

# Undersøgelse af alternative klapteknikker og håndtering af klapmateriale

Jens Kjerulf Petersen, Mathias Søgaard, Niels Drønen, Jacob Hjelmager Jensen,  
Anders Christian Erichsen, Karen Timmermann og Mogens Flindt

DTU Aqua-rapport nr. 419-2023





# Undersøgelse af alternative klapteknikker og håndtering af klapmateriale

Jens Kjerulf Petersen<sup>1</sup>, Mathias Søgaard<sup>1</sup>, Niels Drønen<sup>2</sup>, Jacob Hjelmsager Jensen<sup>2</sup>, Anders Christian Erichsen<sup>2</sup>, Karen Timmermann<sup>1</sup> og Mogens Flindt<sup>3</sup>

1. DTU Aqua
2. DHI Group
3. SDU

DTU Aqua-rapport nr. 419-2023

## Kolofon

Titel:	Undersøgelse af alternative klapteknikker og håndtering af klapmateriale
Forfattere:	Jens Kjerulf Petersen <sup>1</sup> , Mathias Søgaard <sup>1</sup> , Niels Drønen <sup>2</sup> , Jacob Hjelmager Jensen <sup>2</sup> , Anders Christian Erichsen <sup>2</sup> , Karen Timmermann <sup>1</sup> og Mogens Flindt <sup>3</sup> 1. DTU Aqua 2. DHI Group 3. SDU
DTU Aqua-rapport nr.:	419-2023
År:	Det videnskabelige arbejde er afsluttet januar 2013. Rapporten er udgivet februar 2023
Reference:	Petersen, J.K., Søgaard, M., Drønen, N., Jensen, J.H., Erichsen, A.C., Timmermann, K. & Flindt, M. (2023). DTU Aqua-rapport nr. 419-2023. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 47 pp. + bilag
Kvalitetssikring:	Rapporten er fagfællebedømt af videnskabeligt personale på DTU Aqua og DHI, som ikke har deltaget i projektgruppens arbejde.
Forsidefoto:	Splitpram, som bruges til klapning. © pbombaert – stock.adobe.com
Udgivet af:	Institut for Akvatiske Ressourcer, Kemitovet, 2800 Kgs. Lyngby
Download:	<a href="http://www.aqua.dtu.dk/publikationer">www.aqua.dtu.dk/publikationer</a>
ISSN:	1395-8216
ISBN:	978-87-7481-349-1

**DTU Aqua-rapporter** er afrapportering fra forskningsprojekter, oversigtsrapporter over faglige emner, redogørelser til myndigheder o.l. Med mindre det fremgår af kolofonen, er rapporterne ikke fagfællebedømt (peer reviewed), hvilket betyder, at indholdet ikke er gennemgået af forskere uden for projektgruppen.

# Indholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>4</b>
<b>Resumé</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Introduktion</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Klappraksis i andre europæiske lande</b> .....	<b>11</b>
2.1 HELCOM og OSPARs anbefalinger .....	11
2.2 Hierarki for placering af materiale .....	12
2.3 Ansøgning om placering af klapmateriale .....	13
2.4 Prøvetagningsplan .....	15
2.5 Karakterisering af opgravet materiale .....	17
2.6 Udstedelse af tilladelse .....	18
2.7 Håndtering af klappingsoperationen .....	20
2.8 Monitoring/overvågning .....	21
2.9 Afrapportering til HELCOM og OSPAR .....	21
<b>3. Alternative klappningsteknikker</b> .....	<b>23</b>
3.1 Nuværende klapteknik .....	23
3.2 Alternative teknikker .....	23
3.3 Andre tekniske metoder .....	27
3.4 Klappladser .....	27
3.5 Meteorologiske vinduer .....	28
3.6 Geografiske forhold .....	29
<b>4. Andre muligheder for håndtering af klapmateriale</b> .....	<b>30</b>
4.1 Sedimenttyper og mængder .....	30
4.2 Sedimenttype, landskabstype, naturtype – nyttiggørelsesprincipper .....	31
4.3 Forskellige typer anvendelser .....	32
<b>5. Generelle anbefalinger for Best Practice</b> .....	<b>37</b>
5.1 Miljøkonsekvensvurderinger og kontrol- og monitoringsprogrammer .....	37
5.2 Klappladser og sæsonafhængighed .....	43
<b>6. Referencer</b> .....	<b>47</b>
<b>Bilag 1</b> .....	<b>48</b>

# Forord

Der er de senere år kommet øget fokus på, at andre presfaktorer end tilførsel af næringsstofferne kvælstof og fosfor kan have betydning for miljøtilstanden i havet og de kystnære farvande. Fysiske forstyrrelser af havbunden og effekter af resuspenderet materiale i vandsøjlen ved udgravning af materiale og efterfølgende dumpning på havbunden har således været i fokus i forbindelse med en række større anlægsprojekter i indre danske farvande i de senere år. Da der endvidere er planlagt en række yderligere store marine anlægsprojekter, der vil medføre omfattende brug af udgravninger og efterfølgende klappning af det udgravede materiale, har Miljøministeriet ønsket at undersøge, om der ved forvaltning af klappningstilladelser kan anvendes alternative tilgange, som kan reducere effekterne af disse anlægsarbejder. Desuden har der været et ønske om en analyse af den danske praksis på området i sammenligning med andre europæiske lande.

DTU Aqua har i denne rapport i samarbejde med DHI og Syddansk Universitet undersøgt alternative muligheder for såvel anden anvendelse af materiale, der ellers vil blive dumpet direkte på havbunden samt alternative metoder til dumpning end den absolut mest benyttede metode i danske farvande, som er klappning fra en splittram. Endvidere har vi i projektet samlet erfaringer med forvaltning af dumpning i andre europæiske lande med udgangspunkt i de vejledninger for dumpning, som OSPAR og HELCOM har udarbejdet. Endelig har vi på baggrund af projektgruppens samlede erfaringer samlet et sæt anbefalinger til mulige ændringer i den nuværende forvaltningsmæssige praksis på området.

Både Miljøstyrelsen og Miljøministeriets departement har haft udkast af denne rapport til kommentering undervejs i projektgruppens arbejde, men konklusioner og anbefalinger i rapporten er alene projektgruppens ansvar. Rapporten er fagfællebedømt af videnskabeligt personale på DTU Aqua og DHI, som ikke har deltaget i projektgruppens arbejde.

Nykøbing Mors  
Januar 2023

Jens Kjerulf Petersen

# Resumé

Denne rapport består af en række uafhængige kapitler vedrørende klapping og klappingspraksis samt anbefalinger til Best Practice ved større klappinger typisk i forbindelse med anlægsarbejder.

Den aktuelle forvaltningspraksis i en række europæiske lande er gennemgået med udgangspunkt i anbefalinger vedrørende praksis for klapping udarbejdet af HELCOM og OSPAR. Anbefalingerne fra HELCOM/OSPAR omfattes i rapporten af følgende emner: a) Hierarki for placering af opgravet marint materiale; b) Krav til ansøgninger om klapping; c) Plan for prøvetagning i forbindelse med klappinger både før og under klappingen; d) Krav til karakterisering af det opgravede materiale i relation til fysiske, biologiske og miljökemiske parametre; e) Procedurer for udstedelse af klaptilladelse; f) Håndtering af klappingen herunder angivelse af "Best Practice"; g) Iværksættelse af overvågning/monitoring af klappingen; h) Krav til afrapportering til HELCOM og OSPAR. De enkelte landes praksis er vurderet i forhold til HELCOM/OSPARs anbefalinger med særligt fokus på den danske forvaltning, som den er beskrevet i Klapbekendtgørelsen. I tilhørende bilag til rapporten er angivet diverse krav til tilladelser til klapping i danske farvande samt internationale kriterier for tålegrænser for miljøfremmede stoffer.

I Danmark er den foretrukne metode til dumpning af opgravet sedimentært materiale klapping. Det opgravede materiale placeres i en splitpram, og frigives ved åbning af klapperne i bunden af splitprammen, deraf navnet. Materialet synker straks efter klapping mod bunden forårsaget af materialets højere densitet. Der findes en række alternative metoder til klapping fra splitpram, som i dag anvendes forskellige steder i verden. Pumpning af det opgravede materiale til bunden evt. i kombination med en diffusor ved overgangen fra pumperør til bund er et alternativ, der vil fjerne spredning af finkornet materiale og frigivelse af næringsstoffer m.m. under transporten fra splitprammen til havbunden. Pumpning vil på den anden side kunne medføre en delvis opbrydning af dele af materialet, som derved lettere vil kunne resuspendes og have sværere ved at blive konsolideret på havbunden. Et andet alternativ er brug af "tremie", hvor der stadig deponeres ved brug af rør, men her udelukkende gennem tyngdekraft. Denne metode stiller dog krav til materialets beskaffenhed for, at det kan transporteres til havbunden kontinuerligt. Andre aktuelle og potentielle fremtidige metoder er gennemgået. Udover valg af klappingsmetode kan spildet eller spredningen af finkornet materiale ved klappingen reduceres ved brug af boblegardiner eller siltgardiner. Andre måder til at reducere effekter er ved at tage hensyn til vejrlig og kun klappe i optimale meteorologiske vinduer eller på pladser, hvor strøm- og bølgeforhold resulterer i minimal spredning af det klappede materiale.

Den mest optimale håndtering af opgravet materiale er at nyttiggøre det til f.eks. sandfodring/bypass, når materialet er ikke-forurenet, eller til forskellige formål på land. I henhold til dansk lov og praksis skal opgravet havbundsmateriale håndteres efter et hierarki, hvor materiale hentet fra havbunden skal søges nyttiggjort, før man overvejer, om det skal deponeres/klappes. Mulige håndteringer af materialet er mangeartede og kan rangeres efter deres potentielle miljømæssige fordele og ulemper. Der er imidlertid flere faktorer der spiller ind, når nyttiggørelse skal vurderes. En central parameter for anvendelse er eventuelle miljøkvalitetskrav i dansk lovgivning, der skal tilgodeses for de enkelte håndteringer. Anvendelsesmulighederne er af-

hængige af sedimenternes typiske kornstørrelser, mængder/volumen af opgravet materiale, opgravningsfrekvenser og rater af det opgravede materiale. Dette peger på et behov for i de enkelte sager at udføre en vurdering af gennemførlighed af anvendelsen/genanvendelsen. Forskellige kategorier og typer af genanvendelse er i grove træk: 1) Anvendelse som byggematerialer; 2) By- og landskabsdannelse, herunder bearbejdning af habitater; 3) Som element i klimasikringsanlæg. Disse kategorier vil ofte overlappe, idet landskabsdannelse kan indgå som et led i byggeprojekter og klimasikring ligeledes kan tænkes ind i by- og landskabsudvikling.

For at sikre det faglige indhold i kommende miljøkonsekvensvurderinger af klapninger, herunder transparens i forhold til resultaterne af de gennemførte analyser, kan der i store klapsager implementeres en procedure for udbud og gennemførelse af miljøkonsekvensvurdering som omfatter flere trin:

1. En uafhængig instans, som f.eks. kan være den sagsbehandlende myndighed eller en uafhængig rådgiver udarbejder en kravspecifikation for selve miljøkonsekvensvurderingen inkl. kontrolprogrammer for klapp praksis og natur- og miljøforhold, som bliver en central del af udbudsmaterialet.
2. Der skal af den kontrollerende myndighed stilles krav om vægtning ved bedømmelse af tilbuddene på opgaveudførelse, hvor pris ikke får den dominerende rolle ved valg af tilbud, og at kvalitet i opgaveudførelsen vægter højere.
3. Der implementeres et kontrolprogram til løbende dokumentation af klapningen vedrørende klappmængder, klappmetoder og placering af det klappede materiale, som skal køre i hele den periode, der klappes og som er specifikt for den enkelte større klapsag.
4. Der implementeres et kontrolprogram til løbende monitoring og dokumentation af, at kravspecifikationen og antagelserne i miljøkonsekvensvurdering vedrørende natur- og miljøeffekter er overholdt. Kontrolprogrammet skal gennemføres undervejs og efter endt klappning. Indsamlede data i kontrolprogrammet skal følge ensartede standarder for prøvetagning, og data skal gøres offentligt tilgængelige.
5. Implementering af adaptiv klappingsstrategi, hvor sedimentspredning løbende evalueres og hvor manglende opfyldelse og/eller ændringer i forudsætninger skal kunne medføre ændring af aktiviteten eller midlertidigt stop for klappningen, til der er fundet en løsning, der sikrer opfyldelse.
6. En uafhængige instans skal ved afslutning af klappingsprojektet evaluere om kravspecifikationer og antagelser til miljøkonsekvensvurderingen og evt. vilkår stillet af myndighederne for godkendelse af klappning er opfyldte.

Best Practise for valg af klapppladser bør have udgangspunkt i at minimere negative miljø -og natureffekter, men kan også inkludere andre hensyn som f.eks. klimahensyn og økonomiske hensyn. Helt overordnet bør hensynet til værdifuld natur vægte højt, hvilket betyder, at klapppladser ikke skal placeres i nærheden af værdifuld natur. Identificering af værdifuld natur bør ske ved konkrete undersøgelser, men kan i udgangspunktet identificeres som: Ålegræsbede og makroalger, Natura 2000 habitatområder, følsom bundfauna, karakteristiske bundhabitater og vandplanområder som ikke kan tåle yderligere påvirkning med næringsstoffer. Endvidere bør de toksikologiske og bioakkumulerende virkninger af det udgravede materiale generelt set vurderes. Ved valg af den konkrete klappplads anbefales en strategi, hvor det klappede materiale kon-



solideres på et så lille areal som muligt og risikoen for sedimentspredning gennem resuspension minimeres. Herved vil den arealspecifikke påvirkning blive stor, men have en ubetydelig eller meget lille betydning for det samlede område. Derudover vil alle afledte effekter som samlet iltforbrug, næringsstoffrigivelse, CO<sub>2</sub>-frigivelse, frigivelse af miljøfremmede stoffer og risiko for utilsigtet påvirkning af følsomme arealer og arter blive relativt mindre, ligesom muligheder for kontrol øges. Arealet som påvirkes kan minimeres ved at vælge klappladser og klappraksis karakteriseret ved at være horisontalt afskærmede fra den omkringliggende havbund, ligge på stor vanddybde, og have lave strømhastigheder. Områder med stærk strøm eller høj grad af bølgenedslag – og dermed en betydelig grad af erosion af de øverste sedimentlag - bør undgås idet strømmen vil sprede klapmaterialet, og det påvirkede areal vil blive mange gange større. Klappning bør som udgangspunkt foregå udenfor vækstsæsonen, hvilket også tidligere har været praksis i forbindelse med klappgodkendelser.

Det anbefales at lave en tilsvarende analyse som nærværende for udgravning og råstofindvinding.

# 1. Introduktion

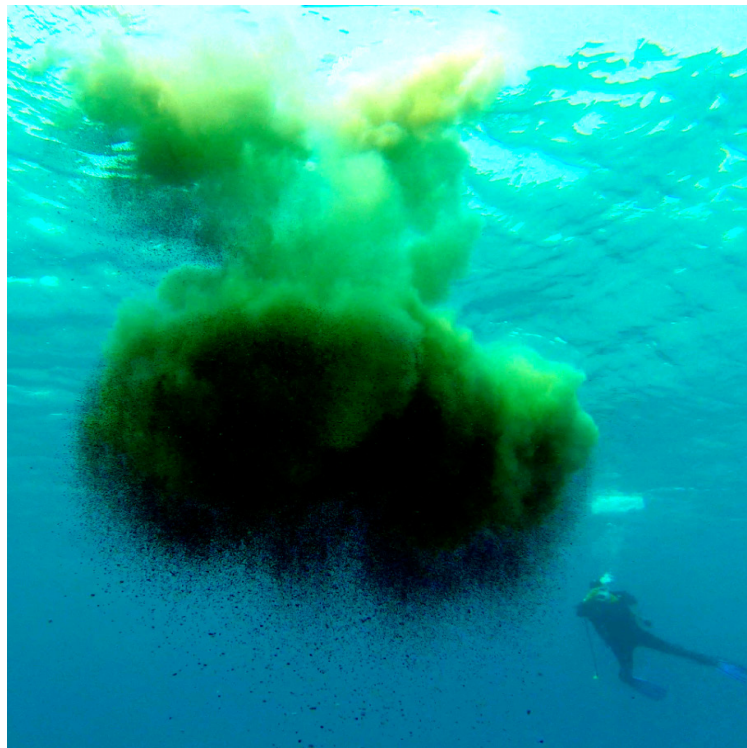
Udgangspunktet for forvaltning af det marine miljø er, at dumpning af materiale på havbunden i videst muligt omfang skal undgås. Det vil sige, at klapping, som er den i Danmark hyppigst anvendte form for dumpning af opgravet materiale, i videst muligt omfang skal være sidste mulighed for afskaffelse af materialet.

Første led i en klapping er selve udgravningen af det materiale, der ønskes klappet. Denne proces har en selvstændig indvirkning på det marine miljø (1). Den efterfølgende afskaffelse af det udgravede materiale sker enten ved klapping på havbunden på en afgrænset klappads, ved bypass, der er en videreførelse af sediment langs kysten på læsiden af den konstruktion (typisk en havn), der har standset den naturlige sedimenttransport, eller ved nyttiggørelse i regi af Kystdirektoratet, hvor det opgravede materiale anvendes til andre formål end bypass, f.eks. kystfodring et andet sted langs kysten. Miljøstyrelsen er ressort myndighed for behandling og udstedelse af klaptilladelser og står ligeledes for tilladelser til nyttiggørelse på land eller i lukkede havnebassiner. Bliver en ansøgning godkendt, giver Miljøstyrelsen tilladelse til at der kan klappes en given mængde sediment på en eller flere specificerede klappadser over en årrække på typisk 5 år. I danske farvande er der ca. 120-130 klappadser nogenlunde ligeligt fordelt i alle kystnære områder (1). Vanddybden på de fleste klappadser er >6 m. Når Miljøstyrelsen vurderer, at opgravet marint sediment er rent og uden betydende mængder miljøfremmede stoffer, skal sedimentet ifølge Kystbeskyttelseslovens §16b stk. 1 nr. 1 og 2 genanvendes. Kystdirektoratet er myndighed for tilladelser til bypass og nyttiggørelse til kystfodring med brug af ikke forurenede sediment. I denne rapport er der udelukkende fokus på klapping af materiale tilvejebragt ved større udgravninger i forbindelse med byggeprojekter. Effekter af bypass eller losning af ikke forurenede sediment til kystfodring indgår således ikke i analyserne.

Ved klapping vil der altid være en direkte fysisk påvirkning af havbunden, hvorved bundlevende organismer dækkes af det klappede materiale, hvilket vil medføre en negativ påvirkning af organismene. Tykkelsen af det aflejrede lag og dermed omfanget af den fysiske påvirkning afhænger af mængden og delvis sammensætningen af klappet materiale samt afstanden fra klappadsen, da det klappede materiale som følge af transport med vandstrømme potentielt kan spredes over 5 km fra klappadsen og nå et areal på over 50 km<sup>2</sup> (1). Klapping kan derfor give øget turbiditet udenfor klappadsen. Spredningen af sedimentet øger størrelsen af det påvirkede areal, men effekten på klappadsen reduceres tilsvarende. Biologiske påvirkninger på klappadsen som følge af klapping kan potentielt inkludere: i) øget iltforbrug ved omsætning af organisk materiale og iltning af tilførte reducerede forbindelser i det klappede materiale, hvorved der kan være øget risiko for iltsvind ved klapping i områder med stillestående vand; ii) Øget primærproduktion som følge af næringsstoffrigivelse frigivet fra det klappede materiale; iii) Mindsket lysmængde ved bunden som følge af spild under klappingen, klappematerialets fysiske karakteristika og potentiel resuspension som funktion af (manglende) konsolidering af det aflejrede materiale. Påvirkningen af lysforholdene gælder især klappet materiale med et højt organisk indhold, fordi det er mindre sammenhængende, har lavere gennemsnitlig kornstørrelse, konsolideres dårligere og re-suspenderes ved lave strømhastigheder, hvilket resulterer i mindsket sigtdybde på og omkring klappadsen.

Klapning kan også medføre en kemisk påvirkning, hvis det opgravede materiale har et betydeligt indhold af miljøfremmede stoffer. Det er primært klapning af oprensingsmateriale fra havne, der tilfører miljøfremmede stoffer inkl. tungmetaller til det marine miljø og dermed kan lede til bioakkumulering af skadelige stoffer. Der er regler for indholdet af miljøfremmede stoffer i klappet materiale (se kapitel 2).

I en analyse af betydningen af gravning og efterfølgende klapning eller bypass af sedimenter for specielt ålegræs i vandplanområderne blev det dokumenteret, at disse aktiviteter i perioden 2014-18 påvirker et areal på 1-2.420 ha (udpegede klappladser) svarende til mellem 0,1-2,9% af arealet af de vandplanområder, hvor aktiviteterne er foregået. Det kan endvidere antages, at de arealer, der rent faktisk bliver påvirket af aktiviteterne, er mindre end de arealer, der er blevet givet tilladelse til (2). I en analyse af betydningen af sedimentspredning ved klapning blev det fundet, at den forøgede resuspension i forbindelse med klapningen er størrelsesorden mindre end baggrundskoncentrationen af suspenderet materiale (2). Denne konklusion blev foretaget på baggrund af et datamateriale, der er tilstrækkeligt til at foretage en analyse, selvom den præcise placering af aktiviteterne på klappladserne i de udpegede områder ikke altid er kendt. Efter 2018 er der imidlertid påbegyndt en række meget store klapninger, ligesom der er planlagt flere større klapninger i de kommende år. Det kan således antages, at der lokalt vil komme større effekter af klapninger.



**Figur 1. In-situ eksperiment med faldende sedimentblandinger (foto: Jacob Hjelmager Jensen).**

Ved en vurdering af de natur- og miljømæssige implikationer af klapninger skal to overordnede forhold vurderes: Påvirkninger på klappladserne og påvirkninger udenfor klappladserne. På klappladserne vil karakteren af det klappede materiale, dvs. sedimentsammensætning, biologiske elementer, næringsstoffer og miljøfremmede stoffer have primær betydning i relation til, hvordan

materialet lejr sig (sedimentation, konsolidering og bioturbation). Effekterne udenfor klapplassen vil styres af spild under klappingen, resuspension af aflejret materiale og det frigivne materials skæbne (transport, aflejring) og påvirkningsmekanisme. For at lave en miljøkonsekvensvurdering vil der således være behov for kendskab til klapmaterialets karakter og sammensætning og spredningspotentialer af spildt og resuspenderet materiale. Primært og sekundært spild vil være styret af klapmaterialets karakter, dvs. kornstørrelsesfordeling, fysisk-kemiske egenskaber som kohæsivitet og biologiske egenskaber som biofilm, hydrodynamiske betingelser i klappingsområdet herunder klapplassen evne til at holde på det klappede materiale samt klappingsteknikken (for detaljeret gennemgang se også (5)).

Gravning – som ofte er koblet til klapping – og råstofudvinding er ikke omfattet af analyserne i denne rapport, selvom sandsugere og især cutter suction kan have betydelige effekter på miljøet herunder effekter af støj.

## 2. Klappraksis i andre europæiske lande

Ifølge Havmiljølovens §25, stk. 1 må dumpning af stoffer eller materialer i havet ikke finde sted bortset fra dumpning af optaget havbundsmateriale – herefter benævnt klappning. Det er i havmiljøloven anført, at der kun må gives tilladelse til klappning, hvis stofferne i Havmiljølovens bilag 2 findes i "uvæsentlige mængder og koncentrationer". I Danmark defineres klappning jf. Klappbekendtgørelsens §1 som "dumpning af optaget havbundsmateriale, eksempelvis fra uddybning, oprensning og havnebygningsarbejder, etablering af havvindmøller og broanlæg, samt kabel- og rørledningsarbejder på havbunden".

Set i europæisk perspektiv er der stor forskel på, hvordan klappning praktiseres, som det også kommer til udtryk i forskellige europæiske landes klappningsvejledninger. Der er i denne rapport foretaget en gennemgang af fælles træk og forskelligheder i praksis i de lande, hvor det har været muligt at få klappningsvejledninger fra. Disse er Danmark, Finland, Irland, Spanien, Storbritannien og Sverige. Som referencepunkt for sammenligningen er valgt de "standardvejledninger" eller retningslinjer for god klappningspraksis, som er udarbejdet af HELCOM og/eller OSPAR og som er de mest detaljerede og omfattende på området.

Da HELCOM og OSPAR har de mest detaljerede og gennemarbejdede retningslinjer vil de vigtigste elementer i retningslinjerne blive gennemgået. For hvert af elementerne sammenlignes de enkelte landes vejledninger, og hvor der er større afvigelser, fremhæves dette. Den nuværende danske praksis, som den fremgår af den danske vejledning samt i den faglige beskrivelse af klappområdet, bliver beskrevet for hvert af de enkelte elementer.

### 2.1 HELCOM og OSPARs anbefalinger

HELCOM (3) og OSPAR (4) konventionernes klappningsvejledninger er stort set identiske og bliver derfor gennemgået som én og samme vejledning i denne rapport. Begge vejledninger indeholder 13 afsnit, hvoraf de fleste er omfattet af denne analyse, enten direkte for hvert afsnit eller i relation til den generelle gennemgang.

HELCOM og OSPAR opstillede 5 krav til klappning ved HELCOM konventionen i 1992, som stadig er gældende:

1. Udgravede materialer kan, i overensstemmelse med Konventionens Artikel 11 og Annex V, tillades at blive klappet i havet.
2. Deltagende lande skal sikre, at ingen udgravede materialer klappes uden tilladelse givet af en passende, kompetent myndighed.
3. Klappning af materiale indeholdende skadelige stoffer (Annex I) er kun tilladt i henhold til disse retningslinjer.
4. Deltagende lande skal rapportere arten/typen og mængden af det klappede materiale til HELCOM.
5. Deltagende lande anbefales at rapportere om organiske tinkoncentrationer i havmiljøet i områder, hvor dets forbindelser kan trænge ud i havmiljøet.

HELCOM/OSPAR definerer klappningsmaterialer som sedimenter eller sten med tilhørende vand, organisk stof mv. Fjernet fra områder, der normalt eller regelmæssigt er dækket af vand,

ved hjælp af udgravning eller andet graveudstyr. Opgravede sedimenter bliver set som en del af den naturlige sedimentcyklus. Det opgravede sediment skal derfor som udgangspunkt forblive i den samme sedimentcyklus som det blev opgravet i (læs samme geografiske område), hvis det er miljømæssigt, teknisk, socialt og økonomisk muligt. Det er her værd at bemærke, at flytning af opgravet materiale i disse retningslinjer derfor skal begrænses og ikke foregå langt fra, hvor materialet er opgravet. Enhver deponering af de opgravede materialer i havet skal vurderes individuelt for at sikre, at den overholder HELCOM/OSPARs retningslinjer.

Centralt i hele HELCOM/OSPARs retningslinjer samt i alle de undersøgte landes retningslinjer er "Best Environmental Practice (BEP)". HELCOM/OSPAR opfordrer således alle lande til at udøve BEP ved udgravning og klappning for på den måde at minimere både mængden af udgravet materiale og påvirkningen af det marine område. Tilknyttet BEP er også ofte brugen af "Best Available Technology (BAT)", som er en vurdering af hvilke typer redskaber/metoder, som bruges under både opgravningen og klappningen, for at gøre mindst muligt skade på miljøet. BEP og BAT er særligt relevant i håndteringen af det opgravede materiale og i deponeringen heraf (se nedenfor).

## 2.2 Hierarki for placering af materiale

Mange lande har et såkaldt affaldshierarki for hvordan opgravet sediment skal håndteres, som følger HELCOM/OSPARs retningslinjer for genbrug af materialet. Øverst i hierarkiet ligger "Forebyggelse", hvilket indebærer, at man så vidt muligt skal tilstræbe og undersøge, om opgravningen på nogen måde kan undgås.

I både HELCOM/OSPARs retningslinjer og de engelsksprogede landes vejledninger er begreberne "reuse", "recycle" og "treatment/other recovery" brugt. For forståelsens skyld er disse begreber oversat til dansk som henholdsvis nyttiggørelse, anden anvendelse og oprensning. Med nyttiggørelse menes genbrug af det samlede materiale eller dets dele, altså at finde en alternativ, gavnlig anvendelse af det opgravede materiale. Anden anvendelse kan omfatte fremstilling af høj kvalitetsprodukter fra det opgravede materiale, altså omdannelse af materialet til andre stoffer eller produkter. Med oprensning menes behandling af materialet for at ændre dets fysiske karakter, som for eksempel gennem pyrolyse, forbrænding med genindvinding af energi eller forgasning. Nederst i hierarkiet kommer "Bortskaffelse" såsom for eksempel klappning. Klappning til søs er derfor kun muligt, hvis ingen af de andre håndteringsmetoder kan bringes i anvendelse.

I Danmark er et sådant affaldshierarki ikke angivet i klappningsvejledningen, da sediment som genplaceres på havet, falder uden for affaldsdirektivets anvendelsesområde. Der er dog indført et hierarki for genplacering af havsedimenter i klappbekendtgørelsen, som er inspireret af affaldshierarkiet. Heri er det beskrevet, at administrationen af bestemmelserne skal ske i overensstemmelse med følgende hierarki:

1. Bypass, som er videreførelse af sediment (opgravet materiale) langs kysten på læsiden af den konstruktion (typisk en havnekonstruktion, læmole eller sejlrende), der har standset den naturlige sedimenttransport.
2. Nyttiggørelse, som er anvendelse af sedimentet til andre formål end bypass, f.eks. kystfodring et andet sted.
3. Klappning.

Bypass er et dansk begreb, som hverken optræder i HELCOM/OSPARs retningslinjer eller nogen af de undersøgte landes vejledninger, men muligvis kan falde under nyttiggørelse i nogle af landene.

**Tabel 1. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HEL-COM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
1. Nyttiggørelse 2. Anden anvendelse 3. Oprensning 4. Bortskaffelse	1. Bypass 2. Nyttiggørelse 3. Klappning		1. Fordelagtig genbrug 2. Deponering på land 3. Klappning på havet		1. Forebyggelse 2. Nyttiggørelse 3. Anden anvendelse 4. Oprensning 5. Bortskaffelse	1. Forebyggelse 2. Genbrug af materiale 3. Oprensning 4. Bortskaffelse

### 2.3 Ansøgning om placering af klappmateriale

En ansøgning om tilladelse til klappning kræver ifølge HELCOM/OSPAR svar på og vurdering af mindst følgende punkter:

- Placering af det udgravede område (med koordinater og kort)
- Mængde af udgravet materiale
- Visuel granulometri (% sten, sand, silt og mudder) fra borehulsanalyser
- Detaljerede sedimentanalyser af det udgravede materiale og fra den foreslåede klappplads
- Alternativer til klappning
- Placering af den foreslåede klappplads og om den har været brugt tidligere
- Kopier af undersøgelsesresultater associeret med klapppladsen (f.eks. arkæologi).

HELCOM/OSPAR anbefaler, at alle ansøgninger skal vurderes individuelt, og at det kun er muligt at få én tilladelse pr. ansøgning, og at tilladelsen er både tids- og mængdemæssigt begrænset. Det skal desuden være muligt at gøre tilladelsen sæsonspecifik, så den ikke gælder hele året, og at der dermed i nogle uger/måneder af året kan være forbud mod klappning.

Nogle lande har en såkaldt "bagatelgrænse" for, hvornår en tilladelse ikke er nødvendig. F.eks. har Sverige valgt, at områder mindre end 3.000 m<sup>2</sup> kun kræver anmeldelse af dumpning og ikke en egentlig tilladelse. I Finland skal alle udgravninger, hvor den samlede opgravningsmasse er større end 500 m<sup>3</sup>, have en tilladelse, medmindre der er tale om vedligeholdelse af en offentlig passage. Storbritannien har en undtagelse for vedligeholdelsesuddybningssaktiviteter med lavt volumen af udgravningsmateriale. Der er dog ikke fastsat en egentlig grænseværdi for, hvornår et volumen kan karakteriseres som værende lavt. I den danske klappingsvejledning fra 2008 fremgår det, at der i Danmark ikke findes en "bagatelgrænse" for helt små mængder af havbundsmateriale.

Når det kommer til udvælgelse af klappingsområde, er der specifikke krav til, hvilke undersøgelser og informationer der er nødvendige for at kunne vurdere områdets egnethed til klappning.

HELCOM/OSPAR anbefaler således, at der indhentes information om både havbundens og vandsøjlets fysiske og kemiske karakteristika samt områdets nærhed til vigtige økonomiske, kulturelle og biologiske områder. En biologisk karakterisering er valgfri, men foreslås, hvis de fysiske og kemiske karakteristika ikke er tilstrækkelige til at bedømme de potentielle effekter af klappningen af det udgravede materiale. Det foretrækkes endvidere altid, at det opgravede sediment forbliver i det samme geografiske område, som det blev opgravet i, hvis det er muligt. Således sikres det, at det udgravede sediment er mest muligt ens med sedimentet på klapplassen. HELCOM/OSPAR anfører, at det især er vigtigt at kende de hydrografiske forhold på klapplassen for at kunne vurdere, hvor stor en del af det klappede materiale, der ender på bunden af det valgte klapområde, og hvor stor en del, der vil blive spredt af strømmen og derfor potentielt kan påvirke nærområderne uden for den valgte klapplass.

Nogle lande (Sverige) har fremsat grænseværdi for, hvor meget det klappede materiale må spredes under en klappningsaktion. Suspenderede stoffer i vandmassen må derved ikke overstige 50 mg/l i en afstand på 200 m fra klappositionen. Hvis 8 ud af 10 målinger opfylder dette krav anses grænseværdien som opfyldt.

I den danske vejledning er der udarbejdet en liste med 8 punkter, som en ansøgning skal indeholde (Indhold af ansøgning til klappning). Ud over disse punkter skal en ansøgning indeholde information, om ansøger ønsker at bruge det optagne havbundsmateriale til bypass, nyttiggørelse eller klappning. Der skelnes i Danmark mellem to typer havbundsmateriale: Oprensingsmateriale der fremkommer, når havbunden oprenses for aflejret materiale, til opnåelse af en tidligere eksisterende og offentliggjort vanddybde, og uddybningsmateriale der fremkommer, når der foretages en forøgelse af en officiel vanddybde. Uddybningsmateriale anses i Danmark som "jomfrueligt jord". Hvilken type, der er tale om i et givent projekt, er en del af de 8 punkter, der skal indgå i en klappningsansøgning.

Det står hverken beskrevet i HELCOM/OSPARs vejledning eller i nogle af de undersøgte landes vejledninger, at det er et entydigt krav at angive, hvor på klapplassen man dumper materialet, så det er i praksis ikke muligt for myndighederne at vurdere, hvor meget af klapplassen der bliver brugt. I danske klaptilladelser kan der dog stilles vilkår om, at klappartøjerne har AIS påmonteret og at disse er tændte under klappningen. Det fremgår dog ikke om der kan stilles vilkår om sensorer på bådenes klapper, eller hvordan et sådant vilkår bliver kontrolleret og behandlet.

**Tabel 2. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
Liste med krav til ansøgning						
Tilladelse altid nødvendig (ingen bagatelgrænse)		Mindre end 500 m <sup>3</sup> undtaget for tilladelse			Vedligeholdelses-uddybnings-aktiviteter med lavt volumen undtaget for tilladelse	Mindre end 3.000 m <sup>2</sup> undtaget for tilladelse



## 2.4 Prøvetagningsplan

I retningslinjerne fra HELCOM/OSPAR fordrer en ansøgning om tilladelse til klappning en prøve-tagningsplan, som kan beskrives som en vurdering af de fysiske og kemiske tilstande af både det sediment, som ønskes opgravet og sedimentet på klapplassen.

Følgende detaljer skal som minimum fremgå af prøvetagningsplanen:

- Oprensning eller uddybning til ny dybde f.eks. i forbindelse med anlægsopgaver
- Placering af oprensnings-/uddybningssområdet (f.eks. koordinater)
- Metoder til gravearbejdet, der sandsynligvis vil blive brugt
- Maksimal forudsagt volumen af oprensningen/uddybningen (pr. år og total)
- Maksimum dybde af graveaktivitet
- Periode for tilladelsen (tidshorisont)
- Generel beskrivelse af materialetypen (f.eks. partikelstørrelser, miljøfremmede stoffer, næringssalte m.m.)

Foreslåede eksisterende klapplass(er), eller placering(er) af foreslåede nye klapplass(er).

Normalt skal prøverne fra hver prøvetagningsstation i oprensnings-/uddybningssområdet (se nedenfor for antal stationer) analyseres separat, men det kan være muligt at sammenlægge to eller flere stationer, hvis sedimentet er homogent med hensyn til tekstur og hvis der ikke er forskel på forureningskoncentrationerne. De individuelle prøver fra hver prøvetagningsstation skal altid gemmes indtil tilladelsen er givet.

En prøvetagningsplan, som er blevet godkendt, vil indeholde:

- Det nødvendige antal prøvetagningsstationer pr. oprensnings-/uddybningssområde
- Det nødvendige antal prøvetagningsstationer på den foreslåede klapplass (hvis en ny/ikke allerede brugt klapplass er nødvendig)
- Hvilke dybder der skal tages uforstyrrede prøver på i henholdsvis uddybningssområdet og klapplassen
- Nødvendige fysiske og kemiske analyser.

Tidligere analyser kan muligvis bruges, hvis prøverne er taget inden for de sidste 3 år, og analyseret på et OSPAR- eller HELCOM-godkendt laboratorium.

Med undtagelse af Spanien har alle de undersøgte lande valgt at følge HELCOM/OSPARs retningslinjer, når det kommer til at fastsætte antallet af prøvetagningsstationer i det område, der skal udgraves. Antallet af prøvetagningsstationer er angivet i HELCOM/OSPARs retningslinjer (se tabel 3 og 4), og kan enten afgøres ud fra mængden af udgravet materiale (HELCOM/OSPAR beskriver denne metode), hvis der skal graves dybere end 1 m eller af arealet af udgravningssområdet (kun HELCOM beskriver denne metode), hvis dybden af udgravningen er mindre end 1 m.

**Tabel 3. De af HELCOM/OSPAR anbefalede antal prøvetagningsstationer ved en given mængde (m<sup>3</sup>) opgravet materiale i udgravningsområdet.**

**MÆNGDEDEFINERET**

Mængde udgravet (m <sup>3</sup> )	Antal prøvetagningsstationer
Op til 25.000	3
25.000 – 100.000	4 – 6
100.000 – 500.000	7-15
500.000 – 2.000.000	16-30
> 2.000.000	10 ekstra pr. million m <sup>3</sup>

**Tabel 4. Det af HELCOM/OSPAR anbefalede antal prøvetagningsstationer ved et givent område (m<sup>2</sup>) opgravet materiale i udgravningsområdet.**

**OMRÅDEDEFINERET**

Område udgravet (m <sup>2</sup> )	Antal prøvetagningsstationer
< 10.000	1 – 3
10.000 – 50.000	4 – 8
50.000 – 100.000	9 – 10
> 100.000	5 ekstra pr. 100.000 m <sup>2</sup>

Spanien bruger andre regler og fastsætter antallet af prøvetagningsstationer efter hvilken type zone, det udgravede materiale befinder sig i. Der er i alt 4 zoner: M, G, C og "andre områder". I zone G bruges f.eks. følgende formel i stedet for de af HELCOM/OSPAR foreslåede retningslinjer:

$$N = \frac{S}{25\sqrt{S}}$$

Hvor N = minimum antal prøvetagningsstationer; S = overfladearealet af udgravningsområdet, eksklusiv overfladen af M og C zoner angivet i m<sup>2</sup>, og 25 √S = arealet af hver prøvetagningsstation, antaget en distribution med ens afstand mellem hver station.

I Danmark bruges mængdetabellen fra HELCOM/OSPARs retningslinjer, men den adskiller sig fra disse ved at have angivet mængder <2.500 m<sup>3</sup> (hvilket kræver 1 prøvetagningsstation), mængder fra 2.500-10.000 m<sup>3</sup> (som kræver 2 prøvetagningsstationer) og mængder fra 10.000-25.000 m<sup>3</sup> (kræver 3 prøvetagningsstationer).

Den danske klappingsvejledning beskriver også, at der bør aftales en prøveplan mellem ansøger og Miljøstyrelsen. Prøveplanen kan omfatte både placering og antal af prøvetagningsstationer samt hvilke stoffer, der skal analyseres for. Prøverne skal være repræsentative såvel verti-

kalt som horisontalt for det materiale, som ønskes klappet. Det er i forbindelse med prøvetagning vigtigt at skelne mellem oprensingsmateriale og uddybningsmateriale, idet uddybningsmateriale som udgangspunkt er ikke-forurenet, og derved kun i sjældne tilfælde kræves analyser af.

**Tabel 5. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
Detaljeret prøvetagningsplan anbefales						
Antal prøvetagningsstationer anbefalet (skema)		Følger HELCOM/OSPAR retningslinjer men har i nogle sammenhænge strengere krav		Bruger helt andre metoder til bestemmelse af antal prøvetagningsstationer		

## 2.5 Karakterisering af opgravet materiale

HELCOM/OSPAR anbefaler både en fysisk og en kemisk karakteristik af det opgravede materiale, mens en biologisk karakteristik er frivillig og ofte kun nødvendig, hvis de fysiske og kemiske karakteristika ikke er tilstrækkelige til en vurdering af, om det samlede materiale kan gives en klappningstilladelse.

Karakterisering af materialets fysiske egenskaber indebærer angivelsen af den totale mængde sediment, der forventes at skulle klappes samt en kornstørrelsesanalyse af sedimentet, enten ved laser- eller sigtemetoder, eller undtagelsesvis på basis af en visuel bestemmelse. De kemiske karakteristika indeholder blandt andet analyse af sedimentet for miljøfremmede stoffer. Alle de undersøgte lande holder sig til den af HELCOM/OSPAR opgivne primærliste (HELCOM Primærliste) for stoffer, der skal undersøges. Hvert land har opstillet såkaldte aktionsniveauer for hvert stof. Antallet af niveauer/grupper og grænsekonzentrationerne er forskellige fra land til land (Dredged Material Criteria North Sea<sup>1</sup>), men fælles for alle er, at de er ment som en hjælp til at kunne klassificere det udgravede materiale som havende enten "lav forureningsgrad" eller "høj forureningsgrad". En biologisk karakterisering af det udgravede materiale indeholder tests af toksicitet (både akut og kronisk), potentiale for bioakkumulering og potentiale for forurening generelt. Den biologiske toksicitet måles ved bioassays på modelorganismer fra forskellige trofiske niveauer, hvor man observerer eventuelle effekter på organismene.

Der kan forekomme tilfælde, hvor en karakterisering af det opgravede sediment ikke er nødvendig. En karakterisering kan for eksempel undlades, hvis det med sikkerhed vides, at det opgravede sediment er sammensat af tidligere uforstyrret geologisk materiale og at det ikke mistænkes, at der kan være mærkbare forureningskilder i nærheden.

En anden mulighed for undtagelse er, hvis sedimentet næsten udelukkende består af sand, grus eller sten, altså grovkornet sediment. Nogle lande har foruden de ovenstående tilfælde

<sup>1</sup> Se Bilag: Rapport fra 2011, hvorfor opdaterede værdier for 2022 er sandsynlige

også valgt at fastsætte en "bagatelmængde" for, hvornår det ikke er nødvendigt med en detaljeret karakterisering. Hvis den årlige klappede mængde ikke overstiger 10.000 tons pr. år, kan karakterisering af sedimentet altså i nogle lande undværes, hvilket også er gældende i HELCOM/OSPARs retningslinjer. Dette er også tilfældet i den danske vejledning, hvor det er angivet, at analyse (karakterisering) skal udføres, hvis ansøgningen omfatter mere end 10.000 tons materiale, medmindre det anses for åbenbart, at det ikke er forurenet.

I den danske vejledning skelnes der desuden mellem ikke-forurenet materiale, og materiale hvor der er mistanke om forureningskilder. Hvis materialet er ikke-forurenet, skal følgende forhold vurderes:

1. Udseende og karakterisering, herunder beskrivelse af havbundsmaterialets udseende, lugt og farve.
2. Fastlæggelse af indholdet af tørstof, glødetab og evt. massefylde.

Hvis materialet antages at være forurenet, kan Miljøstyrelsen vurdere det relevant at analysere for havbundsmaterialernes tungmetal-koncentrationer, og i så fald bør der analyseres for kviksølv (Hg), cadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), krom (Cr), nikkel (Ni) og zink (Zn). Desuden bør der analyseres for TBT, PAH'er samt PCB'er og arsen (As), medmindre dette ikke vurderes at være nødvendigt. Det er i Danmark ikke nødvendigt at udtage prøver, hvis tidligere prøvetagninger stadig er repræsentative for området og desuden er under 5 år gamle. Hvis der ønskes analyse for andre stoffer, skal dette begrundes, og det skal samtidig meddeles, hvilke aktionsniveauer der vil være gældende for disse stoffer. Der lægges dermed samlet set i den danske vejledning op til en højere grad af skøn. For kriterier for koncentrationer af miljøfremmede stoffer se og [https://www.sednet.org/download/Dredged\\_Material\\_Criteria\\_North\\_Sea\\_0611.pdf](https://www.sednet.org/download/Dredged_Material_Criteria_North_Sea_0611.pdf).

**Tabel 6. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
Fysisk karakteristik Kemisk karakteristik Biologisk karakteristisk (valgfri)					Kun fysisk og kemisk karakterisering beskrevet	
Undtagelser for karakterisering					Ingen undtagelser	Ingen undtagelser
Aktionsniveauer: Øvre niveau Nedre niveau		5 niveauer: 1, 1A, 1B, 1C, 2		3 niveauer: A, B, C		5 klasser: 1, 2, 3, 4, 5

## 2.6 Udstedelse af tilladelse

Ifølge HELCOM/OSPAR kræver klapaktiviteter tilladelse af en passende, kompetent myndighed. Det er ikke angivet, hvem denne myndighed bør være, og det er op til de enkelte lande selv at vurdere, hvilke(n) myndighed(er), der kan give tilladelse til klapning. Som eksempel kan nævnes Storbritannien (UK), hvor der er valgt én overordnet myndighed for hvert af de 4 lande, som udgør Storbritannien. Udover den overordnede tilladelsesgivende myndighed findes også mange andre myndigheder, som det kan være nødvendige at inddrage, alt efter hvad den en-

kelte ansøgning kræver. I Storbritannien er der sammensat en liste med 26 forskellige myndigheder, som kan være nødvendige i alt fra udstedelse af den endelige tilladelse til vurderinger af enkelte miljøvilkår og potentielle påvirkninger af klappingen på miljøet.

I Danmark er det ifølge klappingsvejledningen fra 2008 Miljøministeriets 3 miljøcentre i henholdsvis Århus, Odense og Roskilde, der er valgt som tilladelsesgivende myndighed. Disse er dog blevet nedlagt siden direktivet blev ændret, og myndigheden er nu Miljøstyrelsen og - hvis der er tale om bypass - Kystdirektoratet.

Når Miljøstyrelsen har modtaget en ansøgning (indeholdende de fornødne oplysninger) om tilladelse til klapping, videresender styrelsen hurtigst muligt ansøgningen til de myndigheder, som efter bekendtgørelsens §4 skal høres i forbindelse med ansøgningens behandling: Fiskeristyrelsen som varetager de generelle fiskeriinteresser; Søfartsstyrelsen som tager sig af spørgsmål omkring sejladsikkerhed, samt kabelinteresser m.v. og; Slots- og kulturstyrelsen samt relevante museer, der varetager beskyttelse af vrage og arkæologiske forhold og endelig berørte kommuner. Ifølge den danske lovgivning kan en klaptilladelse højst gives for en periode på 5 år. For yderligere information om krav til indhold af en klapan søgning og klaptilladelse i Danmark se bilag 1.

En praksis, som ikke er nævnt i klappingsvejledningen fra 2008, men som benyttes i dag, er anlægsloven. Da denne ikke er nævnt i tilgængeligt materiale, er nedenstående et direkte citat fra Miljøministeriet: *"Det er også almindelig praksis, når der skal igangsættes større projekter, at kompetencer i forbindelse med projektet samles hos én myndighed. Tilladelse til klapping vil således kunne gives efter den konkrete anlægslov og dermed fravige de almindelige regler for tilladelse efter havmiljøloven. Det letter processen og giver en klar ansvarsfordeling. Det har der været mange eksempler på tidligere, blandt andet kan det nævnes anlægsloven for Femern Bælt, der blev vedtaget i 2015, anlægsloven for Nordhavstunnellen i 2019 og anlægslov for Lynetteholm i 2021. For eksempel henhører Lynetteholm under Transportministeriet, og det er Transportministeriet, der er ansvarlig for anlægsloven om Lynetteholmen, der er vedtaget af Folketinget, og hvor tilladelse til klapping indgår som en del af anlægsloven. Det er derfor også Transportministeriet, der har ansvar for udarbejdelse af miljøkonsekvensvurderingen i forbindelse med projektet, som også inkluderer klapping. Siden hen, har Transportministeriet dog valgt, at der ikke skal ske yderligere klapping i forbindelse med Lynetteholm projektet."*

Det er op til den tilladelsesgivende myndighed at fremsætte betingelserne for tilladelsen. Ifølge HELCOM/OSPARs retningslinjer bør tilladelsesbetingelserne udformes i et klart og utvetydigt sprog og være designet til at sikre, at: a) Kun de materialer, der er blevet karakteriseret eller betragtet som undtaget fra detaljeret karakterisering og fundet acceptable for klapping baseret på konsekvensanalysen, deponeres; b) Fast affald indeholdt i det opgravede materiale bør adskilles og håndteres på land; c) Materialet, op til den licenserede mængde, klappes på det valgte klappingssted; d) Eventuelle nødvendige klaphåndteringsteknikker identificeret under konsekvensanalysen udføres; e) Eventuelle overvågningskrav er opfyldt, og resultaterne rapporteres til tilladelses- eller tilsynsmyndigheden.

En begrænsning i brugen af klapplassen kan f.eks. være, at visse tidsperioder er "spærrede". Sådanne "sæsonvilkår" kan være nødvendige ved klapping i nærheden af badestrande, gydepladser, ynglepladser for fugle, vækstsæson for ålegræs osv. I tilfælde af sæsonvilkår vil disse være opgivet som et vilkår i tilladelsen.

**Tabel 7. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
Liste med detaljerede betingelser i en tilladelse		Ingen liste beskrevet			Ingen liste beskrevet	Ikke en egentlig liste, men mulige vilkår angivet i forskellige sektioner

## 2.7 Håndtering af klappingsoperationen

Når det kommer til selve udførelsen af graveaktiviteten og den efterfølgende klapping af materiale, er der af HELCOM/OSPAR foreslået nogle retningslinjer, som de deltagende lande opfordres til at følge. For det første bør der tænkes over passende metoder for graveaktiviteten og selve klappingen. Her opfordres til at benytte "Best Environmental Practice" (BEP) for at: a) optimere den deponerede mængde; b) minimere effekterne forårsaget af klappingen; c) forbedre sedimentets kvalitet; d) minimere påvirkningen af udgravningen (se f.eks. Teknisk Annex III i HELCOMs retningslinjer).

For det andet bør klappingsfartøjer være udstyret med præcise positioneringssystemer, som skal være tændte og optage under klappingsoperationen. Fartøjerne bør jævnligt inspiceres og mandskabet bør kende deres ansvar i henhold til tilladelsen.

I forhold til anvendelse af "Best Available Technology" (BAT) anbefaler HELCOM/OSPAR, at vurdering af hvilken metode der er mest fordelagtig både ved udgravning og ved selve klappingen skal indgå i sagsbehandlingen. Der findes to overordnede metoder, hver med forskellige udstyrsmodeller, nemlig hydraulisk og mekanisk udgravning og klapping. I forbindelse med valg af BAT fremgår det af den svenske vejledning, at brug af boblegardiner, som har til formål at mindske spredningen af det klappede materiale ved at kreere en fysisk barriere for det klappede sediment, skal indgå i sagsbehandlingen. HELCOM/OSPAR har ikke anbefalinger vedrørende brug af boblegardiner. Forskellige metoder til klapping er gennemgået andetsteds i denne rapport.

**Tabel 8. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
BEP + BAT						
Vurdering af metoder: hydraulisk/mechanisk			Ikke direkte beskrevet, men "alternative bortskaffelsesmetoder" er anbefalet			

## 2.8 Monitering/overvågning

HELCOM/OSPAR fastslår, at det er nødvendigt at føre tilsyn med, at de stillede vilkår/krav i tilladelsen bliver overholdt. Derfor skal der udformes et overvågningsprogram, som har til formål at holde øje med forholdene på klapplassen for at sikre, at de ikke forværres i højere grad end de i ansøgningen beskrevne hypoteser. Det er den ansøgende parts opgave at udføre og afrapportere de målinger, som er blevet givet i tilladelsen, både under og ofte også efter klappningsoperationen.

Det vil sjældent være økonomisk og praktisk muligt at overvåge alle området's biologiske, fysiske og kemiske forhold, og de forvaltende myndigheder skal derfor vurdere, hvilke målinger, der skal udføres samt hvor, hvornår og hvor ofte der skal tages prøver. Derudover bliver der ofte fremsat specifikke niveauer for, hvornår forholdene overstiger hypoteserne, og der skal tages foranstaltninger.

I Danmark fremgår det af klappbekendtgørelsen, at Miljøstyrelsen fører tilsyn med, at stillede vilkår overholdes. Det fremgår endvidere af klappbekendtgørelsen, at Miljøstyrelsen kan fastsætte supplerende vilkår om efterfølgende undersøgelser (et overvågningsprogram) på klapplassen. Et overvågningsprogram skal ikke omfatte alle området's biologiske, fysiske eller kemiske forhold, men bør koncentreres omkring få udvalgte problemstillinger, til belysning af, om eventuelle effekter går ud over, hvad der forventes. Overvågningsprogrammet kan eksempelvis indeholde et eller eventuelt flere af følgende emner: Undervandsinspektion, kemiske analyser, biologiske effektmålinger og lign. Overvågningen skal koncentreres om klapplassen og dennes nærhed. Det fremgår ikke eksplicit i hvor høj grad overvågningsprogrammer rent faktisk implementeres.

Det har ikke været muligt indenfor denne opgave at afgøre i hvilket omfang Miljøstyrelsen forvalte sit tilsyn og overvågning, og om der f.eks. foreligger et digitalt dokumentationsspor for tilsynet. Der er således her alene taget stilling til kravene i bekendtgørelsen og ikke den faktiske implementering.

**Tabel 9. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
Overvågningsprogram til sikring af overholdelse af tilladelseskrav						

## 2.9 Afrapportering til HELCOM og OSPAR

Udover et overvågningsprogram skal der altid indberettes en stor mængde data til den tilladelsesgivende myndighed efter endt klappning, eller minimum en gang årligt, hvis klappningen varer mere end ét år. De indberetningspligtige data indeholder blandt andet typen af affaldsmateriale, grundlaget for klappningen, mængden af klappet materiale og gennemsnitlige koncentrationer af forurenende stoffer. Efter rapportering til den tilladelsesgivende myndighed bliver arten/typen og mængden af det klappede materiale videregivet til HELCOM og/eller OSPAR.

De deltagende lande bør også informere HELCOM/OSPAR-sekretariatet om deres overvågningsaktiviteter og indsende rapporter, når de er tilgængelige. Denne praksis er beskrevet i næsten alle de undersøgte landes klapvejledninger, men fremgår ikke af den danske vejledning fra 2008. Dog har Miljøministeriet informeret om, at der nu findes en indberetningspraksis til HELCOM og OSPAR i Danmark. Miljøministeriet beskriver indberetningspraksis således: *"Hvert år skal alle tilladelsesindehavere af en tilladelse til klappning lave en årsindberetning senest den 1. februar. Årsindberetningen består af en angivelse af den mængde, som der er klappet året forinden."*

Indberettede mængder for klappning og nyttiggørelse skal årligt rapporteres til HELCOM og OSPAR. Tilladelsesindehaverne af tilladelser til nyttiggørelse skal ligeledes årsindberette hvert år inden den 1. februar.

Hvert år skal Danmark indberette data på klappede og nyttiggjorte mængder til hhv. OSPAR og HELCOM. Dette gælder også for tilladelser til nyttiggørelse på havet. Disse fremsender Kystdirektoratet til Miljøstyrelsen. Fristen for indberetning er den 1. oktober. I 2021 er det dog for HELCOM ved udgangen af juni. Danmark følger dermed ifølge Miljøstyrelsen principielt HELCOM/OSPAR guidelines om indberetning, selvom det ikke er angivet i klappingsvejledningen fra 2008. Det har ikke været indenfor denne opgave at kontrollere Miljøstyrelsens indberetninger.

**Tabel 10. National praksis i relation til HELCOM/OSPARs retningslinjer (blå). Grøn: Følger fuldstændigt; Gul: følger i høj grad; Orange: Følger i begrænset grad; Rød: Følger slet ikke; Hvid: Ingen information.**

HELCOM/OSPAR	Danmark	Finland	Irland	Spanien	UK	Sverige
Indberetning til HELCOM/OSPAR minimum en gang årligt						



## 3. Alternative klappingsteknikker

### 3.1 Nuværende klapt teknik

Klappningsmaterialet i en splitpram, som hyppigst anvendes til klapping i danske farvande, frigives ved åbning af klapperne i bunden af splitprammen. Materialet synker straks efter klapping mod bunden forårsaget af dets højere densitet. Opholdstiden i vandet af den synkende masse er kritisk, da en øget opholdstid fortynder samt øger mængden af sediment, der løsrives fra massen. Risikoen for, at sediment og de stoffer, der binder sig til sedimenterne, finder vej til det omkringliggende havmiljø er relateret til især opholdstid og eksponering. Frigivelse af sedimentet tæt på overfladen, som er tilfældet i en splitpram, vil alt andet lige resultere i et relativt stort spredningspotentiale. Specielt ved større dybder i kombination med kraftig strøm kan det klappede materiale helt eller delvist ende udenfor klapppladsen. Det er ikke muligt på forhånd at beskrive hvor stor en andel, der ender udenfor klapppladsen, men det bør og kan undersøges og dokumenteres ved målinger eller brug af mekanistiske modeller.

Spredning over potentielt store afstande kan resultere i, at klappmateriale aflejres som et tyndt lag på store arealer, hvilket vil øge mineraliseringshastigheden af det organiske materiale med deraf følgende øget frigivelse af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer og evt. mobilisering af fraktionen af tungmetaller bundet i det organiske materiale.

### 3.2 Alternative teknikker

Alternative klappingsteknikker, som potentielt kan anvendes som alternativer til den konventionelle klapping i Danmark, præsenteres herunder. Fokus er på metoder, der indebærer reducerede opholdstider og strømeksponeering. Det er vigtigt at understrege, at alle de beskrevne teknikker er eller bliver benyttet i projekter i andre lande, og er derfor alle praktisk mulige.

- Pumpning til bunden
- Dykket diffusor
- Tremie fra pram
- Gravko (backhoe)
- Sand capping

#### 3.2.1 Pumpning til bunden

For helt at undgå kontakt mellem vandsøjlen og klappningsmaterialet under dets vej mod bunden kan man pumpe materialet direkte fra prammen til bunden gennem et rør. Pumpningen sker fra prammen, hvor klappningsmaterialet befinder sig efter opgravning, ned igennem et typisk vertikalt placeret rør med optimerede dimensioner i forhold til krav om klap-mængder og -tider (5, 6). Dermed vil placeringen af materialet - sammenlignet med et passivt fald fra en åbnet splitpram - kunne ske uden opholdstider i vandsøjlen og dermed med mindre eller intet spild.

I tilfældet af, at materialet er sammenklumpet (leret), vil brugen af en konventionel pumpning kræve en opbrydning af materialets konsoliderede fase til en blanding af materialet i en "slurry" eller en egentlig suspension/opslæmning. I sådanne tilfælde er pumpningsmetoden ikke nødvendigvis en fordel, da frigivelseshastigheden fra klumpet materiale er begrænset, og samtidig skal det opblandede materiale, efter at have lagt sig på bunden, have en vis tid til at falde til ro

og konsolidere sig efter klappingen. Gennem konsolideringen øger det klappede materiale gradvist sin modstandsdygtighed overfor resuspension forårsaget af naturligt forekommende strømninger over bunden.

Sammenligning af pumpning af slurry fra pram til bund med en passiv klapping, hvor opblandingsprocesserne sker under faldet ned igennem vandsøjlen udelukkende drevet af tyngdekraften, giver anledning til følgende overvejelser:

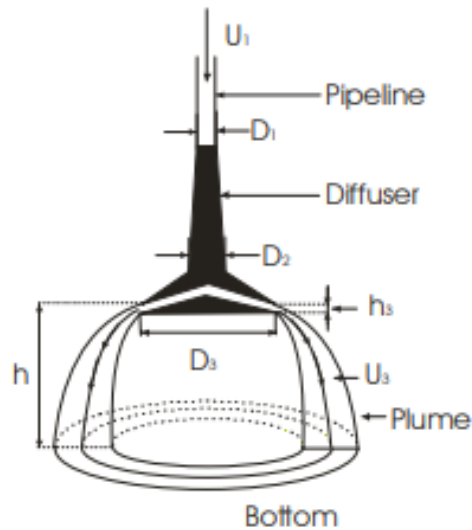
1. Opblandingen i den synkende masse ved klapping fra splitpram øges med tid, og sedimentskyen kan således møde havbunden i en mere eller mindre konsolideret form end ved aktiv nedpumpning. Der kan således afhængig af bl.a. vanddybde være en øget grad af risiko for resuspension af klappet materiale ved nedpumpning med pumpning af slurry sammenlignet med passiv placering, pga. behov for ekstra tid til konsolidering ved bunden.
2. Den passive metode med splitpram vil være karakteriseret ved, at en vis brøkdel af det faldende materiale går i suspension over hele dybden hele vejen fra vandoverfladen til bunden, hvilket den aktive nedpumpnings-metode helt undgår. Til gengæld er resuspensionen af det deponerede materiale i den efterfølgende periode styret af det mere ustadige bølgeklima og skiftende havstrømme. Det skal altid overvejes om der er en miljømæssig fordel i at klappe materialer i perioder hvor f.eks. strømretningen er fordelagtig i forhold til at lade havstrømmene transportere sedimentskyerne i den retning man ønsker.

Graden af risiko-forøgelse for resuspension af klappet materiale ved nedpumpning kan på nuværende tidspunkt ikke bestemmes generelt, men må forsøgsvist vurderes i de enkelte tilfælde. Metoden kan dog med fordel anvendes, hvis man har naturlige eller kunstige/gravede fordybninger i havbunden til at afskærme deponeringen. Dette kan yderligere kombineres med sand capping.

Uden yderligere tiltag vil der ved en direkte nedpumpning skabes en vertikal strøm ned på bunden, der vil kunne skabe yderligere resuspension af eksisterende bundmateriale og derigennem skabe en risiko for spredning af både klappet og eksisterende sedimenter langs bunden. Forøgelse af risiko for resuspension kan vurderes i de enkelte tilfælde ved kendskab til det opslæmmede materiales vertikale hastighed mod bunden og bundens karakter (erodibilitet).

### 3.2.2 Dykket diffusor

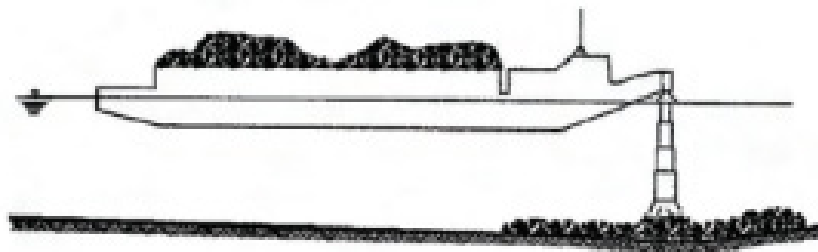
For at reducere graden af suspension/resuspension af materiale fra bunden ved vertikal nedpumpning kan en diffusor (figur 2) anvendes i overgangen mellem det vertikale rørs afslutning og området tæt ved bunden, hvor materialet pumpes ud til. En diffusor er en anordning, der ændrer retningen af udstrømningen ved bunden fra vertikal til horisontal retning og samtidig nedsætter udstrømningsstrømhastigheden (graden med hvilken dette sker er afhængig af dens diameter) gennem at gøre arealet for udstrømningen fra diffusoren større end rørets areal (7). Således vil en kombination af pumpning gennem rør og en diffusor kunne minimere frigivelsen af materialet i vandsøjlen og ved bunden under placering af materialet på bunden.



Figur 2. Principskitse af dykket diffusor (7).

### 3.2.3 Tremie fra pram

En tremie (figur 3) er en anordning kendt fra byggeindustrien, der f.eks. anvendes til placering af beton på bunden i forbindelse med fundering på havbunden. Den består af en "beholder" øverst, hvor materialet placeres med et rør hvorigennem materialet kan falde. Røret er udformet sådan, at materialet, der ønskes placeret på bunden, på kontrolleret vis strømmer ud af udløbet af tremieen. En tremie fungerer udelukkende ved hjælp af tyngdekraft.



Barge with Tremie

Figur 3. Tremie fra pram (5).

I princippet kan en tremie-løsning anvendes ved klappning, men klappmaterialets beskaffen (herunder opførsel ved brug af en tremie) skal kendes for at kende dens præcise virkning, og for at kunne vælge de rigtige dimensioner og graden af evt. forudgående opslæmning af materialet til en slurry. Man kan sammenligne en tremie-løsning med klappning ved direkte nedpumpning, idet en tremie-løsning kan forstås som en passiv (tyngdedreven) version af pumpeløsningen. I forhold til splitprammen kan deponeringen med tremie ofte reducere spredningen af sediment i

vandsøjlen, idet kontakten med det omkringliggende vand først sker fra tremie-udløb til havbunden.

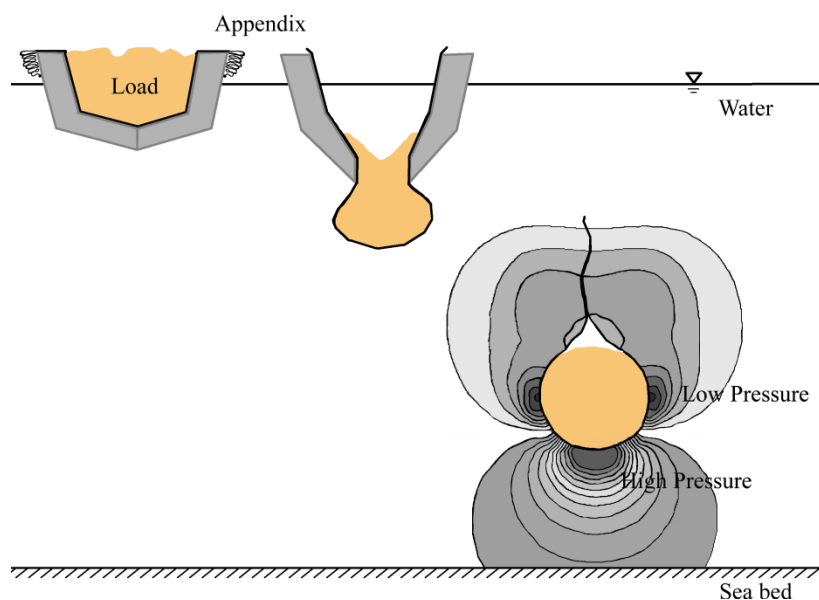
Forskelle mellem anvendelse af en tremie-type og en diffusor-type (som beskrevet ovenfor) ved kontrolleret deponering af finkornet materialet er beskrevet i (7), hvor effekten af reduktion i sedimentkoncentration ved anvendelse af en diffusor-anordning er eftervist eksperimentelt.

### 3.2.4 Mekanisk placering med gravko fra pram

Man kan i princippet anvende en gravko til deponering på en kontrolleret måde af klapmaterialet på bunden med henblik på at mindske spildet. Dette er en sjælden set metode, idet den kræver, at klapområdet er beliggende på lav vanddybde og at mængderne af materiale, der skal deponeres, ikke er stor. Ved brug af gravko bør man anvende en grab med låg, der minimerer spildet mens grabben bevæger sig ned igennem vandsøjlen. Ligeledes vil måden at betjene gravkoen have betydning for spildmængder, f.eks. når grabben sænkes ned i vandet og hæves op af vandet.

### 3.2.5 Mulige fremtidige metoder

Som et eksempel på en ny familie af metoder kan nævnes klappning med både sammensyede og åbne geo-tekstilduge. Klappning med en åben tekstildug er endnu ikke bragt i anvendelse, men er til gengæld udviklet i forbindelse med en patentgodkendelse (se også 8). Metodens princip går ud på at placere en åben geo-tekstildug i bunden af den tomme splitpram før opgravningen af materiale (figur 4). Efter opfyldning af prammen er materialet klar til at blive klappet. Det opgravede materiale beliggende på dugen frigøres ved at åbne splitprammen, hvormed man lader dugen med materiale falde, med henblik på at dugen ved faldet samler sig om det synkende materiale. Under nedsynkningen er dugen lukket omkring klapmaterialet fra vandtrykket, hvorved spildet under passagen ned gennem vandsøjlen minimeres eller helt undgås.



Figur 4. Princippet i en metode med anvendelse af geo-tekstildug (5).

Når "pakken" bestående af dug og materiale rammer bunden folder dugen sig ud og materialet spreder sig ud på den udbredte dug hhv. de nære omgivelserne. Denne proces giver ikke anledning til nævneværdigt spild, hverken i vandsøjlen eller ved bunden. Vælges et "bionedbrydeligt" tekstil, altså et langsomt opløseligt materiale, vil kontakten mellem klaplageret og bundlagene over tid gradvist etablere sig og metoden efterlader sig således intet restmateriale. Geo-tekstildugene er tænkt som konstrueret af bionedbrydeligt materiale og er ikke tænkt fjernet efter klappingen.

Metoden er ikke bragt i anvendelse endnu og vurderes umiddelbart som dyr, men altså ambitiøs og effektiv i forhold til at eliminere spredningen af sedimenter ved klapping. Ved anvendelsen af metoden kan man med fordel vælge at inddrage nye klappladser i nærområdet (dvs. områder man ikke tidligere har kunne benytte), hvilket er til fordel for operatørerne og for CO<sub>2</sub> aftrykket for et marint byggeprojekt.

### **3.3 Andre tekniske metoder**

Under klappingen kan der bringes metoder i brug, der reducerer effekten af spildet.

#### **3.3.1 Boblegardiner**

Boblegardiner er smalle "vægge" af bobler genereret ved dysser monteret langs bunden, hvorigennem der blæses luft, der stiger op igennem vandsøjlen, og hvis funktion er at virke afskærmende overfor dispersion af finkornet materiale til omgivelserne. Boblegardiner er ikke udbredt ved klapping eller gravning i danske farvande, men kan overvejes som beskyttelse af omgivelser under gravning i stillestående vand med begrænset horisontal geometri - såsom havnebasiner - hvor der kan være et stort ønske om at undgå forringelse af sigtbarhed i en given periode. Det er sjældent en metode der ses anvendt ved klapping, idet dette typisk sker i mere åbne og nogle gange irregulære områder. Her vil anvendelse af boblegardiner være begrænset af 1) vanskelighed ved etablering af ordningen på bunden og 2) risiko for ikke at virke ved selv mindre strøm- eller bølgeaktivitet. Det skal understreges, at selvom boblegardiner normalt ikke finder anvendelse ved klapping, kan metoden i princippet godt indgå som en del af opfyldningsarbejdet ved by og landskabsdannelse som netop kan ske i mere stillestående afskærmede vandområder.

#### **3.3.2 Siltgardiner**

Der kan i stedet for boblegardiner anvendes en fysisk filterdug til at filtrere det finkornede materiale. Denne metode anbefales ikke i denne sammenhæng, idet en lang række praktiske forhold skal være opfyldt for at virke, herunder meget strikse krav til, at det omkransende vand skal stå meget stille for at metoden virker.

### **3.4 Klappladser**

Risikoen for spredning til det omkringliggende miljø er udover klapmetoden afhængig af klapområdets morfologiske udformning, dvs. om der er tale om åbne områder, horisontalt aflukkede eller delvist aflukkede vandområder, afskærmede områder fra naturlige/kunstige forsænkninger i havbunden eller ved naturlige/kunstige inddæmninger på havbunden eller vertikalt afskærmede områder med efterfølgende sand capping.

Ved de åbne (og ofte eksponerede) områder vil omgivelserne uden for klapområdet være udsatte i den grad, det klappede materiale forlader klapområdet enten som spild under klapningen eller som et resultat af re-suspension og spredning efter klapningen (5).

Horisontalt aflukkede områder kan være fjorde og andre indre danske farvande, mens afskærmede områder kan være fordybninger (naturlige eller fra råstofindvindinger) eller horisontalt afskærmede områder ved bunden, f.eks. med omkransende forhøjninger, der skaber læ for naturligt forekommende strømme i nærområdet således, at resuspension og spredning begrænses (se f.eks. 5).

Vertikal afskærmning mellem klappet bund og vandsøjle vil oftest ske ved placering af et beskyttende lag af stabilt sand over det klappede materiale (sand capping) eller ved at placere en anden barriere såsom en geo-tekstildug som barriere mellem bund og vandsøjle. Et sandlag er en ofte anvendt og effektiv metode så længe strømningerne i området ikke er kraftige nok til at kunne flytte på sandet (se f.eks. 5). Sand capping skal udføres omhyggeligt således, at der ikke opstår uheldig frigivelse af organisk materiale eller uorganisk finkornet materiale, næringsstoffer og evt. miljøfremmede stoffer. Dette kræver særlige forhold og valg af metoder til at placere sandet. Her er især tremie og gravko/backhoe velegnede metoder (9, 10). Med tremie lader man sandet falde over klapområdet, så man på en kontrolleret måde opnår et jævnt dækkende lag af sand med henblik på at indkapsle deponeringen. Et sandlag kan ligeledes placeres med gravko, hvor sandmaterialet placeres med stor præcision fra pram. Denne metode kræver at klappning foregår på lavt vand.

### 3.5 Meteorologiske vinduer

Løbende vurderinger af (hydrodynamisk set) optimale tidsvinduer for klappinger kan anvendes som et middel til at nedbringe risikoen for negative påvirkninger forårsaget af tab af klappet materiale fra klapområdet (se f.eks. 11). Dette indebærer, at klappningen foregår på et sted og et tidspunkt med optimale strøm- og bølgeforhold, herunder i perioder hvor strømmen er orienteret væk fra følsomme habitater eller spredningen på anden vis er minimal. Det indebærer også, at den efterfølgende konsolidering og generelle indlejring af det klappede materiale på og i bunden sker under tilstrækkelige gunstige forhold, hvor risikoen for re-suspension er lav.

Vurderinger af miljøvinduer kræver, at forudsigelser af strømhastigheder og bølgehøjder på de lokale klapppladser er tilgængelige og at den initiale spredning af sedimenterne fra prammen kan bestemmes. En forudsigelse af strømme og bølger ved klapppladsen kan kobles til en vurdering af risikoen for resuspension af klappet materiale fra bunden samt spredningen af det resuspenderede materiale fra pladsen til omgivelserne og hvis forudsigelser af strømningsforholdene på større skala kan tilgås, vil materialets skæbne kunne bestemmes, herunder hvor materialet havner og hvordan det påvirker omgivelserne og evt. overtræder miljøkriterier for påvirkninger. Sådanne forudsigelser kræver, at man:

1. Udvikler data og teknologi-støttede strategier for kortlægning og udpegning af typiske vejr og sæsonvinduer for klappning omkring udpegede klapområder.
2. Opererer med korttidsvinduer under selve udførelsen af deponeringen. Disse vinduer er baseret på de samme værktøjer/modeller der ligger til grund for den teknologi-støttede strategi nævnt ovenfor, men nu med brug af foreliggende meteorologiske varslinger og

online målinger af bølger og strøm. Et sådant system kendes i forbindelse med vejrvinduer for besejlingsforhold ved off-shore konstruktioner og gravning og etablering af større marine infrastrukturprojekter.

### **3.6 Geografiske forhold**

Klapområdets geografiske placering er af stor betydning, idet de bølge- og strømningsmæssige karakteristika varierer over en sæson og fra sted til sted (fra bølgeeksponerede havområder til beskyttede fjorde). På den måde varierer også risikoen for spild og den potentielle eksponering af omgivelserne fra spildet geografisk. Det betyder, at en given lokalitet kan være mere eller mindre egnet som klapområde i en given sæson og alt efter sedimentsammensætning af det gravede materiale og det lokale (fysiske, biologiske og geologiske/sedimentologiske) miljø.

I Danmark udlægges der klappladser ved hver ansøgning, hvor der laves en principiel vurdering af området og dets egnethed til formålet. En sådan vurdering vil med nuværende modellerings- og datateknikker kunne systematiseres og digitaliseres på landsplan ved at anvende statistikker for strømme og bølger for danske farvande – baseret på målinger og arealdækkende modeldata - sammenholdt med kort over bundforhold og miljø-sensitive arealer. Principperne omkring udvælgelse og vurdering af klappladsers egnethed (herunder dets tidsbegrænsning) vil skulle udvikles i relation til krav om en acceptabel spredning af det deponerede materiale.

Ved at kombinere meteorologiske vinduer og geografiske forhold vil man kunne etablere en metode, som er baseret på tilgængelige data for bundforhold (koter, miljø-parametre, geologiske forhold) og hydrografiske forhold (bølger og strøm) og som bruger data-drevne modeller til at beregne spredning af spild for de forskellige metoder og deres miljømæssige konsekvenser for følsomme økosystemer.

## 4. Andre muligheder for håndtering af klapmateriale

I henhold til dansk lov og praksis skal opgravet havbundsmateriale håndteres efter et hierarki (se Bekendtgørelse om bypass, nyttiggørelse og klappning af optaget havbundsmateriale BEK nr. 516 af 23/04/2020), hvor materiale hentet fra havbund skal søges nyttiggjort, før man overvejer, om det skal deponeres/klappes. Mulighederne for nyttiggørelse af materiale fra gravearbejder i Danmark gennemgås i det følgende i generelle termer. De mulige håndteringer af materialet er mangeartede og vil blive rangeret i relation til potentielle miljømæssige fordele og ulemper. Der er imidlertid flere faktorer der spiller ind, når nyttiggørelse skal vurderes. En central parameter for anvendelse er eventuelle miljøkvalitetskrav i dansk lovgivning, der skal tilgodeses for de enkelte håndteringer. Indenfor rammerne af nærværende projekt er det ikke muligt at beskrive disse krav i detaljer, men en række parametre, der bør undersøges/evalueres før nyttiggørelse, vil blive beskrevet.

Typiske kategorier af opgravning af marint bundmateriale er følgende:

- Vedligeholdelse – oprensninger af havne og sejlrender.
- Marine infrastrukturprojekter.
- Klimasikringsprojekter – beskyttelse af kystnære områder mod erosion og oversvømmelse.

### 4.1 Sedimenttyper og mængder

Opgravet marint materiale kan anvendes/genanvendes på forskellige måder alt efter materialets karakter og den tilgængelige mængde (se f.eks. 5, 6, 12). Ofte er det et krav ved anvendelse på land, at det opgravede materiale ikke er forurenet eller - under visse hensyn - kun let forurenet. Visse typer af opgravet sediment kan endvidere have en strukturel og/eller biogeokemiske karakter, der ikke befordrer en direkte anvendelse – f.eks. materiale fra havnebassiner, der er karakteriseret ved at have dårlige egenskaber som funderingsmateriale, og som endda ofte kan være uhyre forurenet. Sådanne uønskede blandinger af marine sedimenter skal håndteres på en særlig måde og udgør en særlig udfordring for miljøforvaltning på kommunalt, regionalt og nogle gange nationalt niveau. Der er få eksempler på nyttiggørelse af marint gravet materiale i forbindelse med f.eks. vejbygning. Nogle af disse initiativer er ikke lykkedes af forskellige årsager, f.eks. at materialet ikke er anvendeligt til fundering mv.

Anvendelsesmulighederne er afhængigt af sedimenternes typiske kornstørrelser, men generelt set er det især fraktioner af uorganiske sedimenter, der vil kunne anvendes:

- Fine fraktioner, leret materiale (<0.002 mm – kohæsivt)
- Silt (0.002-0.06 mm – ustabil under visse forhold)
- Fint sand (0.06-0.2 mm – ikke kohæsivt)
- Sand (0.2-2 mm – ikke kohæsivt)
- Grus (2-20 mm – ikke kohæsivt)
- Ral og større sten (>20 mm – ikke kohæsivt).

Udover sedimenttype vil mængderne/volumen, opgravningsfrekvenser og rater af det opgravede materiale sætte rammerne for, hvilke projekter det marine materiale kan indgå i – dvs. graden af sammenfald mellem behovet for sedimentært materiale i et projekt på den ene side og



typen, leverancesikkerhed/produktionshastighed samt volumen af det marine gravede materiale på den anden side. Dette peger på et behov for i de enkelte sager at udføre en vurdering af "feasibility" (gennemførlighed) af anvendelsen/genanvendelsen. Især er der her de to yderligere forhold at tage i betragtning, svarende til to af de nok mest typiske graveaktiviteter i Danmark:

- Små mængder ved mindre kontinuerlig vedligeholdelse (f.eks. havnemundinger)
- Store mængder ved store enkelte infrastrukturprojekter

## **4.2 Sedimenttype, landskabstype, naturtype – nyttiggørelsesprincipper**

Med kendskab til sedimentkomposition og mængder af klapmateriale vil nyttiggørelsen kunne bestemmes nærmere. F.eks. vil man kunne støtte allerede eksisterende eller etablere helt nye naturtyper. En given kystnær naturtype er grundlæggende afhængig af og karakteriseret ved stedets sammensætning af sedimenter, da muligheden for at plante- og dyreliv vil kunne etablere sig, afhænger af det fysiske habitats karakter – her sedimentsammensætningen. Sedimentsammensætningen er et resultat af naturlig kornstørrelses-sortering gennem mange år tilbage til sidste istid gennem bearbejdning af sedimenterne fra kræfter fra vind, bølger og strømme. Det er i denne sammenhæng at udefra kommende tilførsel af sedimenter (her klapmateriale) skal virke.

Naturtyper omkring bugte og fjorde – eksempelvis strandenge eller lignende – er karakteriseret af et stort indhold af finkornet materiale i sedimenterne. En strand ved en bølgeeksponeret kyst vil på den anden side typisk være karakteriseret ved en blanding af sand og ral, alt efter hvor store bølger der er ved det givne sted. På dansk territorium vil graden af vind- og bølgeeksponering og sedimenttilgængelighed i et område sætte rammerne for eksisterende landskabsformer og dermed også for de potentielle muligheder for at bearbejde landskabet - herunder en nyttiggørelse af sedimenter fra marint gravearbejde. I Danmark er kystområderne i grove træk inddelt i områder af forskellige grader af bølge- og vind-eksponering. Lægges hertil typiske sedimentkilder i områderne danner der sig et overordnet billede:

- Vestkysten: stor eksponering – sand
- Kattegat, Østersøen: moderat eksponering – sand, ral, sten
- Øresund, bæltene: mindre eksponering – fint sand, sten
- Fjorde og indsøer: beskyttede områder – finkornet materiale.

Nyttiggørelsen vil være baseret på områdets naturlige baggrunds-eksponering fra naturkræfter og sedimentkilder – og hvilken landskabsmæssig forvaltning og filosofi der knyttes til et givent sted.

### **4.2.1 Målsætninger**

Der vil med fordel kunne udarbejdes et format for målsætninger med genanvendelsen sådan, at en egentlig konkret afvejning af mulighederne for nyttiggørelse/anvendelse kan foretages ved afveje forholdene mod målsætningen på baggrund af de graveaktiviteter, der forventes i Danmark nu og i de kommende år. Ved store infrastrukturprojekter i Danmark er der en række eksempler på, hvordan marint gravemateriale, der produceres ved byggeriet, kan genanvendes og sættes i spil i parallelle og nogle gange endda synergi- og værdiskabende udviklings-initiativer.

Ved opstilling af målsætninger for genanvendelse bør den oprindelige landskabskarakter - herunder typiske sedimenter, biologisk natur og hydrauliske forhold såsom bølgeaktivitet mv. - indtages i en samlet vurdering af påvirkningen af natur og landskab ved tilførsel af gravet materiale fra en anden lokalitet (biologisk/fysisk miljøvurdering).

### 4.3 Forskellige typer anvendelser

Forskellige kategorier og typer af genanvendelse er i grove træk: 1) Anvendelse som byggematerialer; 2) By- og landskabsdannelse, herunder bearbejdning af habitater; 3) Som element i klimasikringsanlæg. Disse kategorier vil ofte overlappe, idet landskabsdannelse kan indgå som et led i byggeprojekter og klimasikring ligeledes kan tænkes ind i by- og landskabsudvikling (se også 5, 6, 12).

I det følgende gennemgås forskellige mulige anvendelser, der er vurderet relevante for danske forhold og omfatter en blanding af allerede praktiserede anvendelser, og hvor der derfor er erfaringer, samt forslag til helt nye anvendelsesmuligheder.

#### 4.3.1 Byggematerialer

Opravet havbundsmateriale vil potentielt - alt efter karakteren af materialets egenskaber - kunne anvendes enten direkte i byggeprocessen som fundering, til terrænregulering eller landindvinding eller indirekte som supplement/komponent til egentlige byggelementer f.eks. indgå i betonproduktion eller som supplement til funderingsmaterialer ved cementstabilisering (se 5). Der er i Danmark en del erfaring med at genanvende gravet materiale især ved større infrastrukturprojekter, mens inkorporering af materiale i egentlige byggelementer, f.eks. ved fremstilling af byggekomponenter, ikke er rapportens forfattere bekendt. Sidstnævnte kan betragtes som et muligt innovationsområde (se f.eks. 5), som kræver et yderligere afdækningsarbejde og derfor ikke vil blive berørt yderligere. Læg mærke til, at den grave-aktivitet, vi refererer til her, ikke hidrører fra egentlig råstofindvinding af marine sandformationer med det direkte formål at bruge sandet som råstof i f.eks. betonproduktion (råstofindvinding), men at vi udelukkende henviser til sand fremkommet ved graveaktiviteter, der har andre formål og at sandet på den måde fremstår som "biprodukt" af den pågældende aktivitet.

#### 4.3.2 By- og landskabsdannelse

Nyttiggørelse af opgravede marine sedimenter kan indgå i projekter, der understøtter eksisterende områder eller generer nye arealer, det være sig arealer der indgår i urbane sammenhænge eller arealer der er knyttet til mere åbne naturområder. Målsætningerne kan være neutrale/beskyttende eller progressivt udviklende, og kan adressere mål i forhold til landskab, natur, rekreative aktiviteter, (bygge-)teknik og klimatilpasning. I den forbindelse vil nyttiggørelse af det gravede materiale i projekter, der følger principper som "working/building with nature", bæredygtighed (økologisk, samfundsmæssigt, sundhedsmæssigt, økonomisk) og tilpasningsdygtighed (f.eks. klimamæssigt) være hensigtsmæssige.

Landindvinding er et kendt fænomen ikke kun internationalt, men i den grad også i dansk kontekst, især i forbindelse med fyldmaterialer fra store infrastrukturprojekter. Sådanne projekters historie udgør en stor erfaringsdatabase for mulige anvendelser:

- Havneudvidelser
- Strandparker
- Kunstige rev
- Kunstige klitter / klinger
- Kunstige vådområder.

### **Havneudvidelser**

Havneudvidelser er særdeles kendt i Danmark i både ældre og nyere historie. F.eks. er Københavns havn i historisk skala præget af en kontinuerlig udvidelse og udvikling fra dets tidlige beskeden stade til en nu. Materiale til at udvide havne er ofte kommet fra materiale gravet fra land, men i det omfang opgravet marine materiale har den rette karakter, kan man overveje at dræne det med henblik på – i fald det har tilstrækkeligt gode geotekniske egenskaber (stabilitet) – at inkorporere det i landindvinding. Det er dog ikke altid, at det opgravede materiale (f.eks. i et havnebassin) har tilstrækkeligt gode geotekniske egenskaber. Yderligere kan havnesedimenter være kontaminerede og kræve rensning eller andre afværgeforanstaltninger.

I princippet vil krav til det gravede materiales miljøklasse kunne gøres mindre restriktivt ved havneudvidelser (sammenlignet med andre typer anvendelse), idet havne ofte udgør et lettere forurenede miljø uden beboelse – og at der på denne måde er proportionalitet mellem samfundsmæssig gevinst og lille risiko for reel øget miljøbelastning. Forholdet mellem den natur- og samfundsmæssige gevinst ved anvendelse af materialet til havneudvidelse ift. de miljømæssige implikationer af anvendelse af delvist forurenede materiale i byggeriet vil være bestemt af det opgravede sediment og kræver en konkret vurdering for de enkelte projekter.

### **Strandparker**

Et eksempel på udnyttelsen af marint gravet materiale i stor skala er etableringen af strandparker. Her er især udnyttelsen af gravemateriale fra store tunnelbyggerier i havbund et godt eksempel på, hvordan ny infrastruktur ikke skaber problemer i form af ophobning af gravet materiale, men at dette materiale kan give mulighed for at definere nye rekreative områder og kunstig natur. I Danmark ser man f.eks. eksempler på strandparker formet som en barriere-ø med en lagune eller et vådområde bag – opbygget eller understøttet af marint opgravet materiale. Et storskala eksempel på dette er Amager Strandpark, der er delvist dannet af gravet marint materiale fra tunnelbyggeriet ved Øresundsforbindelsen.

### **Kunstige klitter og klinger**

Alt efter materialets karakter kan der inkorporeres marint materiale i opbygningen af kunstige klitter eller klinger typiske som et element i kunstige strandparker. Her vil det opgravede materiale f.eks. kunne anvendes som kernemateriale i en kunstig klit – eller hvis der er tale om finkornet, leret materiale en egentlig klintformation.

### **Kunstige øer og laguner**

Opgravet marint bundmateriale kan anvendes som supplement til etablering eller udvidelse af kunstige øer, enten som egentlige øer eller som kystnære barriere-øer med tilhørende bagvedliggende lagune, der konstrueres så lagunen naturligt fanger og indkapsler sedimenterne. Et eksempel på en decideret ø-dannelse er Peberholmen i Øresund, der er anlagt af gravemateriale fra kompensationsafgravninger i forbindelse med etableringen af Øresundsbroen.

### **Kunstige rev**

I fald det gravede materiale indeholder stenmateriale af en vis størrelse, kan dette materiale teoretisk anvendes til at etablere stenbestrøede strande eller reetablere/udbygge stenrev med henblik på at skabe/forbedre et habitat for marine økosystemer. Kunstige stenrev kan udvikles med henblik på at opfylde forskellige funktioner, herunder

1. fremme af biodiversitet,
2. bølgebrydere med henblik på opnåelse af gode surfing-forhold,
3. bølgedæmpning.

At udnytte stenmateriale fra udgravninger i marin bund vil sandsynligvis kræve en organisering og akkumulering af opgravet sten-materiale i et depot, hvorfra stenrevsprojekter vil kunne hente materialet. Et eksempel på en sådan organisering – hvor det opgravede materiale dog kommer fra land - er Kolding Stenbank. En sådan type af initiativ vil kunne supplere sine leverancer af sten fra gravearbejder i havet f.eks. under etablering af infrastrukturanlæg. Om der er tilstrækkelig volumen af sten fra marint gravearbejde i Danmark til dette, vides ikke på nuværende tidspunkt.

### **Kunstige vådområder**

Man vil under de rette omstændigheder - især med materiale indeholdende finkornet materiale - kunne understøtte udviklingen af strandenge. Eksempler på dette findes langs kysten i Køge Bugt. Kysten er her karakteriseret ved forskellige anlagte kunstige kyststrækninger f.eks. Greve strandparks strandenge.

### **Kombinerede anvendelser**

Ved byggeriet af Femern-forbindelsen er det planlagt at anlægge et nyt kunstigt kystområde omkring Rødbyhavn med anvendelse af det opgravede materiale fra etableringen af sænketunnelen mellem Rødby og Femern. Dette initiativ tager udgangspunkt i de til projektet udførte geotekniske forundersøgelser af de marine sedimenter, som ikke kun skal bidrage til byggeprojektet i sig selv, men nyttiggøres på anden vis. Der er således en vision for, hvordan en fuld udnyttelse af alle de i projektet opgravede materialer kan indgå i en større plan for, hvordan området vil kunne udbygges som et nyt landskab, der fremstår som rekreativt naturområde. Denne vision blev i 2015 inddraget som bilag i en særlov omkring anvendelse af materialet. Visionen indeholder en lang række af de førnævnte enkelte elementer, men her – pga. de forskellige sedimenttyper der forventes opgravet - sammensat i et større sammenhængende hele:

- Sandstrand mod vest
- Plane områder (fælled)
- Bygget lagunestrand med åbning mod havet
- Vådområde
- Klint.

I sin fulde udfoldelse er et sådant projekt et godt eksempel på en optimeret og integreret genanvendelse af alle de marine sedimenttyper, som udgravningerne forventes at producere i forbindelse med et anlægsprojekt. Eksemplet viser, hvordan genanvendelse af marine sedimenter kan tænkes ind i projekter til opbygning af ny natur og landskab. Sedimenttyperne og landskabstyperne og deres rekreative og fysiske funktion skal spille sammen og være i overensstemmelse med en på forhånd opstillet målsætning.



Figur 5. Vision for genanvendelse af opgravet marint materiale omkring Rødby Havn i forbindelse med etableringen af Femern forbindelse – se Lov om anlæg og drift af en fast forbindelse over Femern Bælt med tilhørende landanlæg i Danmark (retsinformation.dk).

### 4.3.3 Klimasikring

#### Kunstig landhævning

Materiale fra marint gravearbejde vil kunne indgå i projekter, hvor generelle landhævninger af større eller mindre arealer ønskes – f.eks. by-arealer eller små øer – som et middel mod effekten af havspejlsstigninger. Her er det vigtigt at sammenstille udviklingen af tilført sediment med by- og naturtype – herunder ønsker om at bevare eller udvikle ny natur og naturtyper. Det er også vigtigt, at samspillet mellem sedimenttyperne helt ude ved kysten og påvirkningen fra kystens bølger og strømme (erosion, ligevægt eller akkumulering dvs. kystens morfologi) er mål-sat – f.eks. om der skal blive ved med at være en strand eller klint ved højere vandstand, og

hvordan målsætningen kan støttes ved at tilføre sedimenter fra marine gravearbejder. Dette peger på en sammenhængende planlægning af, hvordan det landhævede areal eventuelt skal understøttes af oversvømmelsesbeskyttende barrierer og sandfodring på kysten.

### **Oversvømmelsesbeskyttelse**

Opgravet uorganisk, sediment vil kunne inkorporeres i nye dige-strukturer under forudsætning af, at det opgravede materiales strukturelle egenskaber er kendte forholdsvis detaljeret, dvs. om det vil kunne anvendes som enten kernemateriale eller evt. som et supplement til det øverste klæglag. Anvendeligheden af det gravede materiale afhænger især af sammensætning af sedimenternes partikelstørrelser (se f.eks. 5). Krav til materialets miljøklasse bør afhænge af risikoen for forurening af det givne område, f.eks. om der er følsom natur i området og om diget er fremskudt eller ej. Potentialet for at anvende marint gravemateriale til dette formål i Danmark er ikke kendt og vil skulle undersøges nærmere.

### **Sandfodring og stenbestrøning**

Sandfodring har gennem en årrække været Kystdirektoratets primære anbefaling som erosionsbeskyttelse af kyster. I det omfang der under marint gravearbejde produceres sandholdigt, sedimentært materiale, vil dette kunne bruges som sandfodring – eller som supplement til samme, hvilket allerede er tilfældet i dag gennem nyttiggørelse og bypass (se kapitel 2). Dette kræver dog en nøje afdækning af sedimentets sammensætning og en eventuel mekanisk separering og udvælgelse af visse fraktioner, idet sandfodringens virkninger er afhængigt af fodringsmaterialets sammensætning af kornstørrelser. Det er således en mulighed, at gravede sandgrus fraktioner i nogle tilfælde vil kunne anvendes enten som det egentlige fodringsmateriale eller som supplement til de sandfraktioner, der typisk hentes fra sandbanker på dybere vand. Potentialet for denne anvendelse må skulle redegøres for i det enkelte tilfælde.

Ved erosionskyster transporteres den eroderede kysts sand langs kysten båret af bølgegenererede strømme, hvorefter det på et tidspunkt vil nå roligere områder, hvor det så aflejres igen. I den grad, man kan bestemme aflejningsområdet lokalitet, vil man i princippet her kunne opgrave og derefter genanvende materialet til et passende formål. Det kan f.eks. nyttiggøres ved at føre det tilbage til en eroderende kyst. På den måde vil man i teorien kunne recirkulere sand som et modsvar på naturens flytninger af sandet fra den eroderende strækning til aflejningsstrækningen. Det aflejrede materiale vil også kunne anvendes til andre formål, såfremt dette indebærer en økonomisk eller samfundsmæssig gevinst. Generelt vil det aflejrede sand typisk være mere finkornet end det sandfodrede sand, hvilket kan betyde, at det genanvendte materiale til sandfodring bør suppleres med grovere fraktioner andetsteds fra.

Det kan i forbindelse med fodring af erosionskyster med sedimenter også overvejes at anvende en smule grovere fraktioner end normalt - evt. i kombination med sandfodring - f.eks. i forbindelse med "stenbestrøning" af strande med henblik på at stabilisere stranden hhv. skabe en mere heterogen sedimentdynamik på dele af stranden. Dette kan sammenlignes med understøtning af eksisterende stenrev eller etablering af nye stenrev på dybere vand (se også 13).

## 5. Generelle anbefalinger for Best Practice

Udgangspunktet for nedenstående anbefalinger er Klapbekendtgørelsens §3 om fokus på at reducere mængden af det materiale, der skal klappes. Opgravet sediment skal således primært søges nyttiggjort, før klappning kan komme på tale. Dog er det her anerkendt, at ikke alt marint sediment, der graves op i fremtiden, vil kunne nyttiggøres på den ene eller anden måde og dermed vil skulle klappes. Når klappning er eneste mulighed, må fokus derfor være på forvaltningsværktøjer, der kan reducere klappingernes natur- og miljøpåvirkning så meget som muligt. Tæt koblet til klappinger er der forinden foregået opgravning af det materiale, der skal klappes, hvilket vil have selvstændige effekter på miljø og natur. Disse effekter kan være af samme betydning som klappingen (1), men er ikke omfattet af denne opgave.

I det følgende beskrives en række anbefalinger, som skal sikre størst mulig beskyttelse af havmiljøet i forbindelse med større klappaktiviteter. Det er vigtigt at understrege, at vi her alene forholder os til større projekter og ikke mindre vedligeholdelses-projekter, som f.eks. mindre løbende oprensninger af sejlrender. Der findes imidlertid ikke en klar definition af større klappinger, og potentielle klappinger bør vurderes fra sag til sag under hensyntagen til klappmængder, forureningsgrad og mængden af finkornet materiale herunder mængden af organisk materiale. Større klappinger kan dermed ikke alene defineres ud fra volumen af det klappede materiale. Det vil være en selvstændig forvaltningsopgave at definere, hvad der er "større klappinger".

I eksisterende miljøkonsekvensvurderinger beskrives effekter ofte som værende "korttids- og midlertidige effekter" som argument for, at det ikke har vedvarende konsekvenser for miljø- og naturforholdene i det pågældende område. I større klappinger, hvor bundmateriale klappes dagligt i lange perioder, vil der imidlertid skulle tages forbehold for karakterisering af effekter som værende korttids og/eller midlertidige, ligesom det vil være relevant at inddrage kumulative effekter.

### 5.1 Miljøkonsekvensvurderinger og kontrol- og monitoringsprogrammer

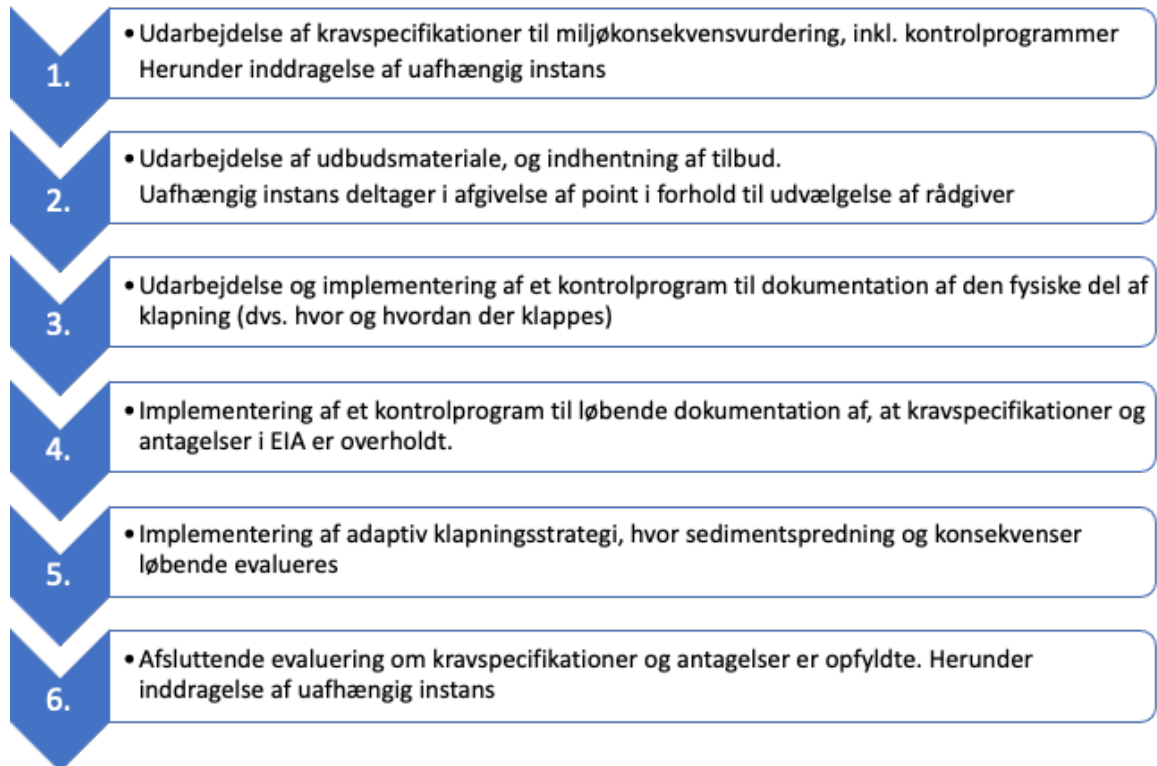
Ved en række af de senere års store klapsager har der fagligt og i offentligheden været rejst tvivl om kvaliteten af delelementer af de gennemførte miljøkonsekvensvurderinger. For at sikre transparens i processen vedrørende miljøkonsekvensvurderinger og for at understøtte myndighederne bedst muligt er det vigtigt at sikre uafhængighed af rådgiveren i relation til bygherren og/eller kontrol af miljøkonsekvensvurderingen. Ved anlæg af den faste forbindelse over Øresund var der foruden bygherrens monitoring og kontrolprogram også et myndighedernes kontrolprogram finansieret af bygherren. Andre modeller, der sikrer transparens og kontrolmuligheder i processen, benyttes i andre lande (f.eks. Singapore). Der er således både national og international erfaring med sikring af transparens af miljøkonsekvensvurderinger og forudsætningerne heri.

For at sikre det faglige indhold i kommende miljøkonsekvensvurderinger, herunder transparens i forhold til resultaterne af de gennemførte analyser, kan der i store klapsager implementeres en procedure for udbud og gennemførelse af miljøkonsekvensvurdering som omfatter flere trin (se også figur 6):

1. En uafhængig instans, som f.eks. kan være den sagsbehandlende myndighed eller en uafhængig rådgiver, udarbejder en kravspecifikation for selve miljøkonsekvensvurderingen inkl. kontrolprogrammer for klapp praksis og natur- og miljøforhold, som bliver en central del af udbudsmaterialet. Dette blev eksempelvis benyttet under et nyligt udbud fra Miljøstyrelsen om habitatkonsekvensvurdering af havbrug.
2. Der skal af den kontrollerende myndighed stilles krav om vægtning ved bedømmelse af tilbuddene på opgaveudførelse, hvor pris ikke får den dominerende rolle ved valg af tilbud, men at kvalitet i opgaveudførelsen vægter højere. En uafhængig instans jf. pkt. 1 bliver anmodet om en vurdering i form af f.eks. pointgivning af de indsendte tilbud i relation til beskrivelse af kravspecifikation og opgaveudførelse.
3. Der implementeres et kontrolprogram til løbende dokumentation af klapningen vedrørende klappmængder, klappmetoder og placering af det klappede materiale, som skal køre i hele den periode, der klappes og som er specifikt for den enkelte større klapsag.
4. Der implementeres et kontrolprogram til løbende monitoring og dokumentation af, at kravspecifikationen og antagelserne i miljøkonsekvensvurdering vedrørende natur- og miljøeffekter er overholdt. Kontrolprogrammet skal gennemføres undervejs ved længelevende, større klapprojekter og efter endt klappning. Indsamlede data i kontrolprogrammet skal følge ensartede standarder for prøvetagning, f.eks. som defineret i NOVANA-programmet og data skal gøres offentligt tilgængelige. Kontrolprogrammet er specifikt for den enkelte klapsag.
5. Implementering af adaptiv klappningsstrategi, hvor sedimentspredning løbende evalueres og hvor manglende opfyldelse og/eller ændringer i forudsætninger skal kunne medføre ændring af aktiviteten eller midlertidigt stop for klappningen, til der er fundet en løsning, der sikrer opfyldelse.
6. En uafhængige instans skal ved afslutning af klappningsprojektet evaluere om kravspecifikationer og antagelser til miljøkonsekvensvurderingen (se pkt. 1, 3 og 4) og evt. vilkår stillet af myndighederne for godkendelse af klappning er opfyldte.

For at sikre, at sagsbehandlingen er i overensstemmelse med vejledninger og tekniske anvisninger, udarbejdes der et digitalt administrationsgrundlag til brug for sagsbehandlingen af modtagne ansøgninger. Et digitalt administrationsgrundlag vil endvidere understøtte transparens i forhold til forvaltningen samt ens praksis på tværs af ansøgninger. Et digitalt administrationsgrundlag kan evt. være i form af en portal, der linker til et journaliseringsprogram, men en sådan portal skal også kunne indeholde kravspecifikationer mm således, at hele forvaltningsgrundlaget bliver transparent.





Figur 6. Trin for gennemførelse af miljøkonsekvensvurdering af større klappinger.

#### Ad pkt. 1 Kravspecifikationer

Klappinger er forskellige i omfang og placering i forhold til f.eks. forskellige typer af følsom natur samt kumulering med potentielt andre vigtige presfaktorer og kravspecifikationer til en miljøkonsekvensvurdering og nødvendige kontrolprogrammer vil derfor ikke kunne udmøntes i en standard specifikation for alle klapsager af de krav, der skal følges for at kunne levere en dækkende analyse af miljøeffekter af en given større klappning. Det vil derfor være nødvendigt med en specifik beskrivelse af krav til miljøkonsekvensvurdering og kontrol- og monitoringsprogrammer tilpasset det aktuelle projekt. For at sikre, at alle relevante krav til det specifikke klappprojekt er belyst, vil det være hensigtsmæssigt, at en uafhængig instans eller fagperson medvirker til eller selv udarbejder en kravspecifikation i samarbejde med den myndighed, der skal stå for forvaltningen af projektet og evt. andre relevante (miljø)myndigheder. Følgende elementer skal som minimum indgå i en kravspecifikation:

- a) Dokumentation for, at affaldshierarkiet jf. Klappbekendtgørelsens §3 er fulgt, dvs. dokumentation for, at anden anvendelse af det klappede materiale er grundigt dokumenteret og at klappning er eneste reelle mulighed.
- b) Identifikation af potentielle miljøeffekter på relevante parametre og naturtyper/arter og fastsættelse af effektniveauer.
- c) Krav til kontrolprogram inkl. hyppigheder og antal/netværk af målestationer. En sådan kravspecifikation skal danne udgangspunkt for tilbudsgivning eller for godkendelse af bygherres miljøkonsekvensvurdering og efterfølgende måleprogram.
- d) Ved valg mellem flere klapppladser skal der i afvejningen af effekter på natur og miljø indgå en vurdering om valg af en given klappplads vil medføre en merudledning af klima-

gasser i kraft af f.eks. væsentlig længere sejldistance fra udgravningsområde til klapplads, udover om der er forskel på evt. natur- og miljøkonsekvenser ved de respektive pladser.

- e) Identifikation af overskridelser af vilkår for klaptilladelsen, der kræver akut handling f.eks. stop for klapping.

### **Ad pkt. 2 Udbudsmateriale**

Til vurdering af de indsendte tilbud på udførelse af miljøkonsekvensvurdering og/eller kontrol- og monitoringsprogram skal der stilles ensartede krav til, hvordan vægtningen af forskellige parametre i tilbud indsendt af konsulentene skal foregå. Parametre, der kan indgå i vurdering af tilbuddene, omfatter: Kvalitet af opgaveløsningen, den faglige styrke af det udførende konsortium i form af tilgængelig og faktisk udførende ekspertise og pris. Andre projekt-specifikke parametre kan også indgå. Ved vægtningen skal kvalitet af opgaveudførelsen vægte med mindst 50%. Den uafhængige instans, der har udarbejdet kravspecifikationer, skal stå for vurderingen af kvaliteten af opgaveløsningen og komme med vurdering af den faglige kvalitet af det udførende konsortium. Miljøkonsekvensvurdering og kontrolprogram kan i princippet udbydes som separate opgaver, men vil naturligt høre sammen, og det skal derfor være muligt at lave et samlet udbud.

### **Ad pkt. 3 Fysisk kontrolprogram**

Kontrol af den fysiske del af klapoperationerne omfatter to elementer: Om den eller de anvendte metode(r) til klapping af materiale på havbunden rent faktisk tages i brug. Ved at udføre klapping med metoder, der ikke er klapping fra en splittram (se kapitel 3), vil det skulle sikres, at den angivne metode er anvendt. Med brug af flere metoder i samme tilladelse skal det kontrolleres, at fordelingen af voluminer på de forskellige metoder overholdes. Hvis de forskellige metoder medfører, at der bruges forskellige fartøjer, kan fartøjernes logbøger anvendes sammen med elektronisk overvågning. Hvis det samme fartøj kan operere forskellige metoder, skal der via logbogsmateriale eller brug af sensorer på de pumper, hydraulik mm der står for selve frigivelsen af klapmaterialet fra fartøjet kunne frembringes dokumentation for, at en given metode er anvendt i henhold til tilladelsen.

Da en vigtig del af beskrivelse af miljøeffekter af klapping er, hvilken lagtykkelse klappingen medfører, og da det ved gængse miljøkonsekvensvurderinger antages, at hele klappladsen anvendes, bliver det vigtigt, at det kan kontrolleres, hvor klappingen foregår. Det er i dag et krav, at de klappende fartøjer er påmonteret en tændt AIS. Den nuværende metode baserer sig udelukkende på en hastighedsfiltrering af AIS data logget med 5 minutters interval således, at alle positionsregistreringer med en hastighed 0-2 knob indenfor klappladsen defineres som potentiel aktiv klapping, mens alle hastigheder over 2 knob defineres som sejlads. Positioner med 5 minutters intervaller ved en hastighed på 2 knob svarer til ca. 300 meter mellem hver positionsregistrering. Ved kun at bruge fartøjshastigheden som approksimation for selve klappingen (alle positioner med under 2 knob) risikerer man at der i datasættet for klappingspositionerne kan optræde 'falske positive' positioner, hvor fartøjet sænker hastigheden af andre grunde end klapping. Ved at kombinere hastighedsfiltreringen med aktivitetssensorer på klapperne ville man kunne minimere antallet af falske positive positioner. Ønsker man at forbedre den rumlige opløsning og sikkerhed i registreringen af den faktiske klapping, kan man med fordel anvende tilsvarende Black Box systemer som dem, der i dag er implementeret i muslingefiskeriet, hvor man kombinerer højfrekvent logging af fartøjspositioner med aktivitetssensorer på hydraulikken,

der styrer fiskeredskabet, for at opnå meget præcise kortlægninger. Black Box systemer vil forholdsvis simpelt kunne indføres på klapfartøjer i form af sensorer på hydraulikken, der styrer klapperne i bunden af prammen eller sensorer på de maskiner, der i alternative teknikker transporterer materialet.

Løsninger der kobler sensorer med fartøjets position vil kunne kobles til egentlig real time varslinger, hvor en myndighed eksempelvis bliver adviseret, hvis klapningen foregår uden for klapplassen. Ligeledes vil man efterfølgende kunne se, hvilke dele af klapplassen der er anvendt.

Der er ikke her taget stilling til, hvem der skal betale for kontrolprogrammet eller hvem der skal udføre det. Et kontrolprogram kan stilles som vilkår for en klaptilladelse og blev under anlæg af den faste forbindelse over Øresund betalt af bygherren.

#### **Ad pkt. 4 Miljøkontrolprogram**

I den aktuelle forvaltning af klaptilladelser er der ingen obligatorisk kontrol af, om en miljøkonsekvensvurdering er dækkende for de faktiske miljøeffekter. For at sikre at de forudsætninger og konklusioner, der ligger til grund for den endelige godkendelse af en aktuel klapning, er valide, er der behov for at udarbejde et opfølgende kontrol- og monitoringsprogram og en plan for udførelse og forvaltning af selve klappaktiviteten. Kontrolprogrammet skal således sikre, at forudsætningerne er valide også i løbet af klappingsarbejdet, og at de forventede miljøeffekter ikke overskrider de effekter, som ligger til grund for tilladelsen. Derudover skal det sikres, at monitoringsprogrammet er i stand til at fange de angivne påvirkninger, og at de kan separeres fra den naturlige variation i det aktuelle vandområde, eller eventuelle andre antropogene påvirkninger.

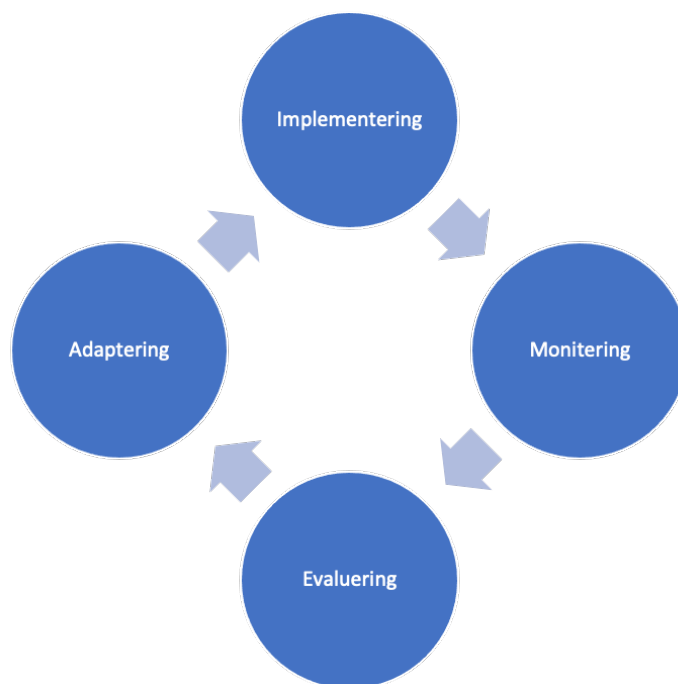
Udgangspunktet for et kontrol- og monitoringsprogram, der kan sikre, at kort-, medium- og langtidseffekter kan identificeres og kvantificeres inkl. sæsonmæssige variationer og naturlige statistiske variationer, er det et krav, at der foreligger en valid baseline. En baseline skal sikre viden om den aktuelle miljøtilstand, herunder tilstanden i nærliggende følsomme habitater med henblik på at undersøge natur- og miljøforhold, før klappningen igangsættes. Præcist hvilke parametre der bør indgå i en baseline og et efterfølgende monitoringsprogram vil variere mellem vandområder og de habitater, der ønskes beskyttet mod påvirkning og skal opbygges således, at det sikrer robust viden om det område, hvor der forventes en effekt af klappningen (inkl. kontrolområder) og dækkende de habitater, der ønskes beskyttet. Er der andre parallelle og evt. kumulative aktiviteter i området, kan der være behov for at kunne adskille effekter. Det skal i relation til kontrolprogrammer bemærkes, at sedimentfaner i forbindelse med klappning ikke nødvendigvis fanges af traditionel monitorering, og der kan være behov for at implementere nye typer af overvågning som f.eks. satellitbilleder og eller data fra droner (undervandsdroner, sejlene droner eller flyvende droner).

Der er ikke her taget stilling, hvem der skal betale for kontrolprogrammet eller hvem der skal udføre det. Et kontrolprogram kan stilles som vilkår for en klaptilladelse og blev under anlæg af den faste forbindelse over Øresund betalt af bygherren.

### Ad pkt. 5 Adaptiv klappingsstrategi

Historisk set forvaltes marine anlægsarbejder, herunder klappinger, ved at fastsætte statiske mål til f.eks. den maksimale sedimentkoncentration, som kan tolereres ud fra de krav, der er defineret i miljøkonsekvensvurderingen. Statiske mål i form af f.eks. lagtykkelse af klappet materiale eller koncentrationer af miljøfremmede stoffer vil være dækkende for selve klapplassen, hvor det må forventes, at hovedparten af det klappede materiale ender, mens det i mindre grad sikrer beskyttelse af nærliggende habitater for suspenderet/resuspenderet materiale i form af f.eks. aflejring på ålegræs eller fiskegydepladser. Statiske kriterier fordrer som udgangspunkt en mere omfattende miljøkonsekvensvurdering, eftersom mange alternativer (strømretninger, variationer i sedimentmateriale, resuspension m.m.) bør inkluderes i analysen og løsninger bør tildeles større sikkerhed (mere konservative krav). Statiske mål vil ligeledes være forbundet med større usikkerhed på især effekter udenfor selve klapplassen.

En alternativ tilgang vil være at bruge en adaptiv forvaltningsstrategi, hvor færre alternativer adresseres i selve miljøkonsekvensvurderingen mod, at der løbende overvåges med henblik på at sikre, at nærliggende sensitive habitater ikke skades. Denne strategi stiller krav til kontrolprogrammet, som skal sikre tilstrækkelig dokumentation for, at målsatte kriterier for f.eks. habitatpåvirkning udenfor klapplassen overholdes og sikre løbende data omkring parametre, der kan resultere i skade. Denne type af adaptiv forvaltning, kan enten foretages reaktivt, hvor det alene er målinger, der benyttes i forvaltningen og den løbende tilpasning af klappingsaktiviteten, eller proaktivt hvor der løbende indrapporteres klappmængder, og modeller benyttes til at forudsige spredning af materiale udenfor klapplassen, og retningslinjer kan udstikkes, hvis der er behov for dette, se figur 7.



Figur 7. Illustration af den adaptive forvaltning.

Den proaktive forvaltning i sin fulde form fordrer en "compliance monitoring" og rapportering, der både dækker over den løbende kontrolmonitoring på såvel klapplassen som i tilstødende områder, hvor angivne effektgrænser ikke må overskrides og selve klappningsforvaltningen, dvs. at de angivne mængder klappes med de angivne metoder på de angivne tidspunkter og arealer.

#### **Ad pkt. 6 Evaluering**

Det gøres obligatorisk at indføre en afsluttende effektmonitoring efter projektets ophør til sikring af, at eventuelle langtidseffekter stadigvæk stemmer overens med de forventede effekter beskrevet i den miljøkonsekvensvurdering, som ligger til grund for klaptilladelsen. Derudover vil denne type af monitoring også bidrage med vidensbaseret erfaring, som kan benyttes i andre større anlægsprojekter, hvor klapping indgår.

Kravspecifikationer samt data indsamlet i baseline og kontrolprogrammer bør gøres offentligt tilgængelige for at sikre, at den opnåede viden fra det pågældende område kan indgå i evt. større eller tværgående analyser. Det kan ligeledes anbefales, at der anvendes ensartede standarder for prøvetagningen som de f.eks. er beskrevet i NOVANA programmet eller lignende.

## **5.2 Klapplasser og sæsonafhængighed**

De fysiske og biologiske forhold i og omkring klapplasser har afgørende betydning for de natur- og miljømæssige effekter af klapping. I dette afsnit foreslås Best Practise for valg af klapplasser med udgangspunkt i at minimere negative miljø- og natureffekter. Andre hensyn, som f.eks. klimahensyn og økonomiske hensyn, kan også med fordel inkluderes i valg af klapplasser, men er ikke behandlet her.

Helt overordnet bør hensynet til værdifuld natur vægte højt, hvilket betyder, at klapplasser ikke skal placeres i nærheden af værdifuld natur. Identificering af værdifuld natur bør ske ved konkrete undersøgelser, men kan i udgangspunktet identificeres som:

- **Ålegræsbede og makroalger.** Især ålegræs, men også makroalger er følsomme overfor reduktion i lysmængde, herunder både korttids (uger) reduktion i lys, men også langtidseffekter som følge af aflejring af materiale på bladene.
- **Natura 2000 habitatområder** er udpeget, fordi de indeholder bevaringsværdig natur eller naturpotentiale. I udgangspunktet bør Natura 2000-områder beskyttes mod negative effekter af klapping, men en konsekvensanalyse kan muligvis sandsynliggøre, at en specifik klapping i et givent Natura 2000-område ikke skader området integritet.
- **Følsom bundfauna** som langsomt voksende arter og arter med lavt spredningspotentiale vil have svært ved at re-kolonisere et klappet område og genetablere naturlige tætheder og naturlige størrelses- og aldersfordelinger.
- **Karakteristiske bundhabitater** defineret af bundens sedimentstruktur, hvor sammensætningen af små og store substratelementer har afgørende betydning for typen af bundfauna og vegetation på habitatet. Karakteristika ved særlige sedimentforekomster kan blive langvarigt påvirket af klappmateriale, såfremt klappmaterialet begraver eller ændrer karakteristika for det naturlige bundhabitat. Klapping i nærheden af særlige bundhabitater bør undgås og alternativt bør det sikres, at det klappede materiale ikke afviger betydeligt fra det naturlige sediment. Særligt påvirkning af stenrev samt spredte stenforekomster bør undgås.

- **Vandplanområder** som defineret i Vandrammedirektivet er alle potentielt følsomme overfor næringsstoffer og en merudledning af næringsstoffer som følge af klappning vil potentielt have en negativ miljøeffekt. Det samme gør sig gældende for miljøfremmede stoffer, der kan forringe den kemiske tilstand, da klappmaterialet kan indeholde stoffer med vandkvalitetskrav. En evt. merudledning bør vurderes ift. vandrammedirektivets krav om målopfyldelse og om at undgå forringelse. En evt. merudledning af næringsstoffer og miljøfremmede stoffer ved klappning kan sandsynligvis kompenseres ved reduceret udledning fra andre kilder.

Desuden bør de toksikologiske og bioakkumulerende virkninger af det udgravede materiale generelt set vurderes. Bortskaffelse af sedimenter med lave niveauer af forurening er ikke fri for miljørisici og kræver overvejelser om skæbne og virkninger af opgravet materiale og dets bestanddele, fordi de kan undergå fysiske, kemiske og biokemiske ændringer, når de kommer ind i havmiljøet. Disse ændringer bør overvejes i lyset af materialets eventuelle skæbne og potentielle virkninger. I en samlet vurdering bør den afledte CO<sub>2</sub>-emission ved bortskaffelsen desuden indgå.

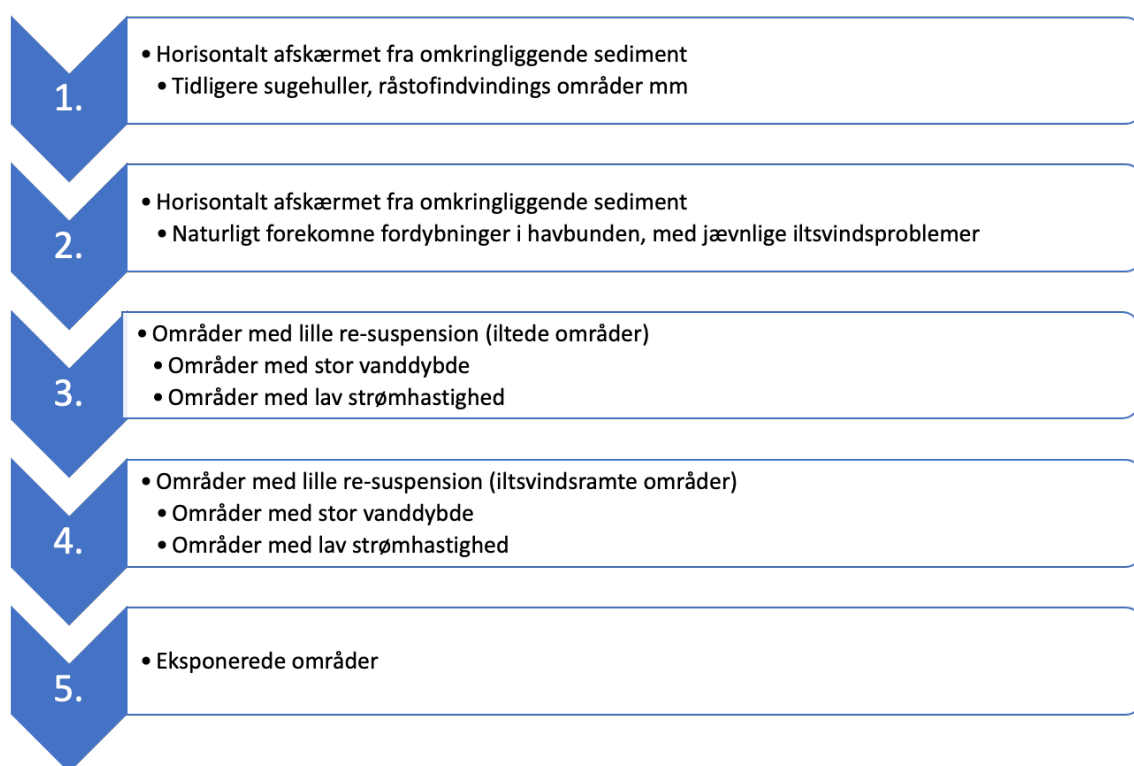
### 5.2.1 "Low impact" klapppladser

Ved valg af den konkrete klappplads anbefales en strategi, hvor det klappede materiale konsolideres på et så lille areal som muligt og risikoen for sedimentspredning gennem resuspension minimeres. Herved vil den arealspecifikke påvirkning blive stor, men have en ubetydelig eller meget lille betydning for det samlede område. Derudover vil alle afledte effekter som arealpåvirkning, samlet iltforbrug, næringsstoffrigivelse, CO<sub>2</sub>-frigivelse, frigivelse af miljøfremmede stoffer og risiko for utilsigtet påvirkning af følsomme arealer og arter blive relativt mindre, ligesom muligheder for kontrol øges. Arealet som påvirkes kan minimeres ved at vælge klapppladser og klapppraksis med følgende karakteristika (se også figur 8):

- **Klappplads er horisontalt afskærmet fra omkringliggende havbund.** Det kan især være udtjente indvindingsområder for råstoffer, men i et vist omfang også mindre depositions-bassiner og iltsvindsområder. Fordelen ved at placere klappmateriale i fordybninger er primært, at spredning reduceres og overfladearealet minimeres. Dette vil minimere det påvirkede areal og nedbrydningen af det organiske materiale vil blive minimeret og dermed reducere frigivelsen af næringsstoffer og CO<sub>2</sub>. Klappning i fordybninger vil øge risikoen for lokalt iltsvind, idet der tilføres organisk stof til områder med lav/ingen ilttilførsel, men det vurderes generelt at være mindre betydende, da disse huller ofte er iltsvindspåvirkede i forvejen.
- **Stor vanddybde.** Ved større vanddybder reduceres risikoen for vindinduceret resuspension og muligheden for permanent konsolidering af det klappede materiale øges. Ved konsolidering vil det påvirkede areal minimeres og en større andel af det organiske materiale vil blive begravet under anoksiske forhold. Hermed reduceres nedbrydningen og dermed frigivelsen af næringsstoffer og CO<sub>2</sub>. Vind og bølgeinduceret resuspension er dominerende i Danmark og vil generelt være meget reduceret ved vanddybder >6 m. Stor vanddybde ved klapppladsen vil dog øge spredningen af materiale og frigivelse af kemiske forbindelser i materialet, når det synker gennem vandsøjlen.

- **Lav strøm.** Ved lave strømhastigheder i vandsøjlen minimeres spredningen af det klappede materiale, når det synker ned mod bunden. Særligt bør der være lave strømhastigheder i overfladen hvor fine partikler vil opholde sig i relativt lang tid og derfor kan blive transporteret til områder, hvor en øget partikelkoncentration er uønsket (se også kapitel 3 om meteorologiske vinduer). Strømhastigheder ved bunden bør også være lave for at reducere risikoen for strøminduceret resuspension og øge konsolideringen af det klappede materiale. Dette kan evt. ske i kombination med meteorologiske vinduer (se kapitel 3).
- **Klapteknik.** Der bør vælges præcisionsklapning, som sikrer målrettet placering af klapmaterialet på den valgte klappads og minimerer spild til vandsøjlen. Dette vil øge konsolidering af klapmaterialet på havbunden og minimere spredning af partikler samt omsætning af organisk stof i klapmaterialet.

Hvis det ikke er muligt at deponere klapmaterialet i en fordybning eller et (suge)hul, anbefales det at tilstræbe mest mulig konsolidering af det klappede materiale på så lille et areal som muligt. Dette kan gøres ved at sikre a) stor vanddybde, b) lav strøm, c) klapteknik, som sikrer målrettet placering af klapmateriale. Det betyder dermed, at erosionsklappladser bør undgås i videst muligt omfang. Områder med stærk strøm eller høj grad af bølgenedslag – og dermed en betydelig grad af erosion af de øverste sedimentlag - bør undgås idet strømmen vil sprede klapmaterialet, og det påvirkede areal vil dermed blive mange gange større. Derudover vil frigivelsen af næringsstoffer, miljøfremmede stoffer og CO<sub>2</sub> samt det samlede iltforbrug også blive større. Ved valg af klappads kan sejltid og dermed CO<sub>2</sub> udledning indgå i den samlede vurdering.



Figur 8. Prioriteret rækkefølge ved valg af klappads.

## 5.2.2 Sæsonoptimeret klapping

Tidspunkt for klapping kan have stor betydning for den biologiske effekt af klappingen, da arter og processer er følsomme overfor især ændringer i lys og fødetilgængelighed alt afhængig af temperatur og sæson. Sæsoner kan i denne sammenhæng defineres som: Vækstsæsonen: 1/4 – 31/10 og vinterperioden: 1/11 – 31/3.

Klapping bør som udgangspunkt foregå udenfor vækstsæsonen, hvilket også tidligere har været praksis i forbindelse med klapgodkendelser. Årsagerne til at undgå klapping i vækstsæsonen er bl.a.:

- Ved lavere temperaturer i vinterperioden er organismene generelt mindre følsomme overfor en silt/ler/SPOM-belastning (Suspenderet Partikulært Organisk Materiale). Dyrenes aktivitet og basalstofskifte er meget temperaturafhængig, hvilket har effekt på deres samlede energiforbrug. Filtratorer (f.eks. muslinger, søpunge, svampe) vil derfor bedre klare en silt-belastning udenfor vækstsæsonen, hvor deres energiforbrug er ca. 1/3 af energibehovet i vækstsæsonen. Samme silt-belastning vil i vækstsæsonen potentielt medføre, at organismene forbruger energien på at rense gæller for finkornet materiale uden næringsværdi, mens stofskiftet også er højt.
- Makroalger og ålegræs vil få reduceret lysforholdene ved 1) at sedimentspildet af fine partikler (organiske og uorganiske) under klappingen vil absorbere og sprede lyset, 2) der vil ske en sedimentation af fine partikler på algeløvet og ålegræsbladene, som kan indlejres i en epifyt-matrix, og derved få en langtidseffekt. Dette kan potentielt få konsekvenser for de ålegræsbestande, som lever i nærheden af deres nuværende dybdegrænse. Der er fastsat specifikke mål for dybdeudbredelse af ålegræs i alle marine vandområder i forhold til opfyldelse af EU's Vandrammedirektiv, hvilket ikke bør kompromitteres af klappingsaktiviteter.

På klappladser, hvor sedimentspredning kan undgås og som ligger langt fra produktive lavvandsområder, kan klappingen udføres i vækstsæsonen, hvis klappingen foregår på "low impact" klappladser. Afhængigt af dybden på klappladsen og potentialet for vind og bølge induceret resuspension, kan den færdige klapping sand cappes. Sand capping vil understøtte en reduktion af de akkumulerede effekter ved efterfølgende gentagne resuspensioner.

Spildet under klappingen kan reduceres ved brug af andre metoder end klapping fra splitpram – f.eks. sliske og/eller siltskørt (se kapitel 3).



## 6. Referencer

1. Petersen JK, Holm A-P, Christensen A, Krekoukiotis D, Andreasen H, Gislason H, Behrens J, Svendsen JC, Timmermann K, Møller LF, Bach L, Larsen MM, Zrust M, Nielsen MM, Eigaard OR, Nielsen P, Stæhr PA, Høgslund S & Nielsen TG 2018. Menneskeskabte påvirkninger af havet – andre presfaktorer end næringsstoffer og klima. DTU Aqua-rapport nr. 336-2018.
2. Petersen JK, Brooks ME, Edelvang K, Eigaard, OR, Göke C, Hansen FT, Kuhn J, Mohn C, Maar M, Olsen J, Pastor A, Stæhr PA & Svendsen JC 2020. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – effekter af stedsspecifikke presfaktorer på det marine kvalitetselement ålegræs. DTU Aqua-rapport nr. 361-2020.
3. <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2016/11/HELCOM-Guidelines-for-Management-of-Dredged-Material-at-Sea.pdf>
4. <https://www.ospar.org/work-areas/eiha/dredging-dumping>
5. Bray RN (ed.) 2008. Environmental aspect of dredging, Taylor & Francis/Balkema
6. Laboyrie, HP, van Koningsveld M, Aarninkhof SGJ, van Parys M, Lee M, Jensen A, Csiti A & Kolman R 2018. Dredging for Sustainable Infrastructure. CEDA / IADC, The Hague, the Netherlands. Revision no. 673.
7. Mastbergen DR, van Kesteren WGM & Loman GJA 2004. Controlled submerged deposition of fine grained dredged sediment with various diffuser types, Proceeding, WODCON XVII, 2004
8. [Self-closing sheet for encapsulating and dumping a bulk of material](#)
9. Bailey SE & Palermo MR 2005. Equipment and placement techniques for subaqueous capping. DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-R9), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.  
<http://el.erdcl.usace.army.mil/dots/doer/>
10. Palermo MR, Clausner JE, Rollings GL, Williams MP & Myers TE 1998. Guidance for Subaqueous Dredged Material Capping. U.S. Army Corps of Engineers
11. Aarninkhof S & Luijendijk A 2011. Safe disposal of dredged material in an environmentally sensitive environment. Operational Planning of dredging activities based on innovative plume predictions, Port Technology International.
12. Hoff J van't & Koolf AN van der (ed.) 2012. Hydraulic Fill Manual, for dredging and reclamation works. Taylor & Francis/Balkema.
13. Mangor K, Drønen N, Kærgaard KH & Kristensen SE 2017. Shoreline Management Guidelines, e-book, DHI

# Bilag 1

## Indhold af ansøgning om klappingstilladelse

1. Arten og mængden angivet i m<sup>3</sup> og tons af det materiale, som ønskes klappet (ler, mudder, sand m.v.), samt oplysning om, hvorvidt dette stammer fra oprensning eller uddybning. Oplysningerne fordeles på den enkelte opgave. Mængder kan eventuelt skønnes.
2. Oplysning om materialets indhold af forurenende stoffer, jf. havmiljølovens bilag 2, herunder materialets fysiske, kemiske, biokemiske og biologiske egenskaber.
3. Angivelse af arbejdsområdet indtegnet på et søkort eller tilsvarende målfast kortmateriale med angivelse af position.
4. Forslag til klappads indtegnet på et søkort eller tilsvarende målfast kortmateriale med angivelse af position.
5. Angivelse af tykkelsen af det sedimentlag, som ønskes fjernet. Herunder angives dybden inden og efter arbejdets udførelse.
6. Tidsplan for arbejdets udførelse.
7. Påtænkt klapmetode og optagningsmetode.
8. Vurdering af mulighederne for nyttiggørelse eller anden håndtering.

Prøvetagning kan udelades, hvis miljøcenteret skønner, at det er unødvendigt som følge af det kendskab, der i forvejen er til havbundsmaterialerne i optagningsområdet.

## Indhold af tilladelse til klapping

En tilladelse bør som minimum indeholde følgende oplysninger og vilkår, ligesom høringsparterens relevante ønsker om supplerende vilkår bør medtages:

1. Klappadsens placering, med angivelse på søkort eller andet målfast kort. Placeringen bør altid være angivet med geografiske positioner, eventuelt suppleret med UTM-position med anført datum.
2. Angivelse af maksimal klappmængde.
3. Eventuel markering af klappadsen, med en beskrivelse af, hvordan denne markering skal udføres.
4. Eventuelle begrænsninger i brugen af klappadsen.
5. Eventuelle betingelser for optagning og transport af havbundsmaterialet (metode til håndtering eller krav om hvilken påvirkning der kan accepteres).
6. Eventuelle betingelser for udførelsen af klappingen (metode til håndtering eller krav om hvilken påvirkning der kan accepteres).
7. Eventuelle vilkår om tilsyn og indberetning herunder for eksempel at fartøjer, som klapper, er udstyret med AIS-udstyr.
8. Eventuelle vilkår om overvågning på klappadsen.
9. Vilkår om indberetning om klappingens påbegyndelse og afslutning samt mængde af klappet materiale angivet i m<sup>3</sup> og tons, jf. klappbekendtgørelsens § 5, stk. 3.
10. Tilladelsens gyldighedsperiode (angivet ved datoer).
11. Dato for offentliggørelse.

Hvis der er foretaget kemiske analyser af materialet, skal disse - eventuelt i oversigtsmæssig form - fremgå af tilladelsen.

## Havmiljølovens bilag 2

Følgende stoffer og materialer må kun forefindes i klapmateriale i uvæsentlige mængder og koncentrationer:

1. Kviksølv og kviksølvforbindelser.
2. Cadmium og cadmiumforbindelser.
3. Antimon, arsen, beryllium, bly, chrom, kobber, molybdæn, nikkel, selen, tin, vanadium, zink og deres forbindelser, samt fosfor.
4. Cyanider og fluorider.
5. Organiske halogenforbindelser (f.eks. PCB, PCT, DDT m.v.) og stoffer, der kan danne sådanne forbindelser i det marine miljø, med undtagelse af stoffer, som er ikketoksiske eller hurtigt i havet omdannes til stoffer, der er biologisk uskadelige.
6. Råolie og råolieaffald, raffinerede olieprodukter, rester, der fremkommer under raffinering af olie, og enhver blanding, der indeholder noget af disse stoffer.
7. Polycykliske aromatiske carbonhydrider (PAH) og deres derivater.
8. henoler og deres derivater.
9. Phthalsyre og dens derivater.
10. Svært nedbrydelige pesticider, begroingshindrende midler og kemiske stoffer til konservering af træ, tømmer, træmasse, cellulose, papir, huder og tekstiler og deres biprodukter, som ikke omfattes af pkt. 1-9.
11. Svært nedbrydelige giftige organiske silicium-forbindelser.
12. Overfladeaktive stoffer.
13. Ligninstoffer.
14. De chelatdannende stoffer EDTA og DTPA.
15. Stoffer med skadelig virkning for smag og/eller lugt i produkter fra havet, der anvendes til menneskelig føde.
16. Stoffer, som - uanset at de er af ikketoksisk art - kan blive skadelige på grund af de mængder, i hvilke de klappes, eller som i alvorlig grad vil kunne forringe rekreative værdier.
17. Unedbrydelige plasticmaterialer og andre unedbrydelige syntetiske materialer samt andre materialer og stoffer, som kan flyde i havet eller forblive i suspension eller synke til bunds, og som kan være til alvorlig ulempe for fiskeri, søfart eller anden retmæssig udnyttelse af havet eller mindske dettes rekreative værdi.
18. Beholdere, metalaffald, tjæreagtige stoffer, der kan synke til bunds, og andet omfangsrigt materiale, som kan frembyde alvorlige ulemper for fiskeri eller søfart.
19. Radioaktivt affald eller andre radioaktive stoffer.
20. Materialer i enhver tilstandsform (fast, flydende, gasformig eller levende tilstand) fremstillet til biologisk og kemisk krigsførelse.
21. De af miljøministeren nærmere specificerede stoffer, som efter klappning i havet antages at kunne være kræftfremkaldende.

Danmarks  
Tekniske  
Universitet

DTU Aqua  
Kemitorvet  
2800 Kgs. Lyngby

[www.aqua.dtu.dk](http://www.aqua.dtu.dk)