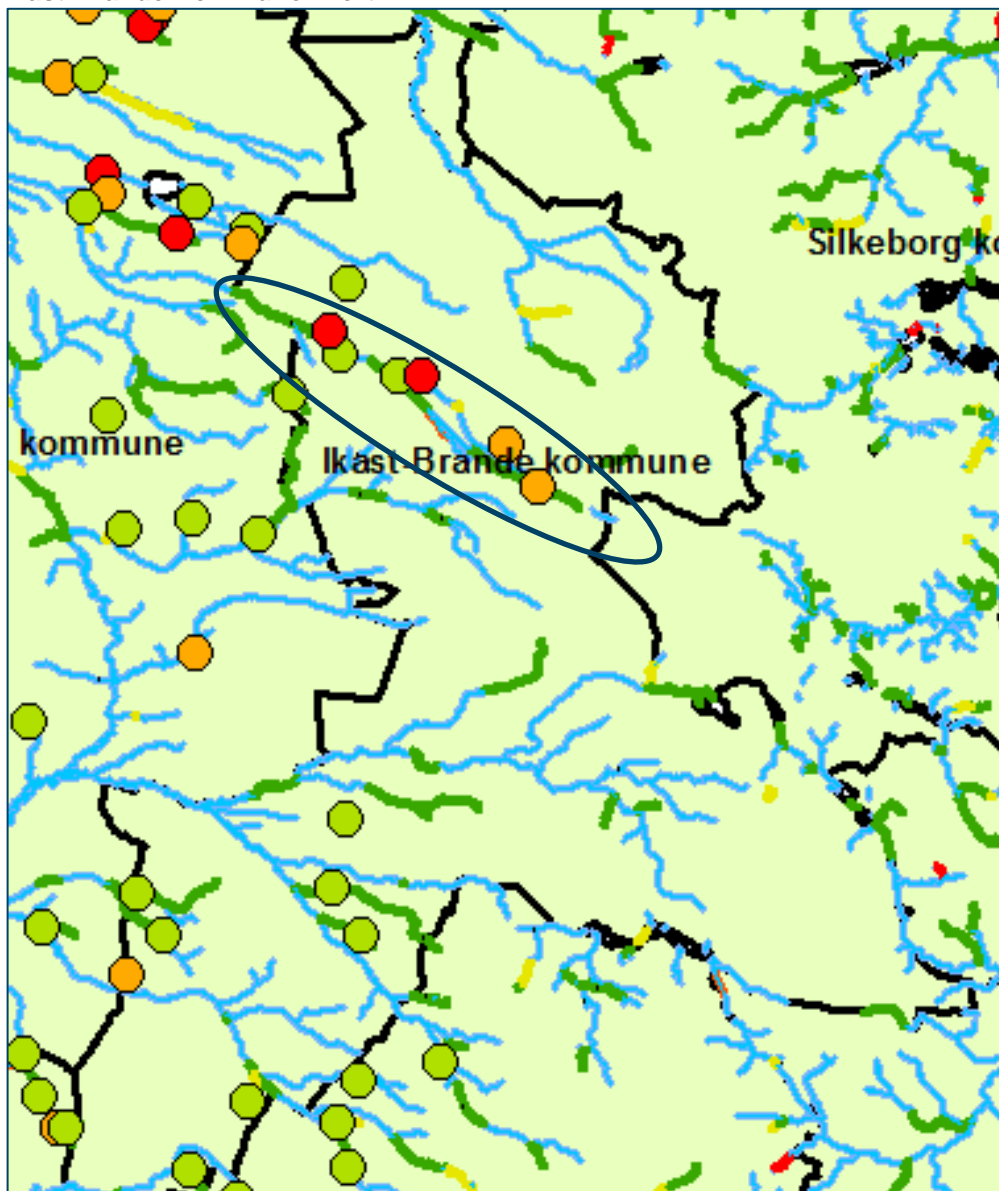


Ringkøbing-Skjern Kommune, Nordlige del: Kort 1

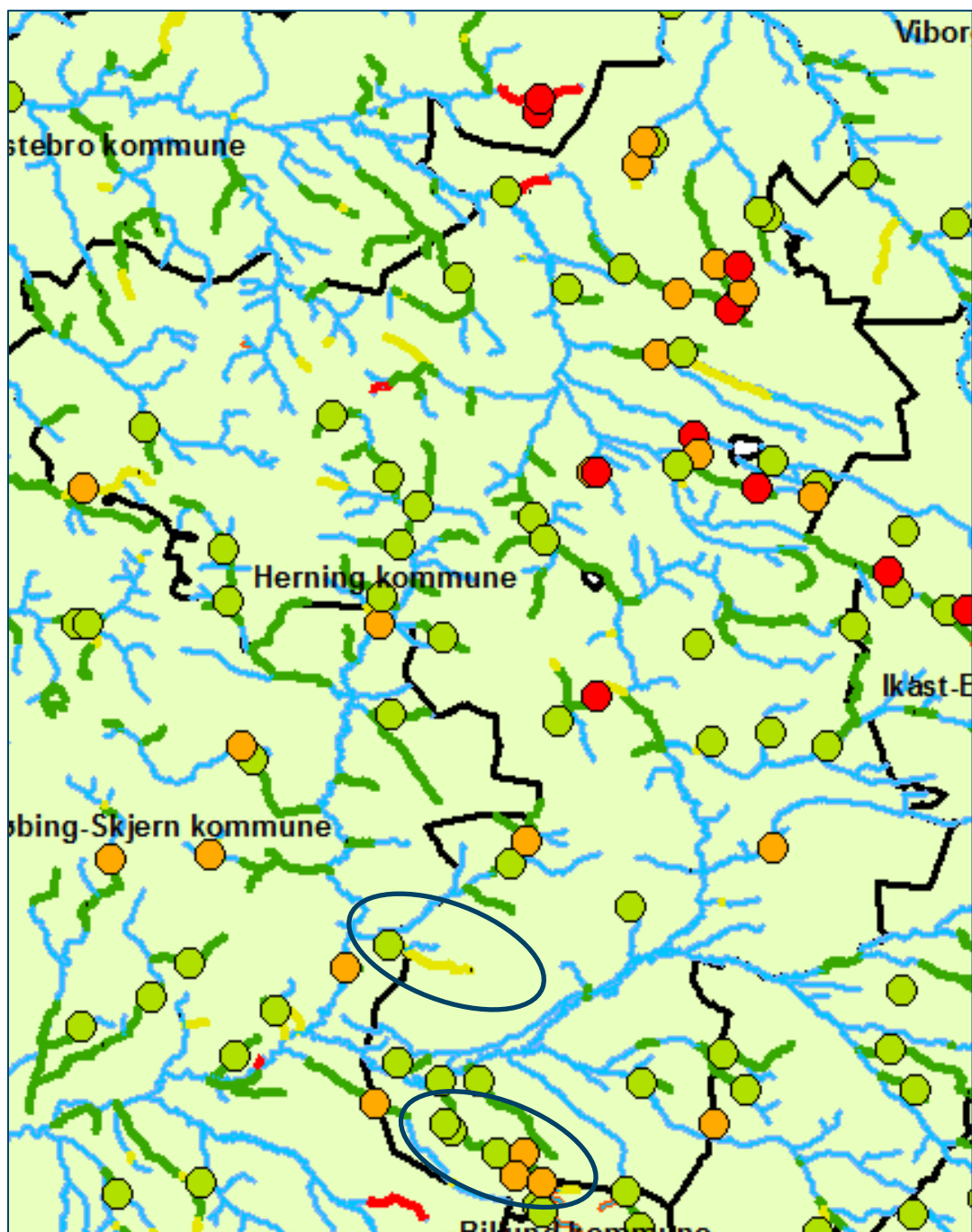




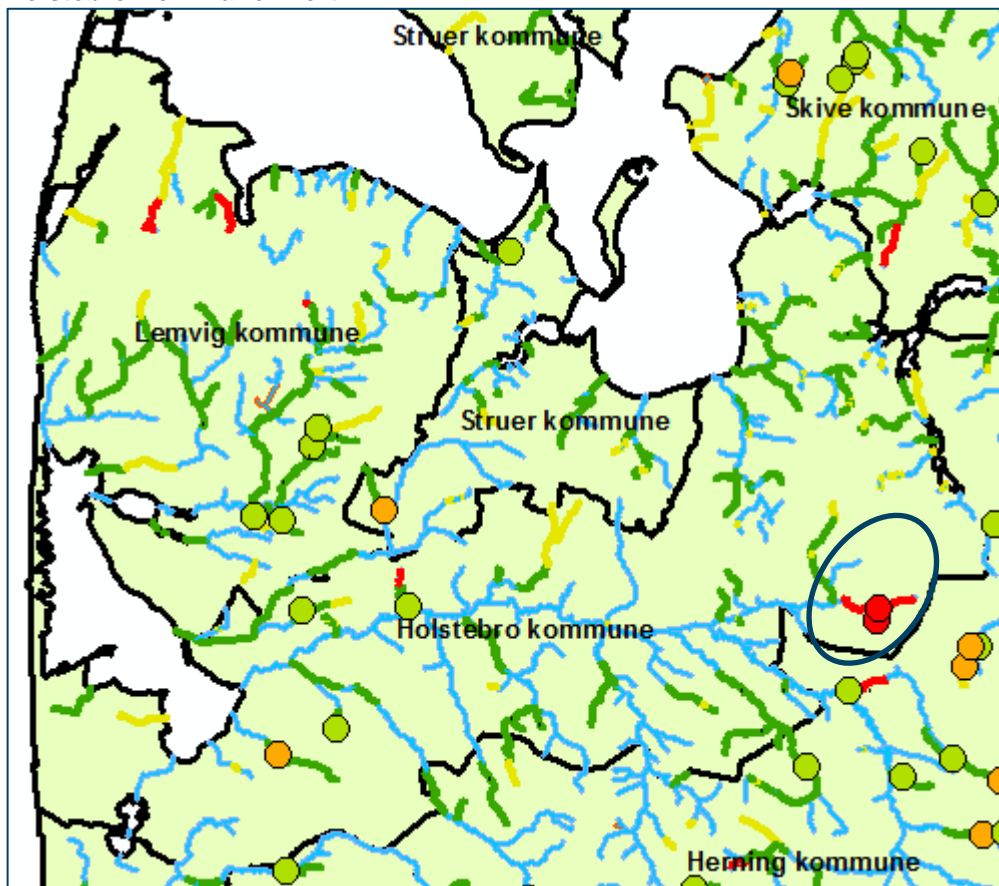
Ikast-Brande Kommune: Kort 1



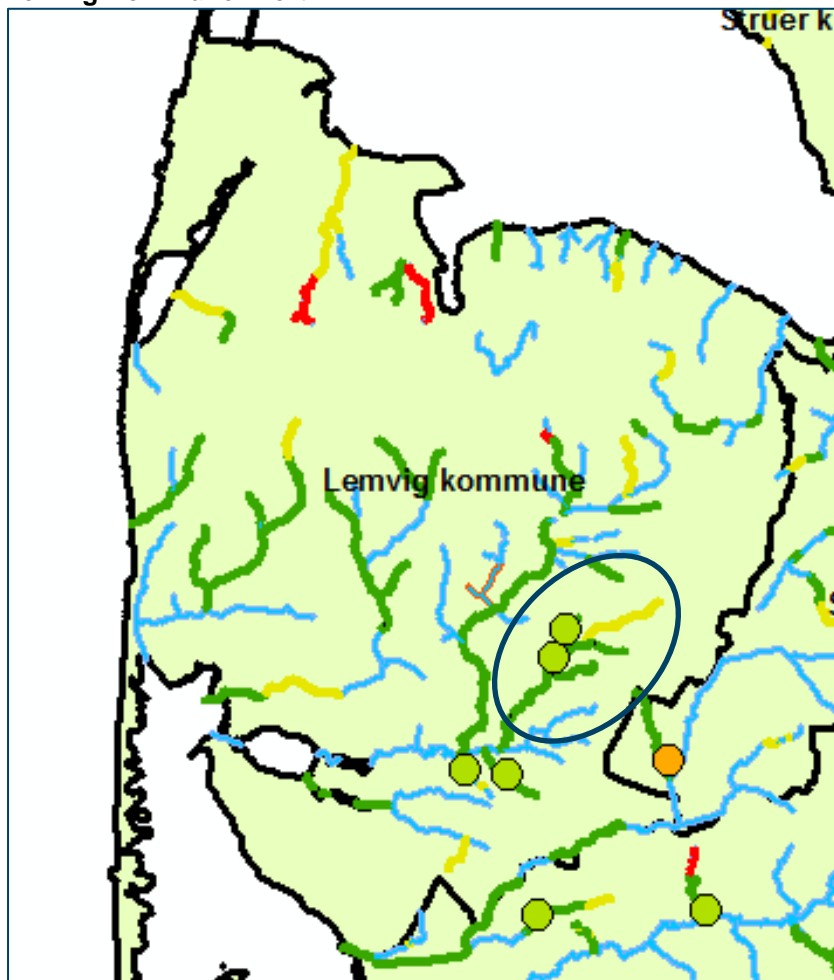
Herning Kommune: Kort 1



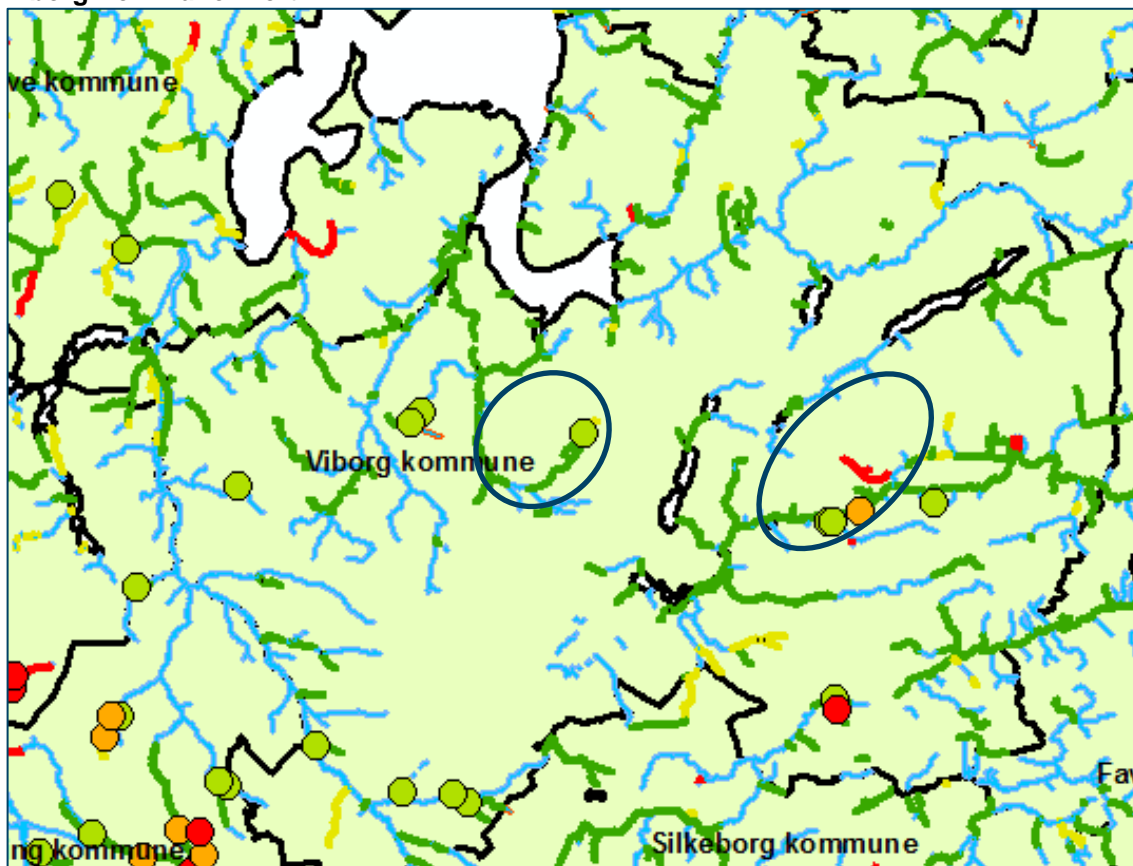
Holstebro Kommune: Kort 1



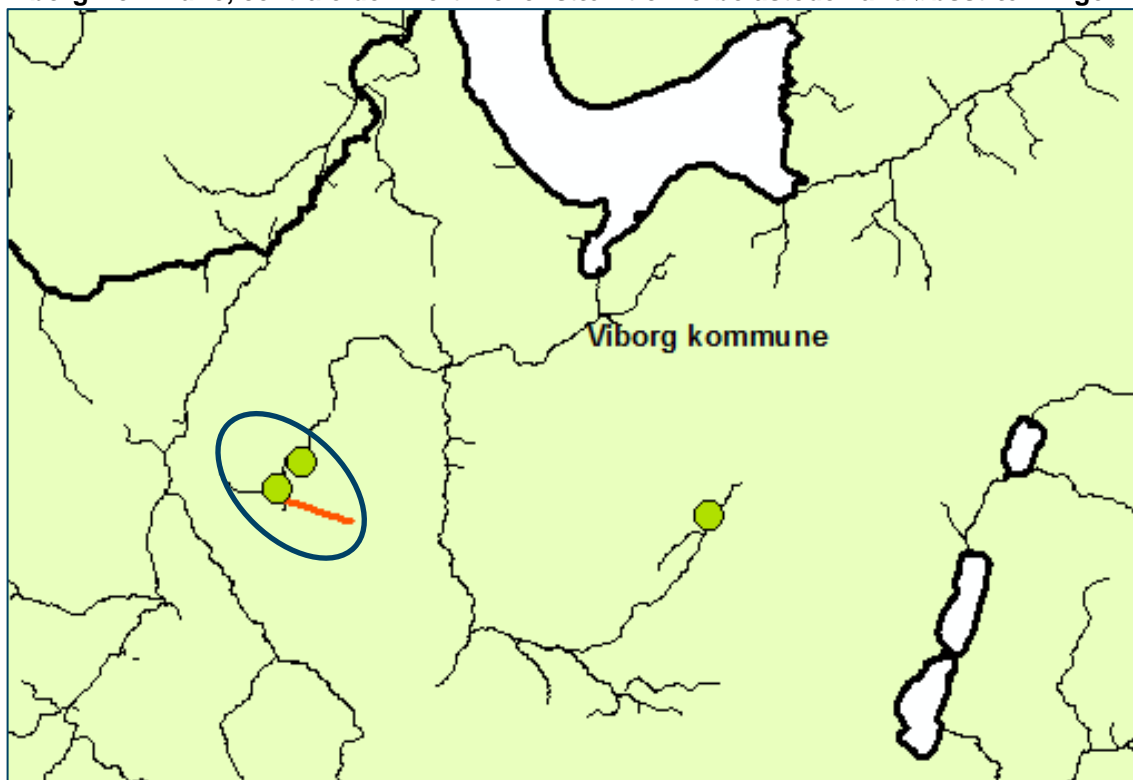
Lemvig Kommune: Kort 1



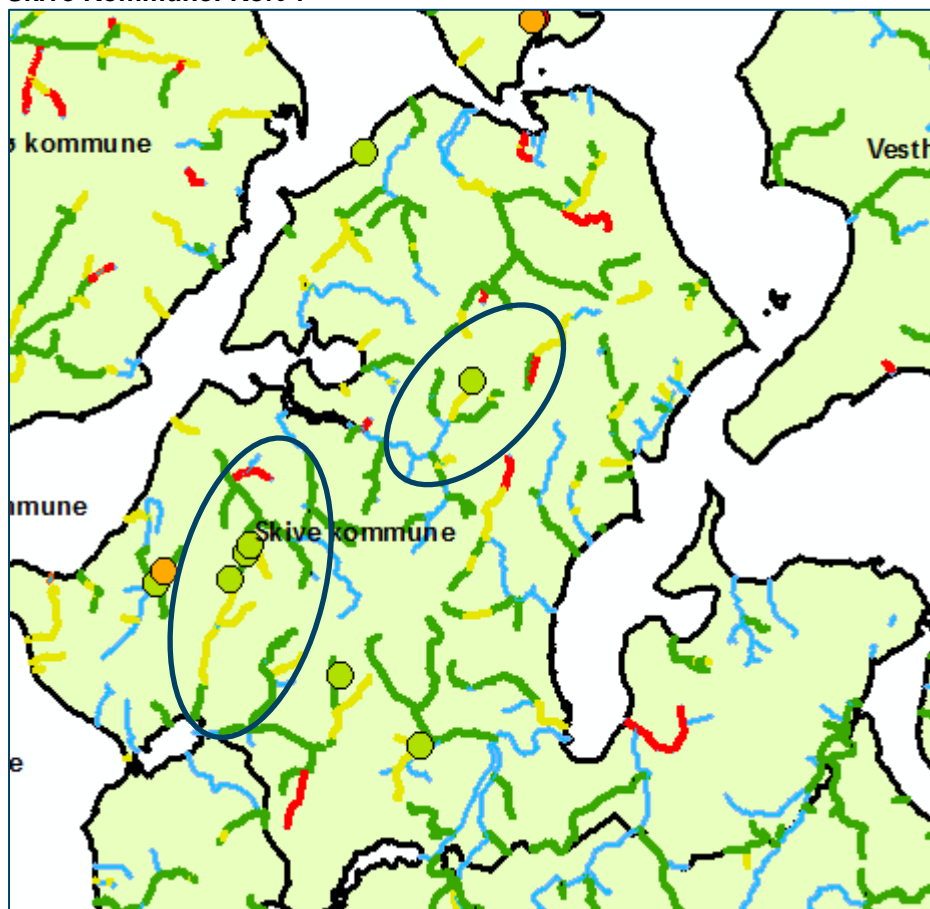
Viborg Kommune: Kort 1



Viborg Kommune, centrale del: Kort 2 over stærkt okkerbelastede vandløbsstrækninger



Skive Kommune: Kort 1



BILAG B– Uddrag fra ”Okkerværktøjskasse -  
Pilotområde Skonager Lilleå”. Rapport til  
Miljøcenter Ribe; Orbicon A/S; marts 2008.





## B Okkerværktøjskasse – ”Pilotområde Skonager Lilleå”

Uddrag fra ” Okkerværktøjskasse - Pilotområde Skonager Lilleå”.

Rapport til Miljøcenter Ribe; Orbicon A/S; marts 2008.

### **Lavvandede grødefyldte bassiner**

De lavvandede grødefyldte bassiner i pilotområdets opstrøms ende er foreslået, idet denne type okkeranlæg virker bedre end en okkersø, og en generel vandstandshævning af tilstrækkeligt omfang i området vil påvirke meget store arealer.

En generel vandstandshævning i områderne kunne dog overvejes, såfremt det viser sig, at de foreslåede bassinanlæg ikke er tilstrækkelige. Alternativt kan de lavvandede grødefyldte bassiner udbygges med hydratkalkanlæg, såfremt de foreslåede indgreb ikke er tilstrækkelige. Begge sidstnævnte løsninger vil dog være forbundet med meget store omkostninger, idet hævnningen af vandstanden som nævnt vil påvirke meget store arealer, mens hydratkalkløsningen med medføre omfattende driftsudgifter.

Normalt skal lavvandede grødefyldte bassiner have en ganske betydelig opholdstid selv ved de store afstrømningshændelser for at kunne yde en tilstrækkelig renseeffekt. Som det fremgår af afsnit 2.3, er der tale om store vandmængder, der skal behandles, hvilket vil kræve meget store arealer og dermed jordarbejder. Anlæggene er derfor projekteret til en gennemsnitlig opholdstid på 16 timer ved en vintermiddelvandføring (henholdsvis 120 og 140 l/sek).

Dette vil antageligt ikke være tilstrækkeligt til at sikre en DVFI-værdi på 5 på hele strækningen nedstrøms anlæggene, men under de eksisterende forhold sker der en ganske betydelig fjernelse af både opløst og total-jern på strækningen frem til st. 528-4986, hvorfor det vurderes, at anlæggene vil medføre en meget tydelig forbedring i vandkvaliteten på Skonager Lilleå's nedstrøms strækning.

En gennemsnitlig vinteropholdstid på 16 timer betyder, at anlæggene skal have et volumen på i alt henholdsvis ca. 7.000 m<sup>3</sup> og 8.000 m<sup>3</sup>. Ved en vandføring svarende til medianmaksimum vil opholdstiden i anlægget være ca. 3,8 timer.

Som udgangspunkt påregnes den opgravede råjord fra bassinerne placeret i nærområdet, det vil sige i engområderne omkring de udgravede bassiner. Da arealerne, hvorpå bassinerne etableres, er okkerpotentielle i klasse I kan den opgravede råjord indeholde høje pyritkoncentrationer, og det forventes nødvendigt at sikre specielt mod afløb af overfladisk afstrømning fra jorden direkte til vandløbet nedstrøms for bassinerne. Derfor bør den opgravede jord placeres i oplandet opstrøms for bassinerne. Det vil dels sikre, at eventuelt udskivende vand til grundvandszonen ikke belaster de nedstrøms tilløb til vandløbet, dels kan overfladisk afstrømning ledes til okkerbassinet. Desuden anbefales etableret omfangsgrøft og eventuelt sandfang før tilløbet til det lavvandede grødefyldte bassin.

### **Lavvandede grødefyldte bassiner i de opstrøms tilløb**

Der foreslås som nævnt etableret to lavvandede bassiner i den opstrøms ende af pilotområdet. Det ene bassin udlægges ved Vrenderup Mosebæk, umiddelbart vest for Tranbjergvej. Det andet bassin udlægges langs vandløbsstykket benævnt Årre Nørre Enge, hvor det opsamler vand fra det nord-syd gående tilløb.

Bassinerne og den opgravede råjord tænkes placeret i engområderne umiddelbart op til vandløbene, dog så vidt muligt uden at disse skal forlægges. Der lægges op til at den

opgravede jord ikke fjernes fra området, men i stedet indbygges i terrænet tæt på bassinerne. Dette af hensyn til at omkostningerne ved fjernelse og deponering af jorden udenfor lokalområdet ved udgravningerne.

De specifikke grave – og udlægsområder er ikke udpeget nærmere, da der forud for den konkrete lokalisering bør foretages en vurdering af hensyn til optimeringen af omfanget af gravearbejderne og endelig placering og indbygning af den opgravede jord.

### **Princip og udformning/dimensioner**

Principperne for begge bassinernes funktion og udformning er ens. Som tidligere nævnt skal lavvandede grødefyldte bassiner normalt have en betydelig opholdstid selv ved de store afstrømningshændelser for at kunne yde en tilstrækkelig renseseffekt. Ved de givne antagelser, der tager udgangspunkt i en vintermiddelfastrømning på henholdsvis 120 l/s for Vrenderup Mosebæk og 140 l/s for vandløbsstykket ved Årre Nørre Enge er det vurderet, at opholdstider i størrelsesorden 16 timer (vinter) vil betyde en god rensningseffekt. De nødvendige bassinvoluminer bør således være mindst henholdsvis 7.000 m<sup>3</sup> og 8.000 m<sup>3</sup> på de to lokaliteter.

### **Bassinudformning og princip**

Princippet ved udformningen af lavvandede grødefyldte bassiner er, at størstedelen af vandarealet etableres som lavvandede områder, men normalvanddybder på ca. 0,5 m. Den begrænsede vanddybde skaber dels en stor overflade for de ønskede omsætningsprocesser på bundfladerne, dels giver det mulighed for lysindfald til bundvegetation og på sigt gode vækstbetingelser for større vandplanter. Specielt vandplanterne forøger de aktive overflader og potentialet for fældning/sedimentation og omsætning af jern meget.

Normalt anbefales etableret dybere partier med overløb til/fra de lavvandede partier ved indløb og udløb dels af hensyn til en bundfældning og oprensning af sand mv. dels for at sikre en jævn fordeling af vandet i hele bredden af bassinet. De dybere indløbs- og udløbspartier gives en normaldybde på ca. 1,5 m.

Som udgangspunkt anbefales en volumenmæssig fordeling mellem de lave og dybe partier i bassinet på størrelsesorden 1:1, hvorved den arealmæssige fordeling mellem de lavvandede og dybere områder bliver ca. 3:1.

Bassinet etableres som et sammenhængende vand/vådområde, der indpasses i det omgivende terræn, hvor de dybe partier forbindes til vandløbet og fungerer som henholdsvis indløb og afløb til bassinet. Det bør således fremstå med naturlige afrundede former, hvor de lavvandede og dybe partier supplerer hinanden i det landskabelige element, og ligeledes har sammenhæng med de jordhøje, som overskuds-jorden fra udgravningen kan indbygges i.

Bassinet og omgivelserne vil med tiden komme til at udgøre vigtige opvækst- og leveområder for fugle, dyr og insekter. Som udgangspunkt placeres bassinet langs med vandløbet og gives en aflang udformning, der om nødvendigt kan tilpasses vandløbets forløb. Den konkrete placering af bassinet er ikke nærmere vurderet og det kunne evt. være en fordel i forhold til en fysisk optimering og arealfordeling at vandløbet forlægges lokalt. En mulig udformning og placering af bassinet i forhold til vandløbet og en jordhøj med den opgravede jord er skitseret i bilag 2. Skitsen skal alene opfattes som inspiration.

På begge lokaliteter, hvor der etableres bassiner, findes en mindre sø, der er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3. Bassinerne anlægges, således at søerne kan bevares uden påvirkning.

### **Etablering af bassiner**

Begge bassiner udgraves og formes i eksisterende terræn og formes efter de naturlige konturer i terrænet. Grundvandspejlet vurderes begge steder beliggende i niveau 1,2 - 1,5 m under

terrænniveau. Bassinerne etableres uden membraner, og det åbne vandspejl i bassinerne vil således korrespondere og variere med det terrænnære grundvandsspejl i oplandet. Ved anbefalede vanddybder på henholdsvis 0,5 og 1,5 m i bassinerne, vil de nødvendige gravedybder være ca. 2,0 – 3,0 m. Hvert bassin udgraves på stedet og uafhængigt af vandløbet, idet tilslutningen til selve vandløbet først foretages i sidste del af anlægsarbejderne.

Det anbefales, at begge bassiner udgraves og tilpasses i det omgivende terræn, således at de fremstår med naturlige afrundede former, og hvor de lavvandede og dybe partier supplerer hinanden.

Der etableres en tilløbs- og afløbskanal fra hvert bassin til vandløbet, herunder et indløbs- og udløbsarrangement, udformet således at det kan anvendes ved måling af vandføringer og udtagning af kontrolprøver mv. fra tilløb/afløb. Ved normalsituationer påregnes hele vandløbets vandføring ledt til bassinet. Der etableres dog mulighed for at lede vandet forbi bassinet via vandløbet, f.eks. når bassinet eller dele af den oprensnes. Bortset fra indløb og udløb påregnes i øvrigt ikke etableret bygværker eller andre tekniske installationer.

### **Dimensioner for Vrederup Mosebæk**

Det samlede vandvolumen udgør ca. 7.000 m<sup>3</sup>. Heraf fordeles ca. 3.500 m<sup>3</sup> i to dybere partier, hver med en vandflade på ca. 1.200 m<sup>2</sup>. Vandfladen i det lavvandede område kommer til at dække ca. 7.000 m<sup>2</sup>. Hele bassinarealet optager ca. 11.000 m<sup>2</sup>, og bredde-længde forholdende tænkes som ca. 70 \* 160 m. De samlede opgravede jordmængder anslås i størrelsesorden ca. 22 - 23.000 m<sup>3</sup>.

### **Dimensioner for Årre Nørre Enge**

Det samlede vandvolumen udgør ca. 8.000 m<sup>3</sup>. Heraf ca. 4.000 m<sup>3</sup> i to dybere partier, hver med en vandflade på ca. 1.300 m<sup>2</sup>. Vandfladen i det lavvandede område kommer til at dække ca. 8.000 m<sup>2</sup>, og hele bassinarealet optager ca. 12 - 13.000 m<sup>2</sup>. Bredde-længde forholdet tænkes som ca. 70 \* 180 m. De samlede opgravede jordmængder anslås i størrelsesordenen ca. 24 - 25.000 m<sup>3</sup>. Tilløbet til bassinet ved Årre Nørre Enge placeres umiddelbart opstrøms sammenløbet med hovedløbet, således at alene vandet herfra ledes til bassinet. Afledningen sker dog til hovedløbet.



## BILAG C–Forskrifter for vedligeholdelse af okkerbelastede vandløb

Uddrag fra rapport til Miljøstyrelsen, 1998



## C Forskrifter for vedligeholdelse af okkerbelastede vandløb

### Uddrag fra rapport til Miljøstyrelsen; Hedeselskabet; Marts 1998.

#### Lovgivning og administration

I det følgende beskrives okkerloven og den hidtidige administration på området. Desuden gennemgås den øvrige lovgivning, der skal iagttages i forbindelse med administrationen af okkerloven.

#### Forsøgsordningen

Med lov nr. 57 af 18. februar 1981 om tilskud til nedbringelse af okkergener i vandløb blev der vedtaget en 3-årig forsøgsordning til nærmere afklaring af problemerne omkring tilførsel af okker til vandløb m.v. Hensigten med forsøgsordningen var at gennemføre undersøgelser med henblik på at tilvejebringe grundlaget for en mere permanent ordning (okkerloven) og herunder at udpege de arealer (okkerpotentielle områder), der ved afvanding må antages at medføre okkerforurening som følge af pyritiltning.

#### Lov om okker

Lov nr. 180 af 8. maj 1985 om okker har til formål at forebygge og bekæmpe okkergener i vandløb, søer eller havet i forbindelse med jordbrugserhvervets udgrøftnings- og dræningsaktiviteter.

Loven omfatter en kombineret godkendelses- og støtteordning, der blandt andet indebærer, at der indenfor de kortlagte okkerpotentielle arealer kun må drænes, såfremt der indhentes godkendelse hertil hos det pågældende amtsråd.

Okkerloven er kun gældende for de kortlagte okkerpotentielle arealer i Jylland, men der kan også ydes tilskud til bekæmpelse af okkergener udenfor de okkerpotentielle områder.

Ved udgrøftning eller dræning indenfor det okkerpotentielle område skal det blandt andet på baggrund af en forundersøgelse af drænarealet og vandløbet hvortil, der drænes, afklares:

- Om der kan gives tilladelse til dræning
- Om der er behov for etablering af okkerrensingsanlæg
- Om der skal nedlægges forbud mod dræning

Ved de dræninger, hvor der stilles krav om okkerrensning, kan Miljøstyrelsen yde støtte til projektering, etablering og drift af okkerrensning.

Miljøstyrelsen kan yde ejeren erstatning for indskrænkninger i drænmulighederne i de tilfælde, hvor ejeren af arealet finder, at udgifterne til okkerrensningen er for store i forhold til den forventede merindtjening ved dræningen - for eksempel på grund af arealets ringe størrelse. Loven giver endvidere Miljøstyrelsen adgang til - mod erstatning - at forhindre udgrøftnings- og drænprojekter, hvor det vurderes, at okkerrensning ikke er tilstrækkeligt til at beskytte højt prioriterede vandløb af væsentlig miljø- og fiskerimæssig værdi. Erstatningens størrelse bliver i hvert enkelt tilfælde fastsat efter en konkret vurdering, svarende til den værdiforringelse, som afslaget påfører den pågældende del af ejendommen.

Naturlige baggrundskoncentrationer af ferrojern i jyske vandløb vurderes til at ligge indenfor intervallet 0,05 - 0,3 mg/l. Inden for dette interval er der sandsynligvis ingen væsentlig påvirkning af vandløbets biologiske forhold.

Miljøstyrelsen har i forbindelse med okkerlovens tilblivelse fastsat en række vejledende grænseværdier for, hvor meget pyrit jorden må indeholde, før ansøgeren skal gennemføre en modelberegning.

De vejledende administrative grænseværdier for jordens pyritindhold er vist i tabel 1.

Tabel 1: Vejledende administrative pyritgrænseværdier. (Rt = reaktionstal og svarer til surhedsgrad (pH)).

Glødetab (efter afbrænding)	Rt > 4,5		Rt ≤ 4,5	
	pyrit	fri pyrit	pyrit	fri pyrit
Organogen jord (rig på organisk stof) > 10%	1,5%	0,50%	0,30%	0,00%
Mineraljord (fattig på organisk stof) ≤ 10%	0,5%	0,20%	0,10%	0,00%

Som udgangspunkt for amtsrådenes administration har Miljøstyrelsen foreslået, at grænseværdierne anvendes således:

- Afvanding af arealer, hvor indholdet af både pyrit og fri pyrit er mindre end grænseværdierne, kan med stor sikkerhed antages ikke at medføre okkerudledning af betydning som følge af pyritiltning, jævnfør dog punkt 3.
- Ved afvanding af arealer, hvor indholdet af enten pyrit eller fri pyrit er større end grænseværdierne, er der risiko for okkerudledning som følge af pyritiltning. Der bør som følge heraf altid gennemføres en modelberegning af den forventede jernudvaskning til brug for amtsrådets og Miljøstyrelsens vurdering af, om afvandingen kan gennemføres uden okkerrensning, med okkerrensning eller om der bør nedlægges forbud mod dræning.
- Ved afvanding af store mineraljordsarealer og/eller afvanding af mineraljorder til en højt målsat recipient, hvilket vil sige A og B målsatte vandløb, er der risiko for okkerudledning som følge af pyritiltning, selvom grænseværdierne ikke er overskredet. I disse situationer anbefales det derfor altid at gennemføre modelberegning til brug for sagens behandling.

Med hensyn til ferrojern i grundvandet antages det, at en dræning ikke medfører jernudvaskning, som følge af udledning af jernholdigt grundvand, hvis det gennemsnitlige ferrojernindhold i grundvandet er mindre end eller lig med 5 mg/l. Hvis ferrojernindholdet er større, anbefales det, at der foretages en modelberegning for at vurdere, om der vil ske en okkerbelastning af recipienten.

Der er ligeledes fastsat grænseværdier for jernforøgelsen i vandløb m.v. som følge af pyritiltning. Miljøstyrelsens normale praksis har været, at en dræning, som medfører en forøgelse af okkerbelastningen i et A, B1 eller B2 målsat vandløb udover 0,1 mg ferrojern/l ikke kan godkendes uden okkerrensning. For B3-målsatte vandløb er der anlagt en mere individuel vurdering, der i nogle tilfælde har betydet, at man har accepteret en større udledning end 0,1 mg ferrojern/l. Med hensyn til ikke-målsatte vandløb har Miljøstyrelsen administreret således, at en dræning ikke må medføre en sådan forøgelse af okkerbelastningen, at opretholdelsen af det eksisterende naturlige plante- og dyreliv forhindres. Amtsrådet skal godkende alle udgrøftninger og dræninger, som sænker grundvandsstanden indenfor de kortlagte okkerpotentielle områder. Amtsrådet skal herved sikre, at okkerudledning ikke strider mod vandløbenes målsætning eller forhindrer opretholdelse af det eksisterende naturlige plante- og dyreliv i ikke-målsatte vandområder.

For at begrænse okkerbelastningen af vandløb i forbindelse med afvanding af okkerpotentielle områder, har de jyske amtskommuner i 1990 udarbejdet et fælles grundlag for administrationen af okkerloven i de enkelte amtskommuner (tabel 2).

Grænseværdierne for ferrojern er fastsat med henblik på at sikre det alsidige plante- og dyreliv, der knytter sig til målsætningerne for vandløbene. Er grænseværdierne allerede overskredet, vil en forøgelse af ferrojernindholdet ikke kunne accepteres.

Grænseværdierne for indholdet af ferrojern på 0,2 mg/l (A, B1 og B2-målsatte vandløb) henholdsvis 0,5 mg/l (B3-målsatte vandløb) er givet på baggrund af et større antal undersøgelser af ferrojernes virkning på plante- og dyrelivet.

I vandløb, der ikke har en fiskevandsmålsætning (C, D og E-målsatte vandløb), er der ikke angivet nogen grænseværdi, da hensynet til op- og nedstrøms liggende målsatte strækninger er afgørende.

I bemærkningerne til okkerloven understreges vigtigheden af, at dræninger ikke må påvirke plante- og dyrelivet i vandløbene. C-målsatte vandløb er som regel tilløb til vandløb med en fiskevandsmålsætning, og blandt andet afstanden hertil er afgørende i en individuel stillingtagen i den enkelte drænsag. D- og E-målsatte strækninger indgår blandt andet



som korte forløb i fiskevands- og A-målsatte vandløb, hvor der, som for fiskevandsmålsatte vandløb, maksimalt accepteres en forøgelse af indholdet af ferrojern på 0,1 mg/l.

Tabel 2: Vejledende grænseværdier for administrationen af okkerloven i de jyske amter.

Vandløbets målsætning	Grænseværdi for indholdet af ferrojern (vintergennemsnit) <sup>1)</sup>	Maksimal forøgelse af ferrojernindholdet ved gennemførelse af drænprojekter.
<b>A</b> Særligt naturvidenskabeligt interesseområde.	0,2 mg/l	0 mg/l
<b>B<sub>1</sub></b> Gyde- og yngeløpvækstområde for laksefisk.	0,2 mg/l	0,1 mg/l
<b>B<sub>2</sub></b> Laksefiskevand.	0,2 mg/l	0,1 mg/l
<b>B<sub>3</sub></b> Karpesfiskevand.	0,5 mg/l	0,1 - 0,2 mg/l
<b>C</b> Vandløb, der skal anvendes til afledning af vand.	Ingen grænseværdi <sup>2)</sup>	Individuelt <sup>2)</sup>
<b>D</b> Vandløb, påvirket af spildevand.	Ingen grænseværdi	0,1 mg/l
<b>E</b> Vandløb, der er påvirket af vandindvinding.	Ingen grænseværdi	0,1 mg/l
<b>F</b> Vandløb, der er påvirket af okker.	Ingen grænseværdi	0 mg/l <sup>4)</sup>
Ikke-målsatte vandløb	Ingen grænseværdi <sup>3)</sup>	Individuelt <sup>2) og 3)</sup>

- 1) Gennemsnittet af målte ferrojernkoncentrationer i perioden oktober til april.
- 2) Vurderes ud fra de op- og nedstrømsliggende vandløbs kapacitet til yderligere belastning.
- 3) Det eksisterende plante- og dyrelivs vilkår må ikke forringes.
- 4) Kortvarige udledninger af jernholdigt grundvand kan accepteres.

Okkermålsætningen betragtes som en midlertidig målsætning, der på grund af længerevarende okkerbelastning, afløser en fiskevandsmålsætning i vandløb med potentielle muligheder herfor.

Da det er vigtigt på længere sigt at få nedbragt okkerbelastningen, accepteres kun kortvarige udledninger af jernholdigt grundvand og ikke længerevarende udledninger fra pyritiltning. Okkermålsætningen opfattes på denne måde ikke som en "læmpet" målsætning, men som en tilstandsbetegnelse, der kendetegner en miljømæssigt utilfredsstillende situation.

For ikke-målsatte strækninger gælder, at det eksisterende plante- og dyrelivs vilkår ikke må forringes ved dræninger. Der vil i hvert tilfælde skulle tages konkret stilling til udledningen med hensyn til vandløbet selv og op- og nedstrøms liggende målsatte strækninger.

De opstillede retningslinjer udelukker ikke, at amtsrådet efter en konkret vurdering kan give tilladelse til et drænprojekt, der giver anledning til en kortvarig overskridelse af grænseværdien for den maksimale forøgelse af ferrojernindholdet i vandløbet.

Ud fra Miljøstyrelsens normale administrationspraksis vurderer styrelsen konkret amtsrådets indstilling i forhold til den merbelastning, dræningen vil påføre vandområdet.

## Anden lovgivning

I forbindelse med administration af okkerloven skal man være opmærksom på, at en dræning kan kræve tilladelse efter anden lovgivning. Okkerudledning i forbindelse med trykspuling af drænrør, landvinding og brunkulslejre, samt dræninger

i forbindelse med byggeri og vejanlæg m.v. er omfattet af miljøbeskyttelseslovens § 27. Således må spulevand, der opstår i forbindelse med trykspuling af dræn m.v. ikke tilføres vandløbet, men skal opsamles eller pumpes tilbage på marken.

Det er ifølge vandløbsloven tilladt at foretage almindelige landbrugsmæssige udgrøftnings- og dræningsprojekter til bestående vandløb. Hvis et drænprojekt derimod forudsætter anvendelse af pumpeanlæg, en fysisk regulering af vandløbet eller at projektet omfatter flere lodsejere, skal reguleringen m.v. godkendes af vandløbsmyndigheden efter reglerne herom.

Når vandløbsmyndigheden skal afgøre, om projektet bør godkendes, skal der tages hensyn til samtlige afvandingsinteresser ved vandløbet, og det skal sikres, at projektet er forenelig med hensynet til den miljømæssige målsætning, der er fastlagt for vandløbet.

Indebærer et afvandingsprojekt en ændring af vandløbets åbne forløb eller naturlige søers og mosers tilstand, der er omfattet af naturbeskyttelseslovens § 3, må projektet ikke iværksættes uden en forudgående dispensation fra amtsrådet.

Følgende naturtyper er beskyttede:

- Alle vandløb eller dele af vandløb, der er udpeget som § 3 vandløb
- Alle søer, hvis areal er på over 100 m<sup>2</sup>
- Alle heder, moser og lignende, strandenge og strandsumpe samt ferske enge og overdrev med et samlet areal større end 2.500 m<sup>2</sup>.

Arealgrænsen gælder uanset, om det samlede areal har flere ejere, eller hvis et mindre areal indgår i en kombination af ovennævnte, der bevirker, at det samlede areal er større end 2.500 m<sup>2</sup>.

På de fleste arealer, der er fredet ved kendelse, gælder tilsvarende, at projektet ikke kan iværksættes uden en forudgående dispensation fra Fredningsnævnet. Det gælder dog ikke for sædvanlige vedligeholdelsesarbejder i vandløb.

### Eksisterende forskrifter for vedligeholdelse

Flere af de vestjyske amter og kommuner har erfaringer med problemerne i okkerbelastede vandløb. I mange vandløb er okkerbelastningen så stor, at det er nødvendigt at udføre forskellige okkerbegrænsende foranstaltninger, så som etablering af okkerrensingsanlæg og/eller hævnning af grundvandstanden på jern- og pyritholdige arealer, for at reducere okkerproblemerne i okkerbelastede vandløb.

I forbindelse med disse foranstaltninger er miljøvenlig vedligeholdelse af okkerbelastede vandløb en forudsætning for at få den fulde effekt af indgrebene. Effekten af indgrebene vil desuden blive forstærket af, at vandløbsmyndigheden indfører en vedligeholdelse, som specielt er tilrettelagt for at reducere okkerbelastningen i vandløbet mest muligt.

I vandområder, hvor det ikke umiddelbart er muligt at udføre ovennævnte foranstaltninger, eller hvor okkerforureningen er mere begrænset, kan en særlig vedligeholdelsespraksis for okkerbelastede vandløb medvirke til at reducere okkerforureningen betydeligt.

Indførelse af miljøvenlig vedligeholdelse i okkerbelastede vandløb kan generelt afhjælpe okkerproblemerne i okkerbelastede vandløb, men det kan være en fordel at tilrettelægge vedligeholdelsen, således at der tages hensyn til særlige forhold, der har betydning ved nedsættelse af okkerforureningen.

I den sammenhæng kan det udnyttes, at grøden har en stor effekt på begrænsning af okkerbelastningen i okkervandløb. Grødens effekt i vandløb er den samme som udnyttes i lavvandede grødefyldte bassiner til okkerrensning.

Nedenfor er opsummeret de vigtigste erfaringer om vedligeholdelse i okkerbelastede vandløb, som de amter og kommuner, som har indgået i undersøgelsen, har angivet.

Grøde i vandløb har flere funktioner i forbindelse med reduktionen af okkerbelastningen. Grødebræmmer langs vandløbets sider medvirker på flere måder til at reducere okkerbelastning. Dette skyldes, at grøden fremmer jerniltningen og dermed jernudfældningen i vandløb. Desuden aflejres okkeren i grøden, mens den stærkere vandhastighed i strømrøden fører den okker væk, der er i strømrøden.

Det er vigtigt, at der efterlades grødebrømmer og/eller -øer i vandløbet, idet okkeren kan tilbageholdes og opløst jern omsættes i grøden. Omsætning af opløst jern er i denne sammenhæng den vigtigste effekt af grøden, idet tilbageholdt okker ofte transporteres nedstrøms ved de store afstrømninger især i efteråret og om vinteren. Grøden bør derfor skæres flere gange om året, så der kan bibeholdes grøde i vandløbet samtidig med, at der opretholdes en god afledningsevne i vandløbet. En enkelt kraftig grødeskæring bevirker, at vandstanden i vandløbet sænkes meget, hvorved okkerslam, som er bundfældet i grøden, resuspenderes og kan transporteres til nedstrøms liggende strækninger.

Det er en god ide at efterlade grødearter, som kan overvintrere i vandløbet, idet grøden, som før nævnt tilbageholder okker. Den miljøvenlige vedligeholdelse kan medvirke til at fremelske grødearter, som ikke henfalder om vinteren. Grødearter, der overvintrer grønne er f.eks. vandranunkel, smalbladet mærke, vandstjerne, vandpest, hårtusindblad og vild brøndkarse. Nogle af arterne bliver dog nemt bortvasket ved høje afstrømninger, men især vandranunkel og smalbladet mærke er "erosionstolerante", og kan derfor med fordel fremelskes i okkerbelastede vandløb.

Ved ændring af vedligeholdelsespraksis i okkerbelastede vandløb skal man være opmærksom på, at vandløbenes evne til at aflede vand ikke må ændres væsentligt, idet det kan give konflikt med et af vandløbslovens hovedformål, om at vandløbene skal aflede vand. Væsentlige ændringer af vedligeholdelsen kræver desuden en ændring af regulativet for vandløbet.

### Reviderede forskrifter for vedligeholdelse

På baggrund af de ovennævnte erfaringer fra amter og kommuner, er følgende forskrifter for vedligeholdelse af okkerbelastede vandløb formuleret:

- Den optimale løsning er helt at undlade vedligeholdelse (grødeskæring og oprensning), hvis det er muligt.
- Hvor det ikke er muligt at undlade vedligeholdelsen, bør der udføres miljøvenlig vedligeholdelse for at reducere okkerbelastningen.
- Vedligeholdelsen bør ske manuelt med le og skovl.
- Grødeskæring udføres flere gange om sommeren.
- Der bør kun skæres lidt grøde ad gangen i smalle strømrønder, og det er vigtigt, at der efterlades grøde langs vandløbets sider eller i grødeøer.
- Ved grødeskæring fremelskes så vidt muligt grødearter, som ikke henfalder om vinteren, f.eks. vandranunkel og smalbladet mærke.
- Sidste grødeskæring bør ikke ligge senere end 1. september for at sikre genvækst af grøde, som kan overvintrere i vandløbet.
- Oprensning bør ske manuelt, og kun lokale aflejringer fjernes. Hvor den nødvendige oprensning omfatter større mængder, kan arbejdet udføres med maskine.
- Oprensning bør udføres tidligt om efteråret ved så små afstrømninger som muligt, for at begrænse omfanget af resuspension af okker, som er bundfældet i sedimentet eller i grøde.



# BILAG D–Drift og vedligeholdelse af okkerrensningbassiner

Ringkøbing-Skjern Kommune, december 2013



NOTAT



Ringkøbing-Skjern Kommune

## **Drift- og vedligeholdelse af okkerrensingsbassiner**

Land, By og Kultur  
Land og Vand

Telefon  
99741558

E-post  
per.jensen@rksk.dk

Dato  
6. januar 2014  
Sagsnummer  
2012090005TB





## Indholdsfortegnelse:

### Side

- *Baggrund og indledning*  
2
- *Forskellige typer okkerrensingsanlæg*  
7
- *Tilsyns- og vedligeholdelsesfrekvens ved igangværende okkerrensingsanlæg*  
7
- *Praktiske forhold ved vedligeholdelse og oprensning af okkerrensingsanlæg*  
8
- *Håndtering og deponering af oprensede slamaflejringer fra okkerrensingsbassiner*  
11
- *Hvordan skal de fremtidig okkerrensingsbassiner se ud*  
13
- *Økonomi i forbindelse med drift og vedligeholdelse af okkerrensingsanlæg*  
15

## Baggrund og indledning:

Hvad udløser i dag oprensingsbehovet ved de eksisterende okkerrensingsbassiner? Er det primært anlæggets manglende og faldende rensegrader eller er det gener/klager, som følge af opstuvning fra anlægget pga. øget tilgroning/ruhed i anlæggene?

Erfaringen viser, at det i de fleste tilfælde er lodsejerhenvendelser eller klager fra de opstrømsliggende lodsejere ved vandløbet, som får vandløbsmyndigheden til at reagere/overveje og efterfølgende beslutte om et okkerrensingsanlæg skal renses op.

De fuldt tilgroede anlæg, har på trods af den reducerede opholdstid (ophobning af sand og andre organiske aflejringer), en udmærket rensegrad. Dette skyldes primært, at et af anlæggets vigtigste renseparameter er at få skabt et stort overfladeareal i bassinerne, dvs. en stor og kraftig grødevækst på så store områder af anlægget som teknisk muligt. Dette kan dog ofte først registreres fuldt ud 2-3 år efter at anlægget er etableret.

Det er som bekendt vandplanternes store overfladeareal der virker som en katalysator på omsætningen af den opløste jernforbindelse ferro jern ( $Fe^{2+}$ ) til ferri jern ( $Fe^{3+}$ ), hvor ferri-jernet svarer til den udfældede og ugiftige jernforbindelse, som indgår i okker.



Fig. 1: Eksempel på jernudfældninger på vandplante med stor overfladeareal – og stor retentionseffekt.

På de vitale plantedele sidder de små jerniltende bakterier som øger iltningprocessen med en faktor 10-100 gange end når der ikke er nogen form for vegetation i bassinerne. (Se fig. 1).

Plantedelene fremskynder jernets iltningshastighed og samtidig hæfter de udfældende jernpartikler på de organiske plantedele, således at okkeren og dermed jernet tilbageholdes i bassinanlægget.

Den øgede vegetationsudvikling i bassinerne, som kommer med årene, er således med til at give en bedre rensningsgrad i anlæggene, hvilket er ønskeligt.

Desværre giver den øgede vegetationsudvikling også en større ruhed og modstand gennem de lavvandede bassinområder, hvilket erfaringsmæssigt vil bremse vandgennemstrømningen i bassinerne. Dette vil medføre en tilbage stuvning opstrøms i vandløbet, med dårligere vandafledning på de nærliggende marker til følge.

Det er i forbindelse med disse opstuvningssituationer der kan komme klager og henvendelser omkring at få anlæggene rensset op, så de lovede og godkendte vandstande opstrøms anlægget kan overholdes.

Nedenstående figur nr. 2 viser rensgraderne fra Hvidmoseanlægget i Savstrup å-systemet. Rensningsgraderne bliver gradvist bedre med årene også i vinterperioden. Dette taler således for ikke at foretage unødvendige oprensninger og vedligeholdelser af anlæggene.

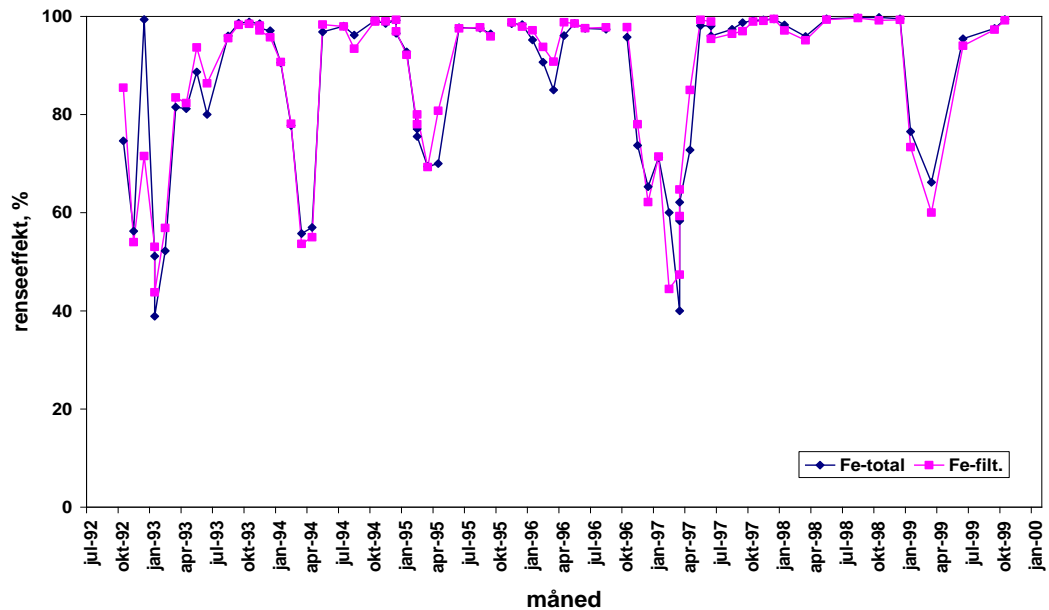


Fig. 2: Rensgrader fra Hvidmoseanlægget i Savstrup å-systemet

I igennem de sidste ca. 23 år er der etableret en række forskellige type okkerrensingsanlæg rundt omkring de værste okkerpunktkilder i de vestjyske vandløb.

Det er anlægstyper som dels er videreudviklet og videreudbygget med erfaringer som er opnået igennem de mange års drifts- og vedligeholdelseserfaringer i kommunerne og amterne.

Anlæggene er primært opbygget som såkaldte "lavteknologiske anlæg", hvor det er den store opholdstid, samt naturens egne kræfter og mekanismer der er med til at rense/fjerne de giftige pyritforbindelse fra vandløbene (Se fig. 3).

Etableringen af okkerrensingsanlæggene er gennemført som en "symptombehandling" i de mindste og mest okkerbelastede vandløb og efter frivillighedsprincippet.



Fig. 3: Stort lavteknologisk okkerrensninganlæg ved Abild å, med god grødeudvikling og god renseseffekt.

Abildå okkerrensninganlæg har en god udformning samt en deraf følgende god vegetation. Størstedelen af tiden har anlægget da også fjernet omkring eller over 80% af den jern, der er blevet tilført anlægget. Den gennemsnitlige renseseffekt for Abildå okkerrensninganlæg er 74 % og 83 % for hhv. total jern og filtreret/opløst jern. Der er gennemsnitligt tilbageholdt ca. 15 tons jern i Abildå okkerrensninganlæg om året, ud af de 21,5 tons, der tilføres anlægget årligt.

Det er anlægstyper som med al stor tydelighed har vist, at det kan lade sig gøre at fjerne og reducere de skadelige jerntilledninger til de nedstrømsliggende vand-løbsstrækninger med op til 90-95 % på de mest gunstige tidspunkter af året, dvs. forår, sommer og efterår (se fig. 4).

Ringkøbing Amt har tidligere elfisket op- og nedstrøms 15 forskellige okkerrensninganlæg. Der blev fanget/registeret forskellige fiskearter nedstrøms 13 ud af de 15 undersøgte okkerrensninganlæg.



Fig. 4. Anlæg ved Hogager Bæk som viser det rene afløbsvand fra okkerrensingsanlægget. Anlægget blev etableret i løbet af vinteren 1991/92

Bassinanlæg er dog også en renseform, der kan have visse begrænsninger rent rensningsmæssigt, primært hen over vinterhalvåret.

Om sommeren når anlægget står i fuld drift – med optimal vegetationsudbredelse i hele anlægget, gode iltprocenter, gode temperaturforhold, gunstige pH-forhold, lave belastningsforhold både hvad angår pyrit- og flowmæssigt, så kører de fleste anlæg rigtig fint, såfremt de er dimensioneret korrekt, dvs. store nok volumenmæssigt. Om vinteren falder rensningsgraden ved de fleste anlæg til et sted mellem ca. 40-60 %.

Den primære årsag hertil, er sandsynligvis henfaldet i anlæggenes vitale grøde-vækst, der dog sker forskelligt rent tidsmæssigt fra anlæg til anlæg. Dette skyldes formodentligt forskelligheden i sammensætningen af de enkelte anlægs vegetationssammensætninger.

Nogle anlæg har grønne og "funktionsdygtige" grødeplanter helt hen i januar måned, mens der i andre anlæg sker et henfald i grødevæksten allerede i starten af november måned.

Det er derfor vigtigt, at man får de "rigtige" vandplanter introduceret i anlæggene, både rent holdbarhedsmæssigt, men selvfølgelig også rent rensningsmæssigt.

Der f.eks. meget større rensning/jernomsætning og tilbageholdelseskoefficienter i et bassinanlæg med f.eks. vandstjerne og vandranunkel end i et anlæg udelukkende med sivplanter og dunhammer. Vandranunkel og vandstjerne er vandplanter med ekstrem store overfladearealer og dermed rigtige gode renseegenskaber.

Desværre er der pt. endnu ikke udarbejdet et samlet katalog omkring hvilke planter der er bedst og nemmest at få implementeret i anlæggene, men det vil sikkert være en god ide at få et sådan notat udarbejdet snarest muligt, med henblik på etablering af fremtidige gode "okkerrensingsbassiner". Notatet bør også indeholde praktiske anvisninger og vejledninger til hvordan vandplanter i "grødebassiner", etableres bedst muligt og mest omkostningseffektivt

### **Forskellige typer okkerrensingsanlæg:**

- *Traditionelle "udgravede okkerrensingsbassiner (1. generations anlæg)*
- *Opstemmede søanlæg – anlæg der er etableret ved opstemning af rørledning og vandløb*
- *En kombination af udgravning og opstemning af punktkilden*
- *Kalkfældningsanlæg (- beskrives ikke nærmere her)*
- *Periodiske vintervådlægningsområder – "anlæg" med områder der periodisk opstemmes og oversvømmes i vinterhalvåret (beskrives ikke nærmere her, da dette er et pilotprojekt der pt. kører i Ringkøbing-Skjern Kommune i 2013-1015)*

### **Tilsyns- og vedligeholdelsesfrekvens ved igangværende okkerrensings-anlæg**

Som udgangspunkt bør anlæggene som minimum tilses 1-2 gange pr. år. Tilsynet skal primært afklare og afdække behovet for eventuelle oprensninger af anlægget og om anlægget generelt fungerer som det skal.

I forbindelse med de ½ årlige tilsyn, vil det være oplagt at udtage vand-/jernprøver at henholdsvis indløbsvandet og af udløbsvandet. Desuden vil det være oplagt at få lavet en bestemmelse af den aktuelle vand-gennemstrømning ved anlægget.

I forbindelse med udtagningen af de to vandprøver bør der analyseres for ferro-jern og totaljern. Der bør udtages pH-målinger ved ind- og udløbet og der skal laves en visuel vurdering af anlægges samlede grødedækning samt sammensætning.

Desuden skal der specielt ved indløbet til anlægget (= oftest den dybe del), foretages vurderinger og registreringer af omfanget af de aflejrede sedimentmaterialer fra den opstrømsliggende vandløbsstrækning.

Anlæggenes indløbs- og udløbsbygværker skal tjekkes, og det kontrolleres om der er stemt korrekt op ved udløbsbygværket i henhold til anlæggets godkendte vandstande.

Der foretages observering af eventuelle uheldige strømmedannelser i de lavvandede bassinområder.

Udbredelsen (fronten) og lagtykkelsen af slamaflejringer ned igennem de lavvandede områder bør opmåles og registreres.

Anlægget vurderes for eventuelle skadelige slamflugtsproblemer i forhold til den nedstrømsliggende vandløbsstrækning.

Desuden skal der foretages registrering af vandstande ved ind- og udløb, f.eks. ved nedsatte skalapæle. Ved udløbet skal der kunne foretages vandspejlsmåling-er (gerne måling af vanddybden ved udløbsbygværkets overfaldskant), med hen-blik på beregning af den aktuelle vandføring ud af anlægget.

Efterfølgende skal der indtastes data for anlæggets registrerede forhold samt laves beregninger for anlæggets rensegrader.

Der bruges årligt 1-2 dage pr. anlæg til drift og vedligeholdelse.

### **Praktiske forhold ved vedligeholdelse og oprensning af okkerrensings-anlæg**

Der er som udgangspunkt to metoder til at få oprenset og fjernet de aflejrede sand- og okkerslammaterialer fra anlægget.

**Metode A)** - Opgravning af de aflejrede materialer, eller

**Metode B)** - Oppumpning af de aflejrrede materialer – dog primært kun fra bundfældningsdelen

Alternativt en kombination af begge oprensningsmetoder.

**Ad. Metode A Opgravning:**

Denne opgravningsmetode er mest anvendelig i de lavvandede bassinområder, men vil dog også fint kunne praktiseres i de dybe bassinafsnit.

Opgravningsmetoden er formentligt den vedligeholdelsespraksis, der i dag anvendes mest.

De ophobede slam-, sand- og mudderaflejringer sammenskrabes på bunden og lægges midlertidigt op på land, - enten direkte på marken eller i deciderede konstruerede slambede til afvanding af det vandholdige oprensingsmateriale.

Når det oprensede bundmateriale er tilstrækkeligt afvandet i slambene eller på jorden, kan det udsprede på landbrugsarealer, såfremt det overholder de gældende retningslinier og værdier for – udspredning af tungmetaller på landbrugsarealer (mere herom senere).

Opgravning og oprensning af tilslammede/overopfyldte okkerrensingsbassiner kan med fordel ske med en gravemaskine med ekstra lang forlængerarm på gravemaskinen. Der findes i dag gravemaskiner der kan nå ca. 20 m ud i de eksisterende bassinanlæg.

Mange gange vil det også være en fordel, rent arbejdsmæssigt, at sænke vandstanden ved det pågældende bassinanlæg, for dels at få afvandet sedimentationsmaterialet mest muligt, men også for bedre at kunne færdes i området.

Denne midlertidige vandspejlssænkning må dog ikke forekomme på en sådan måde, at der begynder at ske slamflugt og/eller forringe vandkvaliteten på den nedstrømsliggende vandløbsstrækning.

Evt. kan afløbsvandet midlertidigt bortpumpes til et nærliggende "filteringsområde", mens oprensningen af anlægget pågår. Denne praksis kan dog kun lade sig gøre ved mindre anlæg med begrænsede tilstrømningsmængder.

Generelt bør oprensningsarbejderne gennemføres hen over sommerhalvåret, hvor der normalt er små hydrauliske belastninger ved anlægget.

Såfremt der ikke er etableret et decideret sandfang ved indløbet til bassinanlægget, vil der med fordel kunne etableres et sådant.

Et vel dimensioneret sandfang ved indløbet til okkerrensingsanlægget, vil gøre de fremtidige drifts- og vedligeholdelsesopgaver betydelig nemmere, idet man her vil kunne nå at opsamle/opgrave de tilførte sedimentationsmaterialer inden de når ind i selve anlægget.

Dette vil være en økonomisk- og driftsmæssig fordel, da selve hovedanlægget ofte praktisk er sværere at vedligeholde og komme til. Hertil undgår man også som helhed, at nedsætte og ødelægge den velfungerende rensegrad i anlægget.

Skal der også foretages oprensninger i de lavvandede bassinområder, vil det være god ide, at man ikke oprens hele det lavvandede område på en gang, men at man f.eks. kun fjerner ca. 50 % af aflejringer/vegetationen. Herved sikres, at der stadig sker en vis rensning og tilbageholdelse af okker efter en vedligeholdelse af anlægget.

Med en eventuel 100 % oprensningspraksis i de lavvandede bassinområder, sætter man anlægget fuldstændig tilbage til "år-nul" = startudgangspunkt for anlægget. Det vil reducere rensegraden betragteligt, hvilket vil være miljømæssigt uheldigt.

Erfaringstal viser at en 1 m<sup>3</sup> vandholdig oprenset okkerslam, fylder ca. 0,2 m<sup>3</sup> efter afvanding og udtørring.

#### **Add. Metode B: Oppumpning:**

I visse tilfælde kan det være anlægsmæssigt og økonomisk en fordel at oppumpe de aflejrede sand- og slammaterialer fra bundfældningsområderne. Specielt i de tilfælde hvor graveafstanden ud til midten af bundfældningsbassinet er for stor til at en gravemaskine vil kunne nå, vil det være en fordel at kunne pumpe slammet op i slambedet.

I den forbindelse vil det også her være hensigtsmæssigt, hvis man midlertidigt kan forlægge vandløbet uden om bassinanlægget og sænke vandspejlet i bassinerne.

Ved at reducere eller helt fjerne vandtilstrømningen til anlægget vil det blive langt lettere at håndtere og styre de store oppumpningsmængder og materialer fra anlægget.

Desuden vil man bedre kunne se hvad der foregår nede i bassinerne, bl.a. hvor slammet og aflejringerne ligger placeret.

Hertil vil det blive betydeligt lettere at få skrabet de aflejrede sand-, og okkerslammaterialer hen til den opstillede pumpebassinet.

I forbindelse med oppumpningsmetoden vil det være nødvendigt med etablering af et eller flere permanente eller midlertidige slamafvandingsbassiner/slambede for afvanding af det vandholdige okkerslam (Se fig. 5).



Fig. 5. Eksempel på oppumpning af okkerslam til slambed ved Hvidmose anlægget

Metoden kræver derfor lidt "for- og planlægningsarbejde" med anlæggelse af slambede, pumpeledning, etablering af midlertidig strømforsyning og etablering af pumpebassinet mv. i de dybe bassinområder. Metoden vil generelt ikke være anvendelig i de lavvandede bassinområder.



## Håndtering og deponering af oprensede slamaflejringer fra okkerrensingsbassiner

Når det oprensede sand- og okkerslam er afvandet og udtørret, kan der udtages slamprøver for analyse af indhold tungmetalniveaue. Slamanalyserne skal foretages forinden en planlagt udspredding på landbrugsarealer.

Arealer, som tilføres "affaldsprodukter" må ikke indeholde mere tungmetal end de angivne jordkvalitetskriterier. Der skal udtages blandingsprøve af ca. 5-10 forskellige repræsentative slamprøver, som sammenblandes inden de sendes til akkrediteret laboratorium.

Prøverne udtages til en dybde på 25 cm. På laboratoriet analyseres prøven for Cadmium Cd, Nikkel Ni og Arsen Ar. Desuden analyseres der for pH, pyrit, totalfosfor og totalkvælstof.

Såfremt den udtagne slamprøver overholder de enkelte tungmetallers grænseværdier i slambekendtgørelsen kan slammet udspreddes på de nærliggende markarealer efter forudgående aftale med de respektive og interesserede lodsejere ved anlægget.

Erfaringer og undersøgelser udført af det tidligere Hedeselskab viser, at udspredding af okkerslam på markarealer i omdrift ikke har nogen, -hverken positiv eller negativ effekt på det efterfølgende afgrødeudbytte.

Såfremt det afvandede okkerslam overholder de gældende retningslinjer i slam-bekendtgørelsen kan det afvandede okkerslam udspreddes på landbrugsarealer, f.eks. med en almindelig "Gylle-/møjspreder".

Udbringningen af okkerslammet bør ske i et så tyndt lag som teknisk og praktisk muligt. Udbringningen bør ske i det tidligere forår i forbindelse med landbrugets almindelige markarbejder for årstiden.

Da slamudbringningen af de oprensede sedimentmaterialer på de nærliggende markarealer ingen negativ effekt har på afgrødeudbyttet, skal der som udgangspunkt ikke udbetales nogen form for kompensation til de involverede lodsejere i området.

Vandløbsmyndigheden skal blot finde frivillige lodsejere omkring anlægget, som vil være indstillet på at modtage det analyserede og godkendte okkerslam fra anlægget. Når kravene til tungmetaller er overholdt vil der ikke være problemer med at "modtagerne" af de oprensede slammaterialer vil kunne komme juridisk i klemme, såfremt andre kontrolmyndigheder gennemføre kontrol på ejendommen.

Hedeselskabets okkerundersøgelse (februar 1998) af tungmetalindhold i drænvand fra svagt til moderat pyritholdige arealer viser, at drænvandet fra disse arealer i nogle få tilfælde kan være årsag til, at der forekommer ophobning af tungmetaller i okkerslam i nedstrømsliggende okkerrensingsanlæg. Dette gælder især gælder Cr, Ni, Al og lejlighedsvis også Cd.

Hvorvidt drænvandet var den eneste kilde i denne undersøgelse var dog uklart.

Skulle det vise sig, at det analyserede okkerslam fra oprensningen, indeholder forhøjede værdier af de problematiske tungmetaller, vil der kunne anvendes en anden praktisk deponeringsmodel. Det er en model eller praksis hvor kommunen meddeler en permanent tilladelse jfr. Miljøbeskyttelseslovens til deponering af "*det let forurenede okkerslam*" i lokale deponier, som er blevet godkendt til formålet.

## Hvordan skal de fremtidige okkerrensingsbassiner se ud

Hvordan skal et okkerrensingsbassin fremover udformes så det giver mest mulig rensning og færrest mulige drifts- og vedligeholdelsesudgifter?

Det kan være svært at give en nøjagtig beskrivelse af en generel prototype af det ideelle okkerrensingsanlæg, idet der ofte er mange forskelligartede og individuelle hensyn som skal respekteres og som gør at anlægget må udformes på en særskilt og specifikt måde.

Af individuelle hensyn som kan variere og influere på anlæggets opbygning/placering vil bl.a. kunne nævnes følgende parametre:

- De givne og tilgængelig areal-/pladsforhold for opbygning af et nyt anlæg.
- De faktuelle afstrømningsforhold ved okkerpunktkilden.
- De terrænmæssige koteforhold for hvor anlægget ønskes placeret.
- Lodsejerinteressen for etablering af anlægget.
- Mulighederne for bortskaffelse af det udgravede fyldmateriale.
- De aktuelle jernkoncentrationsniveauer i recipienten.
- Det miljømæssige potentiale og interesser opstrøms anlægget. Er der f.eks. højtindsatte vandløbsstrækning opstrøms anlægget som bliver afskåret fiskeopgang ved etablering af et nyt okkerrensingsanlæg.
- Hvor langt nedstrøms er der til en evt. anden okkerpunktkilde osv.

Ud fra de over 20 års erfaringer fra kommunerne og amterne vil der stadigvæk med fordel kunne foretages optimeringer og ændringer inden for en række anlægsmæssige områder.

Checkliste for opbygning af det mest funktionelle anlæg er følgende:

- Etablering af et funktionsdygtig ca. 1,5- 2,0 m dybt sandfang ved indløbet til de dybe bassinområder. Sandfanget skal ud over at give anlægget den nødvendige volumenkapacitet, også gøre de fremtidige drifts- og vedligeholdelsesopgaver ved anlægget nemmere og mere omkostningseffektiv.
- Etablering af anlægget med en fordeling mellem det dybe og det lavvandede område i forholdet ca. 40 % : 60 %.
- Etablering af de dybe områder med en vanddybde på ca. 1.5 m.
- Etablering af de lavvandede områder med en vanddybde på ca. 0,5- 0,6 m.
- Etablering af flere fordelerrander i de lavvandede bassinområder og etablering af et dybt bassinområde inden afløbet fra bassinanlægget.
- Efter udgravning af bassinbunden i de lavvandede bassinområder, skal der udlægges et minimum 10-15 cm muld-/vækstlag for hurtigt vækst og etablering af plantedække.
- Foretage muldafrømning (20 cm) på de arealer og områder, hvor de udgravede fyldmaterialer fra bassinanlægget påtænkes udlagt. Efter udlægningen af de tilførte udgravningsmaterialer, genudlægges den afrømmede muldmængde oven på fyldmaterialerne.
- Skråningsanlæg mellem lavvandede og dybe bassinområder bør etableres med et anlæg på minimum  $a=5$
- Skråningsanlæg omkring anlægget, anlægges med et anlæg på minimum  $a=3$ .
- Så vidt muligt føres vandløbet uden om anlægget indtil de lavvandede bassinområder er tilgroet, eller
- Alternativt lukkes der vand på anlægget med det samme og der udplantes "de rigtige vandplanter" ved indløbsparterne til de lavvandede bassinområder.
- Er det praktisk og teknisk muligt, bør der etableres permanente slambede i nærheden af indløbet og sandfanget eller bundfældningsbassin.
- Er det praktisk og teknisk muligt kan der med fordel etableres parallelopbyggede bassinområder både for den dybe og de lavvandede bassinafsnit.
- Er det praktisk og teknisk muligt kan der med fordel etableres et permanent omløb uden om anlægget som kan anvendes ved de fremtidige vedligeholdelsesopgaver og i forbindelse med anlæggelsen af det nye anlæg.
- Der kan med fordel etableres et regulerbart udløbsbygværk, således at vandstanden i anlægget kan hæves og sænkes.
- Det bør undersøges om der er muligheder for en øget vandstand i anlægget og opstrøms herfor, hen over vinterhalvåret. F.eks. tjekke lodsejerinteressen for at kunne hæve vandstanden ved udløbsbygværket med eksempelvis 30-40 cm fra oktober til marts måned.

- Er der mulighed for at overdimensionere anlægget f.eks. op til en opholdstid på 16 timer (normal praksis i dag er minimum 8 timer) ved en maksimalt hydraulisk belastning, skal dette efterstræbes. En fordobling af anlæggets volumenkapacitet og opholdstid vil forbedre rensningen i vinterhalvåret og vil i mange tilfælde også kunne udskyde en påkrævet vedligeholdelsesopgave med den dobbelte frekvens, f. eks. fra 5 år til 10 år.
- Der undersøges praktiske muligheder for bortskaffelse af de opgravede fyldmaterialer fra udgravningen af anlægget.
- Der undersøges hvordan de fremtidige deponeringsmuligheder for bortskaffelse af de efterfølgende oprensede sand- og slamaflejringer på de omkringliggende markarealer, vil være.
- De fremtidige adgangs- drifts- og vedligeholdelsesmuligheder ved det nye anlæg, skal sikres og tinglyses.
- Husk at få bestemt og defineret hvem der har den fremtidige drift- og vedligeholdelse af okkerrensingsanlægget (staten, kommunen eller lodsejeren).

### Økonomi i forbindelse med drift og vedligeholdelse af okkerrensingsanlæg

Nedenstående tabel viser oprensnings udgifter ekskl.moms for en række anlæg, der er oprenset i nyere tid (Kilde: Herning Kommune). De angivne slammængder er opmålt på ikke afvandet slam. Udgiften til oprensning ligger mellem 24 til 53 kr pr. m<sup>3</sup> slam. Oprensningsbehovet har udgjort fra ca. 50 til 100 % af det totale bassinvolumen.

Okkeranlæg	Bassin størrelse [m <sup>2</sup> ]	Oprenset okkerslam [m <sup>3</sup> ]	Pris [kr]	kr. pr m <sup>2</sup> bassinstørrelse	kr. pr m <sup>3</sup> oprenset okkerslam
Rind Å	15000	9000	217000	15	24
Mølsted Bæk	15000	7000	326000	22	47
Vildbjerg Søpark	2000	2000	80000	40	53
Hodsager Lilleå	14000	10400	370000	26	36
Feldborg Bæk	10000	8300	250000	25	30
Gindskov Bæk	8000*		35000		

\* I Gindskov Bæk blev kun sandfanget (dyb del) opstrøms okkeranlægget renset op.

RKSK, den 06.12.2013, Per Søby Jensen