

LYNETTEHOLM – FRIGIVELSE AF NÆRINGSTOFFER VED KLAPNING REDEGØRELSE FOR DEN VALGTE TILGANG

Projektnavn **Lynetteholm**
Projektnr. **1100038380**
Modtager **By & Havn og Trafikstyrelsen**
Dokumenttype **Notat**
Version **2**
Dato [REDACTED]
Udarbejdet af [REDACTED]
Kontrolleret af [REDACTED]
Godkendt af [REDACTED]
Beskrivelse **Redegørelse for den valgte tilgang ved bestemmelse af næringsstoffrigivelse fra klapmateriale**

INDHOLD

1.	Baggrund	1
2.	Næringsstoffer og klapping af havbundsmateriale	2
3.	Frigivelse af kvælstof ved klapping	2
4.	Den amerikanske artikel	3
5.	Fastsættelse af niveau for kvælstoffrigivelse fra Lynetteholmprojektet	3
6.	Kvælstofbalancen i det sydlige Øresund inkl. Køge Bugt	4
6.1	Fra land	4
6.2	Fra Østersøen	4
6.3	Fra klapping	4
7.	Sammenfatning	5
8.	Referencer	5

1. Baggrund

Der har i medierne været stillet spørgsmålstejn ved miljøkonsekvensrapportens vurdering af betydningen for vandmiljøet i Køge Bugt af klapping af opgravet havbundsmateriale fra Lynetteholmprojektet på klappladser i det sydlige Øresund. Der har især været stillet spørgsmålstejn ved anvendelsen af reference til en amerikansk videnskabelig artikel af Lee og Jones fra 1981, i forbindelse med afgivelse af kvælstof til vandet i det sydlige Øresund og Køge Bugt.

Efter møde d. 29. april 2022 mellem By & Havn, Trafikstyrelsen og Rambøll, er Rambøll blevet bedt om at udarbejde et notat, som redegør for, hvordan niveauet for frigivelse af kvælstof fra klapmaterialet til vandmiljøet er fastlagt, og at der også er brugt andre kilder og data samt analyser af de lokale forhold ud over den amerikanske artikel. Det skal derudover forklares, hvorfor det amerikanske studie er inddraget som reference, og hvorfor der sammenfattende vurderes kun at være en mindre kvælstofbelastning af kystvandet Køge Bugt.

Dette notat redegør for disse forhold.

2. Næringsstoffer og klapping af havbundsmateriale

Blød havbund indeholder foruden mineralske partikler også organisk stof og næringsstofferne kvælstof (N) og fosfor (P), som kan frigøres ved opgravning og dumpning (klapping) af det opgravede materiale. Kvælstof er især kritisk i havmiljøet, da det fungerer som gødning for planteplankton og dermed kan give (mere) uklart vand. Planteplankton er føde for mange af havets organismer, men det optager også lys og skygger dermed for det nødvendige lys til ålegræs og andre planter og alger, der lever på havbunden.

Ålegræs er en nøgleorganisme, hvis rodnet stabiliserer havbunden og hvis blade giver skjul og danner levested for en lang række af andre organismer. Tætheden og dybdeudbredelsen af ålegræs anvendes som et mål for miljøkvalitet i de lavvandede dele af de danske farvande. Ålegræs gik stærk tilbage i anden halvdel af forrige århundrede som følge af en øget udledning af kvælstof fra land. Reduktion af kvælstofbelastningen af havmiljøet er nu et væsentligt værktøj i de statslige vandområdeplaner til at forbedre den økologiske tilstand i de danske havområder.

På havbunden aflejres med tidens løb døde dyr og planter med deres indhold af næringsstoffer. Det døde materiale omsættes af andre organismer og de let omsættelige dele af næringssalte frigives til vandet, mens de tungt omsættelige kvælstofforbindelser bliver tilbage og begravnes dybere i havbunden, efterhånden som der aflejres nyt friskt materiale ovenpå.

3. Frigivelse af kvælstof ved klapping

Ved den nødvendige afgravning af havbund inden etableringen af Lynetteholm deponeres de øverste potentielt forurenede sedimentlag på land, mens de dybereliggende og renere sedimentlag klappes i det sydlige Øresund ud for Køge Bugt. De dybere lag af sedimentet kan være mange hundrede år gamle. De er som regel iltfri, og hovedparten af kvælstoffet er bundet i svært nedbrydelige organiske forbindelser. En mindre del er dog i tidens løb nedbrudt til uorganiske biotilgængelige forbindelser, som findes opløst i porevandet mellem sedimentkornene eller løst bundet til sedimentkornenes overflader. Disse forbindelser kan blive helt eller delvist frigivet til det omgivne vand ved klapping, hvor havbundsmaterialet bringes ned gennem vandsøjlen. Men der frigives også opløste organiske kvælstofforbindelser, der kan være mere eller mindre plantetilgængelige. Hvis det klappede materiale lander på overfladen af havbunden og bliver udsat for ilt, vil dele af de ellers svært nedbrydelige forbindelser igen indgå i den almindelige kvælstofdynamik i sedimentet.

Afgivelsen af biotilgængeligt kvælstof ved klapping afhænger i høj grad af sedimentets totale indhold af kvælstof - men det afhænger også af sedimentets funktion og placering. Overfladelaget, de øverste få centimeter, indeholder for eksempel en større del af biotilgængeligt kvælstof end ældre og dybereliggende lag. Og overfladelaget på lavvandede lysekspunerede lokaliteter indeholder en større andel af biotilgængeligt kvælstof end dybereliggende ikke-lysekspunerede sedimenter. Denne sammenhæng er undersøgt og påvist af Dansk Hydraulisk Institut (DHI), der er By & Havns rådgiver på gravespild og sedimentspredning, ved en sammenstilling af suspenderede sedimenter frigivelse af N og P fra i alt 90 udrystnings- eller udvaskningsforsøg fordelt på 75 sedimentkerner udtaget i farvandet omkring Danmark i tidsperioden fra 1986 til 2020. Datamaterialet omfatter bla. Storebæltsbroen, Femern-tunnelen, uddybning af sejlrenden i Grådyb og Lynetteholm. Undersøgelsen er udført for By og Havn som en del af Lynetteholmprojektet, og resultaterne indgår i en teknisk baggrundsrapport

(Teknisk Baggrundsrapport 1, Hydrauliske Beregninger) /1/, som er bilagt miljøkonsekvensrapporten. Denne baggrundsrapport indgår dermed som en del af det samlede materiale, der ligger til grund for de faglige vurderinger, som er fortaget i miljøvurderingen af vandmiljøet.

Næringsstoffrigivelse ved klappning sker efter samme principper som ved gravespild, og Rambøll har ved vurdering af næringsstoffrigivelsen ved klappning blandt andet baseret sig på Teknisk baggrundsrapport 1 og yderligere suppleret DHI's analyser med en videnskabelig artikel /2/.

4. Den amerikanske artikel

For at få det bredest mulige vidensgrundlag forsøger Rambøll, ud over forsøg og data fra selve projektet, at inkludere eksterne kilder, såsom videnskabelige artikler. Det amerikanske studie udført af Lee og Jones fra 1981 /2/ er en af de få eksisterende *videnskabelige* artikler om frigørelse af næringsstoffer ved klappning, der findes. Fordelen ved videnskabelige artikler er, foruden forventningen om en vis kvalitet, at de forbliver tilgængelige lang tid efter, de er skrevet. At denne artikel er mere end 40 år gammel er uden betydning for resultaternes kvalitet. Det er ganske simple målinger, der ikke adskiller sig væsentligt fra de frigivelsesforsøg der udføres i dag. Derfor er det vurderet, at værdierne for sedimentets kvælstoffrigivelse som funktion af det totale kvælstofindhold kunne understøtte DHI's analyser. Af den grund har Rambøll inkluderet den amerikanske artikel som reference i vores miljøvurdering, hvor vi bruger elementer af den.

Data fra tekniske baggrundsrapporter bliver brugt som kilde til alle vurderinger og antagelser i en miljøkonsekvensrapport, hvorfor de ikke bliver citeret i samme omfang, som eksterne kilder gør. Det er grunden til, at man ikke ser den tekniske baggrundsrapport, beskrevet i afsnit 3 ovenfor, citeret i lige præcis det pågældende afsnit om næringsstoffrigørelse. Men det er altså denne, som vi sammen med den amerikanske artikel, baserer vores vurdering af næringsstoffrigørelse på.

5. Fastsættelse af niveau for kvælstoffrigivelse fra Lynetteholmprojektet

Resultaterne af DHI's analyse af kvælstoffrigivelsesforsøg, hvor man har rystet havbundsmateriale i vand og målt kvælstoffrigivelsen i forskellige tidsintervaller, viser en medianværdi (50 % percentil) på 0,99 % frigivelse af det samlede indhold af kvælstof i sedimentet efter 6-24 timer under iltede forhold (se Tabel 1). Jones og Lee (1981) har undersøgt frigivelsen ved korttidsforsøg over 1½ time, og de finder en maksimal frigivelse på 1 %. Det er i fuld overensstemmelse med DHI's resultat, og Rambøll har herefter anvendt 1 % i de videre beregninger.

Tabel 1 Frigivelse af opløst biotilgængeligt kvælstof i frigivelsesforsøg som procent af sedimentets totale indhold af kvælstof ved hhv. Jones og Lee's undersøgelser /2/ og DHI's sammenstilling af resultater fra danske projekter under iltede forhold /1/. At der angives tidsintervaller i DHI's resultater skyldes, at der anvendes forskellige tider ved forskellige undersøgelser.

Tidsforløb	Jones & Lee, 1981 % N/TN	DHI, danske projekter % N/TN 50% percentil
1,5 timer	<1,0	-
6-24 timer	-	0,99
12,5-28 døgn	-	2,47

Rambøll har ikke anvendt resultaterne fra langtidsforsøgene, der strækker sig over 12,5 – 28 dage. Rambøll vurderer, at det ville overvurdere kvælstoffrigivelsen betragteligt. Klappingen sker i forholdsvis tykke lag på klappladserne, hvor en stor del af materialet bliver begravet, ligesom det var på de lokaliteter det kom fra. Da det kun er de øverste få cm der fortsætter med at frigive kvælstof, vil det være en overvurdering at regne med at alt klapmaterialet svæver oppe i vandsøjlen og afgiver kvælstof i op til 28 dage. Desuden vil det klappede havbundsmateriale dække den eksisterende havbund på stedet, hvor det antages, at havbundsmaterialet ville have haft en højere frigivelsesrate end det klappede havbundsmateriale /1/. En stor del af det klappede sediment vil dog spredes med strømmen inden for relativt kort tid, og vil kunne afgive kvælstof - men her gælder samme rationale, at det er gammelt sediment med en lav frigivelsesrate, der lægger sig oven på det naturlige mere aktive sediment. Men, det er kompliceret at vurdere kvælstofomsætningen i et blandet sediment, og der er ingen etableret procedure eller videnskabelige undersøgelser at støtte sig til. Enhver vurdering vil derfor være behæftet med usikkerhed.

Ved at antage 1 % frigivelse af det totale kvælstofindhold i klapmaterialet, er den samlede frigivelse ved klappingen beregnet til 21,3 t kvælstof over to år, dvs. under 11 t per år /3/.

6. Kvælstofbalancen i det sydlige Øresund inkl. Køge Bugt

For at vurdere om den ekstra kvælstoftilførsel på ca. 11 t/år er væsentlig for den økologiske tilstand, må den vurderes i forhold til de øvrige tilførsler til området.

6.1 Fra land

Til vandområdet Køge Bugt udledes fra land ca. 1.100 kvælstof/år /4/, hvoraf ca. 85 % er biotilgængeligt /5/. Disse udledninger sker fra land hvor vandskiftet er ringe og betydningen for den lokale vandkvalitet i selve Køge Bugt er derfor større, end ved udledninger på klappladserne øst for området.

Udledningen til området fra Sverige har vi ikke nyere tal på, men den er væsentlig mindre end fra Danmark /6/.

6.2 Fra Østersøen

Der løber årligt 500-600 km³ vand (netto) fra Østersøen og ud gennem de danske stræder, hvoraf omkring ¼, eller ca. 125 km³ løber gennem Øresund /6/. Den store gennemstrømning betyder at vandets opholdstid i den sydlige del af Øresund er få uger. Kvælstof- og fosforkoncentrationerne i overfladevandet fra Østersøen er typisk hhv. 250 µg/l og 20 µg/l, hvilket betyder, at der netto strømmer omkring 86 tons kvælstof (og 7 tons fosfor) igennem Øresund fra Østersøen hver dag, svarende til 31.500 tons kvælstof og 2.500 tons fosfor på årsplan. Størstedelen af disse mængder næringsstoffer er dog bundet i mere eller mindre tungt omsætteligt organisk stof og ikke umiddelbart biotilgængelige /7/. Den biotilgængelige del af kvælstof kan anslås til omkring 33%, dvs. ca. 10.000 t/år /8/.

6.3 Fra klapping

Det er ovenfor beregnet at der ved klappingen af sediment fra Lynetteholm frigives ca. 22 t biotilgængeligt kvælstof i løbet af de to år der klappes, dvs. ca. 11 t kvælstof/år i det sydlige Øresund, eller mere korrekt i vandområdet Østersøen mellem Køge Bugt og de svenske farvande jf. /9/

7. Sammenfatning

De 11 t biotilgængeligt kvælstof, der potentielt tilføres det sydlige Øresund hvert år i to år ved klapningen af Lynetteholm-sediment, skal ses i forhold til den øvrige tilførsel af biotilgængeligt kvælstof til området på ca. 1.000 t fra land og ca. 10.000 t fra Østersøen. På denne baggrund er klappingsbidraget vurderet som mindre betydeligt.

Det er også på baggrund af denne betragtning om betydning, at det ikke blev fundet nødvendigt at gå ind i en nærmere diskussion af, om den biotilgængelige fraktion er ½, 1 eller 2 % af den totale mængde kvælstof, eller af hvor meget den langsigtede frigivelse af kvælstof fra sedimentet øges eller reduceres.

Herudover, har myndighederne besluttet, at der skal gennemføres kompenserende tiltag, som modsvarer det udledte merbidrag af kvælstof til vandområde Køge Bugt. Når disse tiltag bliver gennemført, vurderes det, at kvælstoffrigørelse fra klapning af havbundsmateriale fra Lynetteholmprojektet ikke vil påvirke muligheden for at opnå målsætningen om god økologisk tilstand i vandområde Køge Bugt.

8. Referencer

- /1/ DHI 2020. Anlæg af Lynetteholm, VVM – Teknisk Baggrundsrapport nr. 1, Hydrauliske undersøgelser. Rapport til By & Havn. November 2020. 434 pp incl bilag.
- /2/ Jones R.A., Lee G.F. (1981) The Significance of Dredging and Dredged Material Disposal as a Source of Nitrogen and Phosphorus for Estuarine Waters. In: Neilson B.J., Cronin L.E. (eds) Estuaries and Nutrients. Contemporary Issues in Science and Society. Humana Press.
- /3/ Rambøll 2021. Vurdering af påvirkninger af tilstand, og målsætninger i vandplaner og Danmarks havstrategi fra klapning af havbundsmaterialer Notat til By & Havn, 26 pp.
- /4/ Miljøstyrelsen 2021. Forslag til vandområdeplanerne 2021-2027. Høringsudgave, 22. december 2021
- /5/ Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. 2021. Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb med henblik på at udvikle en korrektionsformel for 2015. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. – Fagligt notat nr. 2021|39
- /6/ Øresundvandsamarbejdet 2005. Tillførsel af kvælstof og fosfor til Øresund 2004
- /7/ Jørgensen, L., Markager, S., & Maar, M. 2014. On the importance of quantifying bioavailable nitrogen instead of total nitrogen. Biogeochemistry, 117, 455–472.
- /8/ Kaas H, Møhlenberg F, Forbes V, Pedersen B. 1994. Biotilgængelighed af kvælstof og fosfor. Havforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 40. 47 pp
- /9/ Miljøstyrelsen 2021. MiljøGIS for Vandområdeplanerne 2021-2027. Tilgået januar 2022