

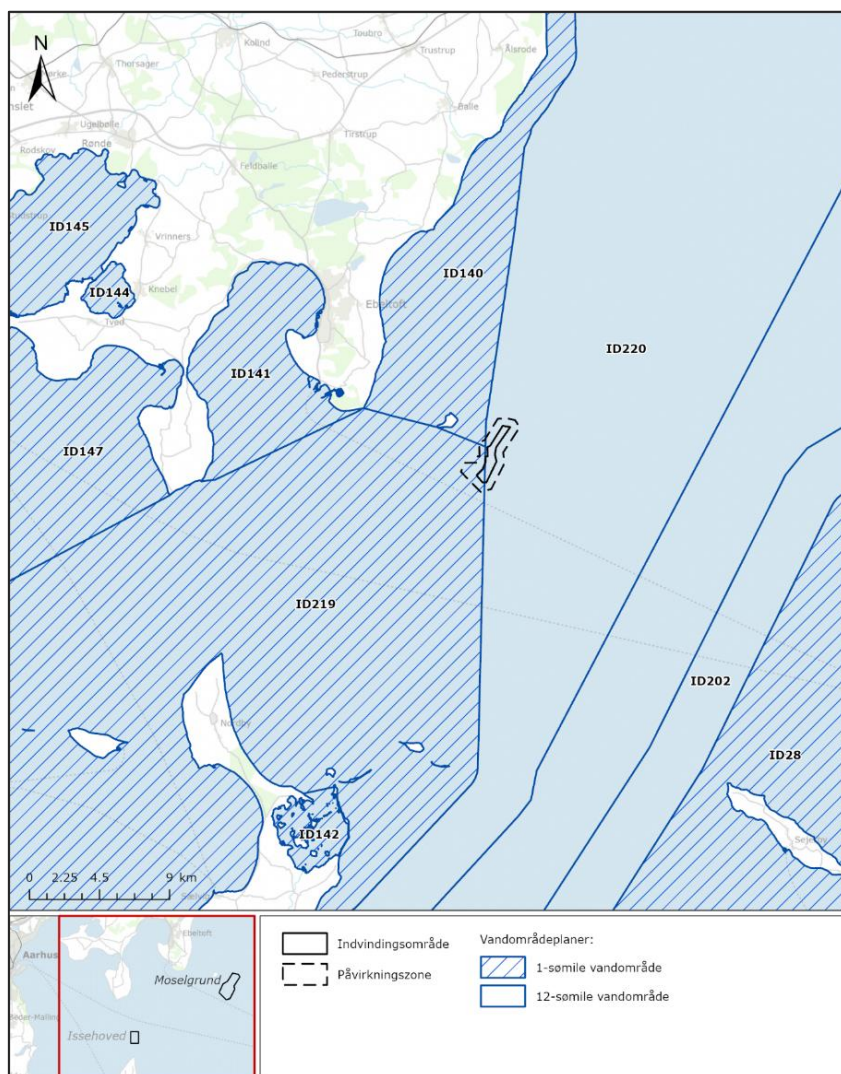
Tillæg til Miljøkonsekvensrapport for råstofområde Moselgrund

Udledning af kvælstof fra råstofindvindingen til målsatte kystvande

Projekt navn	Sandindvinding Moselgrund – Miljørådgivning
Projekt nr.	1100063408
Version	4.0
Dato	11/12/2025
Udarbejdet af	FEHV, ULZE, MCO
Kontrolleret af	MTKI
Godkendt af	MTKI

1. Baggrund for tillæg

I forbindelse med den planlagte råstofindvinding er det i dialog med Miljøstyrelsen vurderet nødvendigt at belyse den potentielle frigivelse af kvælstof til de nærliggende kystvande, samt en beskrivelse af tiltag, der kompenserer for denne frigivelse til målsatte kystvande. Råstofindvinding på Moselgrund er beliggende indenfor/i umiddelbar nærhed til de kystnære vandområder Djursland Øst DK (ID 140) og Aarhus Bugt Syd, Samsø og Nordlige Bælthav DK (ID 219), samt 12-sømileområdet Kattegat SV, 12 sm DK (ID 220), se Figur 1-1. Den økologiske og kemiske tilstand for de førnævnte målsatte vandområder er beskrevet og vurderet i Miljøkonsekvensrapport for råstofområde Moselgrund¹.



Figur 1-1 Afgrænsning af vandområder umiddelbart omkring indvindingsområdet Moselgrund

¹ Rambøll (2024), Miljøkonsekvensrapport for råstofområde Moselgrund rev 3

1.1 Målsatte kystvande

De to vandområder, ID140 og ID219, er begge målsatte kystvande, som er omfattet af et indsatsbehov i forhold til reduktion af kvælstoftilførsler. Da kystvandene i forvejen har et indsatsbehov, må et projekt ikke yderligere tilføre kvælstof, som kan forværre tilstanden eller hindre målopfyldelsen i henhold til vandrammedirektivet². Ifølge genbesøget af vandområdeplanerne³ er tilstanden for fytoplankton (klorofyl) ringe for både kystvand ID 140 og ID 219. Det fremgår dog af vandplandata⁴, at den målte værdi i både kystvand ID 140 og ID 219 er langt fra den øvre grænse for tilstanden "ringe" og er derfor ikke i overhængende risiko for tilstandsforringelse ved yderligere tilførsel af kvælstof. Den målte klorofyl-a koncentration og grænseværdierne for de to kystvande fremgår af Tabel 1-1. Vandområde 220 hvor størstedelen af indvindingsområdet er beliggende i har ikke et indsatsbehov.

Tabel 1-1 Baselinebelastning, målbelastning og indsatsbehovet for de to kystvandområder

Vandområde (ID nr)	Tilstand for fytoplankton	Klorofyl-a (µg/L)	Årstal for seneste måling (år)	Grænse (µg/L)		
				Moderat/god	Ringe/moderat	Dårlig/ringe
Djursland Øst (140)	Ringe	1,7	2022	1,1	1,7	3,3
Århus Bugt syd, Samsø og Nordlige Bælthav (219)	Ringe	2,0	2022	1,2	1,7	3,5

Kvælstofbaselinebelastningen, -målopfyldelsen og -indsatsbehovet for vandområderne fremgår af Tabel 1-2.

Tabel 1-2 Baselinebelastning, målbelastning og indsatsbehovet for de to kystvandområder

Vandområde (ID nr)	Baselinebelastning (ton N/år)	Målbelastning (ton N/år)	Indsatsbehov (ton N/år)
Djursland Øst (140)	946,4	674,4	220,7
Århus Bugt syd, Samsø og Nordlige Bælthav (219)	2.541,0	1.717,9	823,1

En revision af Miljøkonsekvensrapporten blev sendt i offentlig høring i april 2024, hvorefter 37 høringssvar skulle bearbejdes. I september 2024 udarbejdede Rambøll et notat⁵ med en sammenfatning af de væsentligste pointer, hvori frigivelse af kvælstof indgår. I dette notat fremgår det, at den samlede mængde frigjort kvælstof er estimeret til ca. 7,5-8 tons N om året eller ca. 21-22 kg N/dag, med forudsætning om, at der graves 8 mio. m³ sediment over 3 år. Det fremgår ligeledes af notatet, at beregningerne for frigivelsen er behæftet med usikkerheder. Der blev i forbindelse med notatet anvendt to forskellige metoder til at beregne frigivelsen, hvoraf de to beregningsmetoder kom frem til hhv. 8 tons N og 7,6 tons N. De 8 tons N er estimeret ud fra kvælstofkoncentrationen i overløbsvand fra stiksugninger, hvilket repræsenterer den dybere del af ressourcen. Kvælstofkoncentrationen er estimeret til gennemsnitlig 0,5 mg/l på baggrund af de målinger der er vist i tabel 8-9 i MKVen og med viden om at filtreringen er gjort på et for groft filter og dermed overestimere den opløste fraktion af kvælstof. Koncentrationen af opløst kvælstof i porevandet estimeres ud fra differencen mellem overløbsvand og baggrundskoncentration (0,25 mg/l⁶). De 7,5 tons N er beregnet teoretisk ud fra sedimentets kvælstofindhold i sedimentprøver fra de to nærmeste prøvestationer, der begge dog er påvirket af menneskelig aktivitet (Ebeltoft Færgehavn og Dokkedal). Frigivelsen er estimeret på baggrund af volumen af overløbsvand, tørstofmængde og en antaget frigivelsesfaktor på 1 %. Begge metoder giver næsten samme resultat. Der er i dette notat antaget en kvælstoffrigivelse på 8 tons N/år. Nærmere forudsætning for beregningerne er præsenteret i det faglige svar fra 2024⁷.

² Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (2023), Vandområdeplanerne 2021-2027, <https://mim.dk/media/njvlvhax/vandomraadeplanerne-2021-2027-22-9-2023.pdf>

³ Miljøstyrelsen (2025), Udkast til genbesøg af vandområdeplanerne 2021-2027 (VP3), <https://hoeringsportalen.dk/Hearing/Details/69540>

⁴ Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (2025), Vandplandata, vandplandata.dk

⁵ Rambøll (2024), Råstofindvinding Moselgrund – faglige svar på høringssvar 2024

⁶ Data fra <https://miljoedata.miljoportal.dk/> "St. 93000001 - 300 Kattegat, åbne del", gennemsnit fra dybderne 5-25 m

⁷ Rambøll (2024), Råstofindvinding Moselgrund – faglige svar på høringssvar 2024

I dette notat er kvælstoffrigivelsen fra råstofindvindingen til de to kystvande blevet estimeret på baggrund af hvor stor en del af de 8 ton kvælstof, der årligt kan forventes at strømme ind i de to kystvande. Dette estimat skal danne grundlag for at fastsætte en mulig kompensation, så påvirkningen neutraliseres, og de eksisterende indsatskrav fortsat kan efterleves.

2. Hydrografien i Aarhus Bugt

Aarhus Bugt og de tilstødende vandområder er karakteriseret ved komplekse strømforhold, betydelig ferskvandstilførsel, varierende bundtopografi og markante sæsonvariationer i både strømstyrke og retning. På baggrund af måledata, hydrodynamiske modeller og relevante rapporter fra bl.a. DCE og DMI^{8, 9, 10, 11} er her givet en beskrivelse af det gennemgående strømningsmønster for overfladevandet i de åbne og mere aflukkede dele af Aarhus Bugt området. De åbne områder omfatter vandområder: 147 (Aarhus Bugt), 140 (Djursland Øst) og den nordligste del af 219 (Aarhus Bugt Syd). De mere afsnørede partier består af Norsminde Fjord (ID 146), Kalø Vig (ID 145), Begtrup Vig (nordøstlige hjørne af ID 147) og Ebeltoft Vig (ID 141), områderne kan ses på Figur 1-1. Beskrivelsen er udarbejdet med henblik på en vurdering af effekten af en reduktion af en kvælstofudledning til selve Aarhus Bugt (ID 147) for hhv. havområdet øst for Djursland (ID 140) og den nordlige del af område 219.

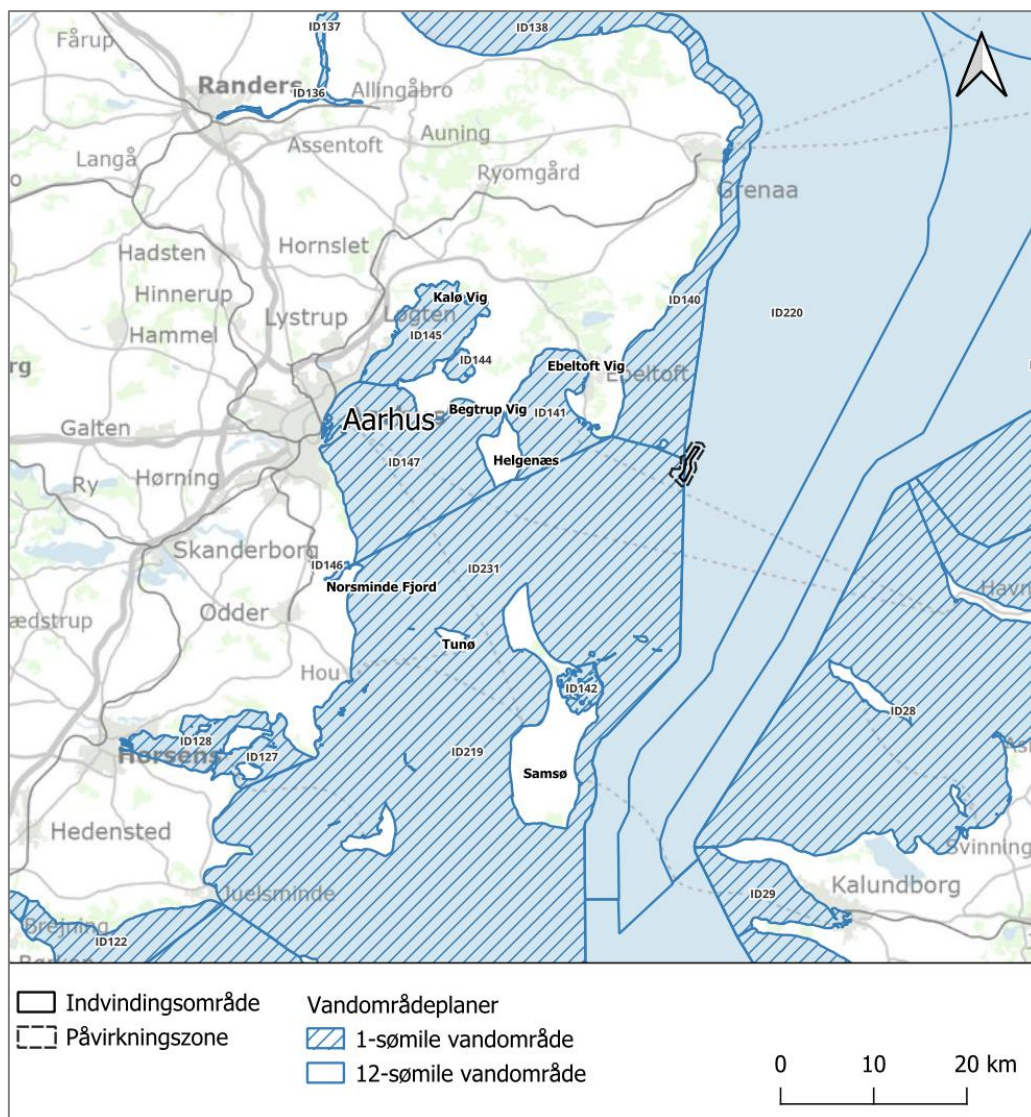
En oversigt over de nævnte vandområder og stednavne fremgår af Figur 2-1 på næste side.

⁸ Feld L, Jakobsen HH, Göke C, Clausen D S, Ellegaard-Jensen L & Jensen AN. 2024. Sanitary survey rapport 22: Kalø Vig og Jyllands østkyst (nordlig del). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 79 s. - Teknisk rapport nr. 322 (https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Tekniske_rapporter_300-349/TR322.pdf)

⁹ Larsen MM, Jakobsen HH, Göke C, Hendriksen NB, Rømer JK, Mohn C, Feld L, Jensen AN & Schultz AC. 2018 . Sanitary survey rapport 8: Kalø Vig og Jyllands østkyst (nordlig del). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 106 s. – Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 126. (<http://dce2.au.dk/pub/TR126.pdf>)

¹⁰ Trafikal vurdering af kattegatforbindelsen (Rambøll) (https://kattegatforbindelse.dk/media/jabombae/rapport_trafikal_vurdering_af_kattegatforbindelsen.pdf)

¹¹ Strømprognoze | DMI (<https://www.dmi.dk/strom>)



Figur 2-1 Vandområderne, markeret med deres ID-nummer, samt nævnte stednavne

2.1 Områdets geografiske afgrænsning og fysiske karakteristika

Aarhus Bugt området er et ca. 600 km² stort farvand, der afgrænses mod nord af Kalø Vig, Mols og Helgenæs, mod sydøst af Moselgrund, Martha Flak og Samsø Ørflak og mod vest af den jyske østkyst mellem Aarhus og Norsminde Fjord. Bugten har en relativt flad bund med dybder, der typisk varierer fra 14–18 meter i de centrale dele til op mod 50 meter i den dybe rende langs Helgenæs. Mod syd findes lavvandede flak (Norsminde Flak, Wulffs Flak, Mejl Flak), som sammen med Tunø Knob, Tunø og Samsø afskærmer bugten fra Bælthavet.

De nærliggende vige – Kalø Vig, Begtrup Vig og Ebeltoft Vig – er dannet i lavninger skabt af istidens gletsjere og er præget af lavere vandudskiftning og mere beskyttede forhold end selve bugten. Den sydligste del af området, der overlapper den nordlige del af vandområde 219, udgør det åbne havområde, med hvilken Aarhus Bugt området har sin primære vandudveksling.

Bundtopografien varierer betydeligt: Klintkysterne syd for Aarhus har betydelig dybde (> 20 m) tæt på land, mens fladkysterne omkring Norsminde og nord for Risskov har lavt vand og brede badestrande. De dybeste områder findes i renden langs Helgenæs og ud mod Kattegat, hvor dybderne når op over 50 meter.

2.2 De største vige i Aarhus Bugt området

Kalø Vig (ID 145)

Kalø Vig er præget af lav vandudskiftning og lokale cirkulationsmønstre. Hovedstrømmen i vigen følger ofte kystlinjen og danner en svag cirkulation, hvor overfladevandet bevæger sig mod nord langs vestsiden og mod syd langs østsiden. Under rolige vindforhold kan der opstå næsten stillestående forhold i vigens inderste del, hvilket øger opholdstiden og risikoen for ophobning af næringsstoffer og forurening.

Vestlige vinde dominerer, men i efteråret kan østlige vinde føre til indstrømning af Kattegatvand i overfladen. Bundvandstilførsel fra Kattegat sker primært gennem den dybe rende i bugtens østlige del, men er begrænset af springlag og lav vandudskiftning om sommeren.

Begtrup Vig (lukket NØ-del ID 147)

Begtrup Vig har ligeledes lav vandudskiftning og er kendetegnet ved en cirkulationsstrøm, hvor overfladevandet bevæger sig ind i vigen langs sydsiden og ud igen langs nordsiden. Vindpåvirkning og ferskvandstilførsel fra mindre vandløb kan skabe kortvarige strømme, men generelt er opholdstiden lang, især i sommerperioden.

Ebeltoft Vig (ID 141)

Ebeltoft Vig er mere åben mod Kattegat og har derfor en lidt større vandudskiftning end Kalø og Begtrup Vig. Overfladestrømmen følger ofte en nordøstlig retning ud mod Kattegat, men lokale forhold og vindretning kan skabe midlertidige cirkulationer og tilbagestrømninger. I den indre del af vigen kan der opstå stagnation, især under rolige vindforhold om sommeren.

2.3 Hydrografisk sammenhæng og vandområders indbyrdes relation

De tre kystvandområder (147, 140, og nordlig del af 219) er hydrografisk tæt forbundne. Aarhus Bugt fungerer som hovedbassin, hvorfra der sker udveksling med Kattegat via den dybe rende langs Helgenæs. Kalø Vig, Begtrup Vig og Ebeltoft Vig er sidebassiner, der har forbindelse til bugten gennem smalle og lavvandede indløb, hvilket begrænser vandudskiftningen og skaber lokale cirkulationsmønstre.

Vandudvekslingen mellem bugten og Kattegat er afgørende for området's hydrografi, idet det salte Kattegatvand periodisk strømmer ind i bugten, mens overfladevandet fra bugten føres ud i Kattegat. Denne udveksling er styret af vind, ferskvandstilførsel, tidevand og bundtopografi.

Hovedstrømmen i overfladelaget går typisk fra sydvest mod nordøst, hvor vand fra bugtens vestlige og sydlige del føres ud gennem den dybe rende langs Helgenæs og videre mod Kattegat.

I perioder med dominerende vestlige og sydvestlige vinde forstærkes denne udstrømning, mens østlige vinde kan føre til indstrømning af Kattegatvand i overfladelaget, især i bugtens nordlige og østlige del. Strømstyrken varierer typisk mellem 0,1 og 0,3 m/s overfladen, men kan under ekstreme vindforhold overstige 0,5 m/s, især i den smalle rende ved Helgenæs.

2.4 Sæsonvariation i strømstyrke og retning i Aarhus Bugten

I vinterhalvåret ses oftere vestlige og sydvestlige vinde, hvilket forstærker udstrømningen af overfladevand fra bugten mod Kattegat. Den øgede vindenergi bryder ofte lagdelingen i vandsøjlen og sikrer en vis opblanding, hvilket forbedrer iltforholdene i bundvandet.

Forår er præget af stigende temperaturer og fortsat relativt kraftige vinde, hvilket opretholder en vis opblanding og udskiftning af vandmasserne.

Sommeren er karakteriseret ved svage og mere variable vinde, hvilket fører til stabil lagdeling af vandsøjlen. Overfladevandet bliver varmere og lettere, og strømstyrken i overfladen aftager. Opholdstiden i bugten og sidevigene øges, og risikoen for iltvind stiger, især i de dybere områder, hvor bundvandet bliver isoleret fra overfladen.

Efteråret markerer overgangen til kraftigere vinde og faldende temperaturer. Storme og længerevarende blæseperioder kan bryde lagdelingen og forårsage kraftig opblanding, hvilket midlertidigt forbedrer iltforholdene og øger strømstyrken i overfladen.

Vind er den primære drivkraft for overfladestrømmene i Aarhus Bugt og de tilstødende vandområder. Vestlige og sydvestlige vinde dominerer størstedelen af året og driver overfladevandet mod nordøst og videre ud i Kattegat. Østlige vinde kan føre til indstrømning af Kattegatvand i overfladen og ændre strømretningen lokalt, især i bugtens nordlige og østlige del.

2.5 Ferskvandstilførsel og dens effekt på overfladestrømme og lagdeling

De væsentligste kilder til ferskvand i Aarhus Bugt og de tilstødende vandområder er Aarhus Å, Giber Å, Egåen og flere mindre vandløb, der alle udmunder i bugten. Den samlede årlige ferskvandstilførsel varierer med nedbørsmængden og afstrømningen fra oplandet, som er domineret af landbrug (66 % af arealet).

Ferskvandstilførslen skaber et lag af mindre salt og lettere overfladevand, især i nærheden af åudløbene. Dette forstærker lagdelingen i vandsøjlen, især i sommerperioden, hvor vindene er svage og opblandingen begrænset. Den resulterende lagdeling hæmmer udvekslingen mellem overflade- og bundvand og øger risikoen for iltvind i de dybere områder. Derimod bidrager lagdelingen til den udadgående overfladestrøm, idet det lette overfladevand føres ud mod Kattegat, mens tungere, saltere vand strømmer ind i dybden. Dette skaber en typisk estuarin cirkulation, hvor overfladevandet bevæger sig udad, og bundvandet indad.

2.6 Bundtopografi og dens indflydelse på strømfordeling i Aarhus Bugt

Bundtopografien i Aarhus Bugt og de tilstødende vandområder er præget af en kombination af flade bassiner, dybe render og lavvandede flak. Den dybe rende langs Helgenæs udgør hovedvejen for vandudveksling med Kattegat og har dybder ned til 50 meter.

Flakene i bugtens sydlige del (Norsminde Flak, Wulffs Flak, Mejl Flak) er lavvandede og fungerer som barrierer, der begrænser udvekslingen af bundvand med Bælthavet. Tilstrømningen af overfladevand fra syd derimod, er mindre anfægtet af de varierende dybdeforhold mellem Jylland og Samsø. I de tilgrænsende vige og bugter med lav vanddybde og snævre indløb er indstrømningen af overfladevand svag, og der opstår ofte lokale cirkulationsmønstre med lang opholdstid. Det betyder omvendt en mindre opholdstid af det tilstrømmende overfladevand i den åbne del af Aarhus Bugt.

2.7 Tiltag i Aarhus Bugten og deres effekt nær indvindingsområdet

Under antagelse af en konservativ sat strømhastighed på mellem 0,05 og 0,15 m/s, hvormed det tilstrømmende overfladevand fra syd passerer rundt i Aarhus Bugt (kystvand ID147), vil opholdstiden af dette vand være omkring 2-6 døgn. Herfra vil det løbe videre til det nordøstlige hjørne af kystvandområde ID219 og videre derfra op langs kysten af Djursland (kystvand ID140). Herudaf er det vurderet at tiltag, der reducerer kvælstofudledningen til kystvand ID147 vil have en næsten 1:1 effekt i den del af kystvandområde ID219 og ID140, som ligger i nærheden af indvindingsområdet. Dette skyldes hovedsageligt at:

- Den betydelige tilstrømning af overfladevand fra Bælthavet til Aarhus Bugt (ID147), betinger en relativ kort opholdstid af vandet her året igennem (< 6 døgn).
- Hovedstrømmen af overfladevandet videre mod øst fra Aarhus Bugt (ID 147) langs Helgenæs, betyder i rum og tid en tæt hydrografisk kobling mellem tre havområder (ID 147, den nordligste del af ID 219 og ID 140). En reduktion af f.eks. en N-tilførsel til Aarhus Bugt (ID 147) vurderes derfor medføre en næsten tilsvarende sænkning af N-koncentrationen i overfladevandet i de to hydrografisk forbundne havområder ID219 (nordlige del) og ID140 som i ID147.

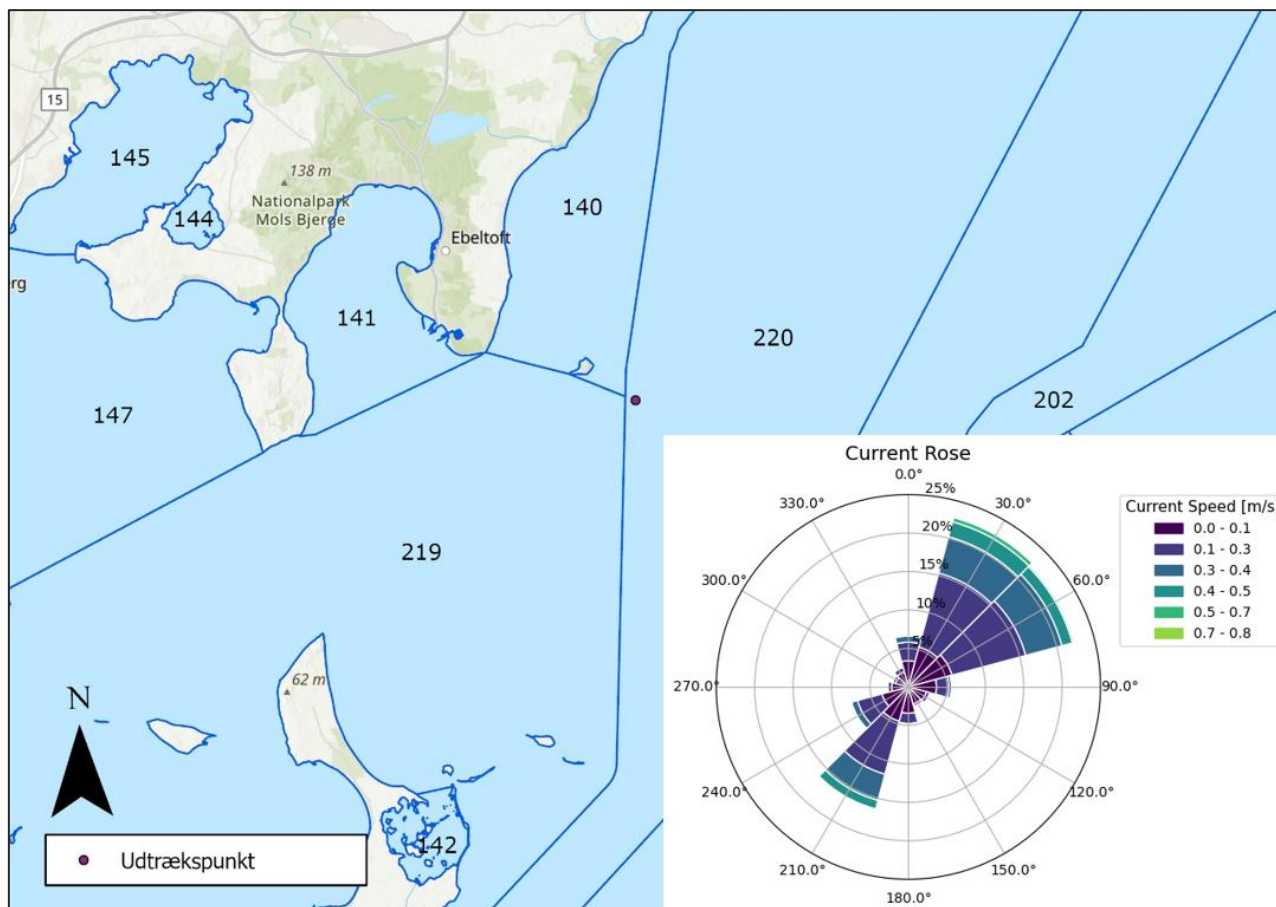
Det vurderes at hvis man ønsker at reducere kvælstofbelastningen til Aarhus Bugt området, så vil det gøre mere gavn i den indre del af bugten og i de indre mere lukkede dele frem for de åbne dele.

3. Beregnet kvælstoffrigivelse ved sandindvinding til de målsatte kystvande

For at kunne beregne, hvor meget kvælstof der frigives til hvert af de to kystvande, er det nødvendigt at tage højde for de lokale strømforhold. Ved at analysere strømdata kan det vurderes, hvor stor en andel af kvælstoffet, der må formodes at blive transporteret mod kysten hhv. ID140 og ID219. Der er udarbejdet en strømrose af overfladestrømmen på baggrund af eksisterende hydrauliske data, hvor der er anvendt et udtrækspunkt ca. i midten af indvindingsområdet, se Figur 3-1. Data dækker over perioden 02/12-2022 til 28/09-2025 og er hentet fra Copernicus databasen¹². Strømrosen viser, hvordan overfladestrømmen varierer i retning og styrke over perioden. Det fremgår, at den

¹² E.U. Copernicus Marine Service Information (last metadata update: 2023), BALTICSEA_MULTIYEAR_PHY_003_006, <https://doi.org/10.48670/moi-00010>

fremherskende strømretning er mod nordøst, som beskrevet i Miljøkonsekvensrapporten. Overfladestrømhastigheden er op til 0,8 m/s.



Figur 3-1 Oversigt over udtrækspunkt for strømdata og dertilhørende strømrose

Strømrosen viser i procent, hvor meget af det indhentede data, der strømmer mod den angivne retning. Af strømrosen fremgår det, at strømmen hovedsageligt er mod nordøst (ind i område ID220). Tabel 3-1 viser strømretningen i procent.

Tabel 3-1 Retning af strømmen i udtrækspunktet fordelt på procent

Retning (°)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330
%	4,46	23,41	22,90	5,83	2,98	2,72	4,95	16,99	8,03	2,79	2,19	2,76

3.1 Beregningsforhold og kvælstoffrigivelse

Kvælstofindholdet i sediment højest i overfladen, hvilket skyldes, at organisk stof nedbrydes ved bunden og frigiver kvælstof, som diffunderer op mod de øverste sedimentlag, hvor iltforholdene typisk er bedst¹³. Dette er medtaget i beregningerne af kvælstoffrigivelsen ved den planlagte råstofindvinding ved at estimere den gennemsnitlige kvælstofkoncentration til 0,5 mg/l¹⁴. Derudover er det udelukkende det biotilgængelige kvælstof der er fokuseret på, der indgår i estimatet af udledning fra råstofindvindingen, dvs. den del der er opløst i vandfasen. Som det fremgår af Miljøkonsekvensrapporten¹⁵ er målinger af overløbsvandet foretaget filtreret gennem et grovfilter (en 125 µm sigte/filter) i modsætning til de 0,45 µm, der normalt anvendes til at definere den opløste fase. Ved brug af et grovere filter vurderes mængden af frigjort kvælstof at blive overestimeret i ovenstående estimat på 8 ton, da en del af

¹³ Glud, Ronnie; Kühl, Michael: *Kvælstof og fosfor i havbunden i Naturen i Danmark* på lex.dk.

https://naturenidanmark.lex.dk/Kv%C3%A6lstof_og_fosfor_i_havbunden

¹⁴ Rambøll (2024), Råstofindvinding Moselgrund – faglige svar på høringssvar 2024

¹⁵ Rambøll (2024), Miljøkonsekvensrapport for råstofområde Moselgrund rev 3

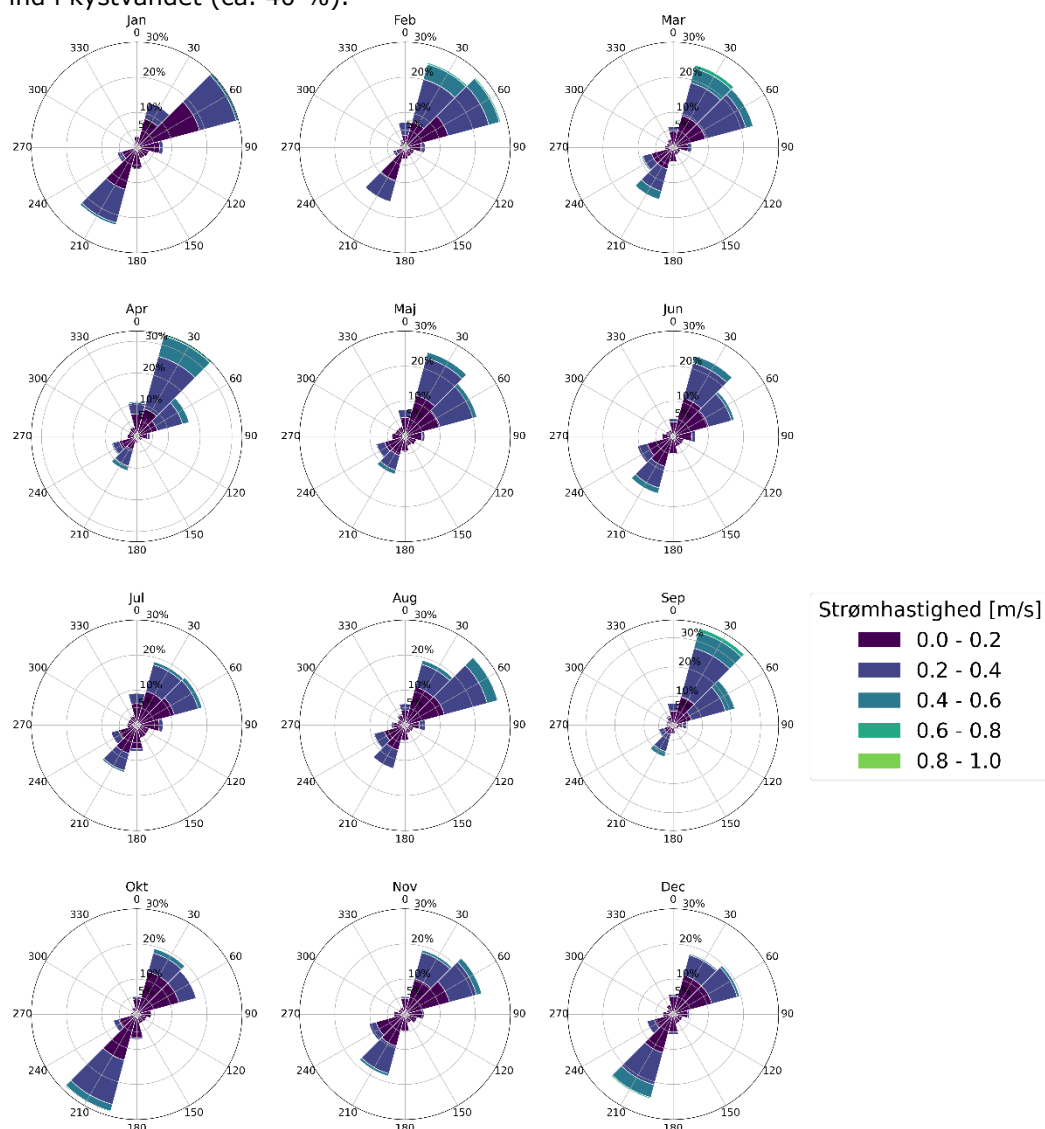
kvælstoffet vil være bundet til de fine partikler under 125 µm og dermed reelt ikke være biotilgængeligt, men det er ikke muligt at justere for filtergrovheden i beregningerne.

I det eksisterende fællesområde allerede været udvinding tidligere, hvilket betyder, at sedimentstrukturen og næringsstofkoncentrationen ikke er upåvirket "fra naturens side". Den historiske forstyrrelse kan have påvirket fordelingen af organisk materiale og dermed kvælstofreservoirerne i sedimentet. Da der i estimatet er anvendt data for de dybere stiksugninger er dette taget i betragtning.

3.2 Sæsonvariationer af strømforhold i indvindingsområdet

Sæsonvariationer kan påvirke strømforholdene i kystvandområderne der kan bidrage til variationer i strømrretningen og -styrke, der dermed kan medføre ændringer i spredning af kvælstof til tilstødende vandområder. Strømrosen for overfladevandets strømningsretning for hver måned på året er vist på Figur 3-2.

Af strømroserne fremgår det, at stort set den samme andel af strømmen bevæger sig imod kystvand ID 140 for hver måned. Der er lidt mere variation i strømningsretning fordelt på måneder imod kystvand ID 219, hvor der især i januar, oktober og december er en større andel af strømmen der bevæger sig ind i kystvandet (ca. 40 %).



Figur 3-2 Oversigt over udtrækspunkt for strømdata og dertilhørende strømrose for hver måned på året

3.3 Fortynding

Kvælstof i sedimentet vil fortyndes, når det frigives fra skibets overløb til havvandet. Fortyndingsgraden kan beregnes ved at estimere, i hvor stort et vandvolumen overløbet fortyndes. Under antagelse af, at sandsugefaretøjet sejler med en gennemsnitlig hastighed på 2,5 km i timen ¹⁶, vil fartøjet nå at sejle omtrent 3,75 km inden det er fyldt op, da lastetiden er ca. 1½ time. Overløbet, og dermed kvælstoftilførslen, fordeles således over de 3,75 km. Der antages konservativt, at de 3,75 km befinder sig i den nordøstlige del af indvindingsområdet. Her vil der ifølge strømrøsen være hhv. 120 og 18 dage med strømning mod kystvand ID 219 og ID 140.

Koncentrationen af kvælstof i havvandet (baggrundskoncentrationen) er forudsat at være 0,25 mg/l ¹⁷. Den gennemsnitlige strømhastighed er ca. 0,2 m/s, se bilag 1, og springlaget anslås for at ligge på -8 m ¹⁸. På de beregnede 3,75 km vil der dermed i løbet af 18 dage strømme omtrent 9.460.000.000 m³ havvand igennem. Med en koncentration på 0,25 mg/l vil der altså komme 2.365 tons kvælstof igennem ID140 fra Kattegat i en situation uden indvinding. Til kystvandet ID 140 frigives der med projektet 0,4 tons kvælstof, hvilket betyder at koncentrationen øges med 0,2 promille i det vand, der strømmer mod ID 140. Værdien er den samme for kystvandet ID 219, hvis man antager, at de 3,75 km ligger i strømrøret mod ID219. Her er det dog mere sandsynligt, at sandsugeretning ikke helt ligger på tværs af strømrøret, hvilket betyder strømningsbæltet bliver smallere og det volumen, hvori tilførslen fortyndes bliver mindre. Fortyndingsgraden vil så være tilsvarende mindre, afhængig af sandsugeretningen, og forøgelsen af koncentrationen estimeres være op til ca. 0,5 promille i det havvand der strømmer ind i ID219.

4. Frigivelse af kvælstof til kystvandområde ID140 og ID219

Af Figur 3-1 fremgår det, at strømrøret fra indvindingsområdet mod ID219 er når strømmen har retning 180°, 210°, 240° og 270°, og mod ID140 er ved retning 300° og 330°. Ud fra hvor tit strømmen går i de angivne retning kan mængden af kvælstof der frigives til begge kystvande estimeres. Af strømrøret og procentandelen i Tabel 3-1 fremgår det, at 32,76 % og 4,95 % af tiden går strømmen i de pågældende retninger. Dette er anvendt til at estimere at hhv. 33 % og 5 % af det kvælstof, der frigives i udtrækspunktet, strømmer mod hhv. ID219 og ID140. Af den frigjorte mængde kvælstof på samlet 8 tons/år, er det heraf estimeret at 2,6 tons N/år og 0,4 tons N/år strømmer til hhv. ID219 og ID140 i de pågældende tre år, hvor der indvindes. Det skal her bemærkes at der vil ske en voldsom fortynding, så den estimerede forøgelse af kvælstofkoncentrationen i havvandet er vurderet til at være mindre en 0,5 promille i de to kystvande, hvilket vurderes at have en ubetydelig virkning på næringsstofsbalancen og ikke medføre en forringelse af tilstanden i nogen af de to vandområder. Over en treårig periode, hvor den fulde mængde af råstoffer (8 mio. m³) indvindes på kortest mulige tid svarer det til en samlet tilledning på ca. 7,8 tons N i ID219 og ca. 1,2 tons N i ID140, hvilket igen vurderes at ikke medføre en forringelse af tilstanden i nogen af de to vandområder. Indvindingstilladelsen gives til en 10-årig periode og det samlede indvindingsbehov på 8 mio m³. forventes at være fordelt mere jævnt over den 10 årige periode, hvor ressourcer til Aarhus Rewater (2 mio m³) indvindes tidligt i perioden. Det er uvist om og i givet fald hvornår der evt. vil blive brug for ressourcer til udbygning af Aarhus Havn.

5. Usikkerheder

De beregnede mængder af kvælstof, der tilføres kystvandområderne, er behæftet med en række usikkerheder. Beregninger er nærmere beskrevet i tidligere notat, der sammenfatter udledning af kvælstof ved sandindvinding ¹⁹.

¹⁶ Rambøll (2010), VVM for råstofindvinding. Byhavn, etape A og B, Moselgrund, Datarapport over prøvesugninger 2010

¹⁷ Rambøll (2024), Råstofindvinding Moselgrund – faglige svar på høringssvar 2024

¹⁸ Rambøll (2010), VVM for råstofindvinding. Byhavn, etape A og B, Moselgrund, Datarapport over prøvesugninger 2010

¹⁹ Rambøll (2024), Råstofindvinding Moselgrund – faglige svar på høringssvar 2024

Den samlede årlige frigivelse af kvælstof på 8 tons N er baseret på generelle forudsætninger og tidligere beregninger fra Rambøll. Her er der usikkerheder knyttet til antagelser om sedimentets kvælstofindhold og frigivelse af opløst kvælstof. Derudover bygger opgørelsen på strømdata fra et enkelt udtrækspunkt midt i indvindingsområdet. Strømrosen repræsenterer derfor en forenkling af de faktiske forhold, idet strømmens retning og styrke kan variere.

Der knytter sig også usikkerhed til selve fordelingen af kvælstof mellem de to kystvande, idet denne alene er baseret på den procentvise fordeling af strømretninger. I virkeligheden vil transportveje, sedimentation, turbulens og opholdstid i vandsøjlen kunne ændre, hvor meget kvælstof der transporteres til de enkelte områder. Som før nævnt er der dog omvendt ikke taget højde for fortynding af kvælstof i vandsøjlen.

Samlet set vurderes estimatet af, hvor meget kvælstof der tilføres de to vandområder at være overestimeret, da det bygger på en række konservative forudsætninger.

6. Kompenserende tiltag

Når der som følge af et projekt sker en udledning af kvælstof til et kystvand, der er identificeret med et indsatsbehov, udløser det et krav om, at der gennemføres kompenserende tiltag. Dette kompenserende tiltag skal opveje den merbelastning, udledningen medfører. Tiltaget skal således have en effekt i samme kystvand som det der påvirkes. Det er som beskrevet i afsnit 2.7 vurderet at tiltag, der har en effekt på kystvand ID147 har en næsten 1:1 effekt i den del af kystvandområde ID219 og ID140, som ligger i nærheden af indvindingsområdet.

Aarhus Vand udledte i 2024 samlet 231,3 ton N fra de fire renseanlæg Aaby, Viby, Marselisborg og Egå. I forbindelse med VVM for Rewater ²⁰ samt som del i en medfinansiering af skov- og naturprojekter i Aarhus Kommune ²¹ har Aarhus Vand foreslået tre kompenserende tiltag for at reducere udledningen af kvælstof fra disse renseanlæg:

- Et regnvandsbassin (Viby), der kan give en reduktion på ca. 2,6 ton N/år
- Skovrejsning i Aarhus Syd (Aarhus Bugt), med en forventet reduktion på ca. 12 ton N/år
- Skovrejsning i Aarhus Nord (Randers Fjord), med en forventet reduktion på ca. 13 ton N/år

Disse tiltag kompenserer for kvælstofudledningen i oplande tilhørende kystvandene Aarhus Bugt og Begtrup Vig (ID 147) og Randers Fjord (ID 136). Disse kompenserende tiltag kan samlet set give betydelige kvælstofreduktioner.

Renseanlægget "ReWater" skal erstatte de 3 nuværende anlæg: Aaby, Viby og Marselisborg. Projektet indgår i en samlet VVM "VVM for Helhedsplan Tangkrogen": Etablering af et nyt renseanlæg, udvidelse af den eksisterende marina samt eventområde, se nedenstående Figur 6-1. Tiltag og beregninger af udledningsreduktioner er nærmere beskrevet i bilag 2 "Niras (2025), Kvælstofberegninger ved regnvandsbassen Viby, notat"

²⁰ Niras (2025), Kvælstofberegninger ved regnvandsbassen Viby, notat

²¹ Aarhus Vand (2025), Kvælstofretention ved drikkevandsbeskyttende skovrejsningsprojekter, notat til Claus Møller Pedersen



Figur 6-1 Oversigt over Helhedsplan Tangkrogen.

I forbindelse med etableringen af ReWater skal der landvindes i alt 9,5 ha nyt land (råstofindvinding). De eksisterende renseanlæg (Aaby, Viby og Marselisborg) nedlægges og overpumpes til ReWater via nye, afskærende spildevandsledninger. For at nedbringe den regnvandsmængde der skal pumpes til et nyt ReWater gennemføres der separatvloakering i oplandene til renseanlæggene. Ligeledes etableres der nye regnvandsbassiner for at forsinke og rense og de udledte regnvandsmængder. Et af de nye bassiner etableres på naboarealerne til Viby renseanlæg. Når Viby renseanlæg nedlægges omdannes renseanlægsgrounden ligeledes til regnvandsbassin. Se nedenstående figur. Ovennævnte kvælstofreduktion på "2,6 t fra regnvandsbassinet" hidrører udelukkende den del, der opnås før nedlæggelse af Viby Renseanlæg. Se vedlagte notat "Kvælstofberegninger ved regnvandsbassin Viby. NIRAS, november 2025"

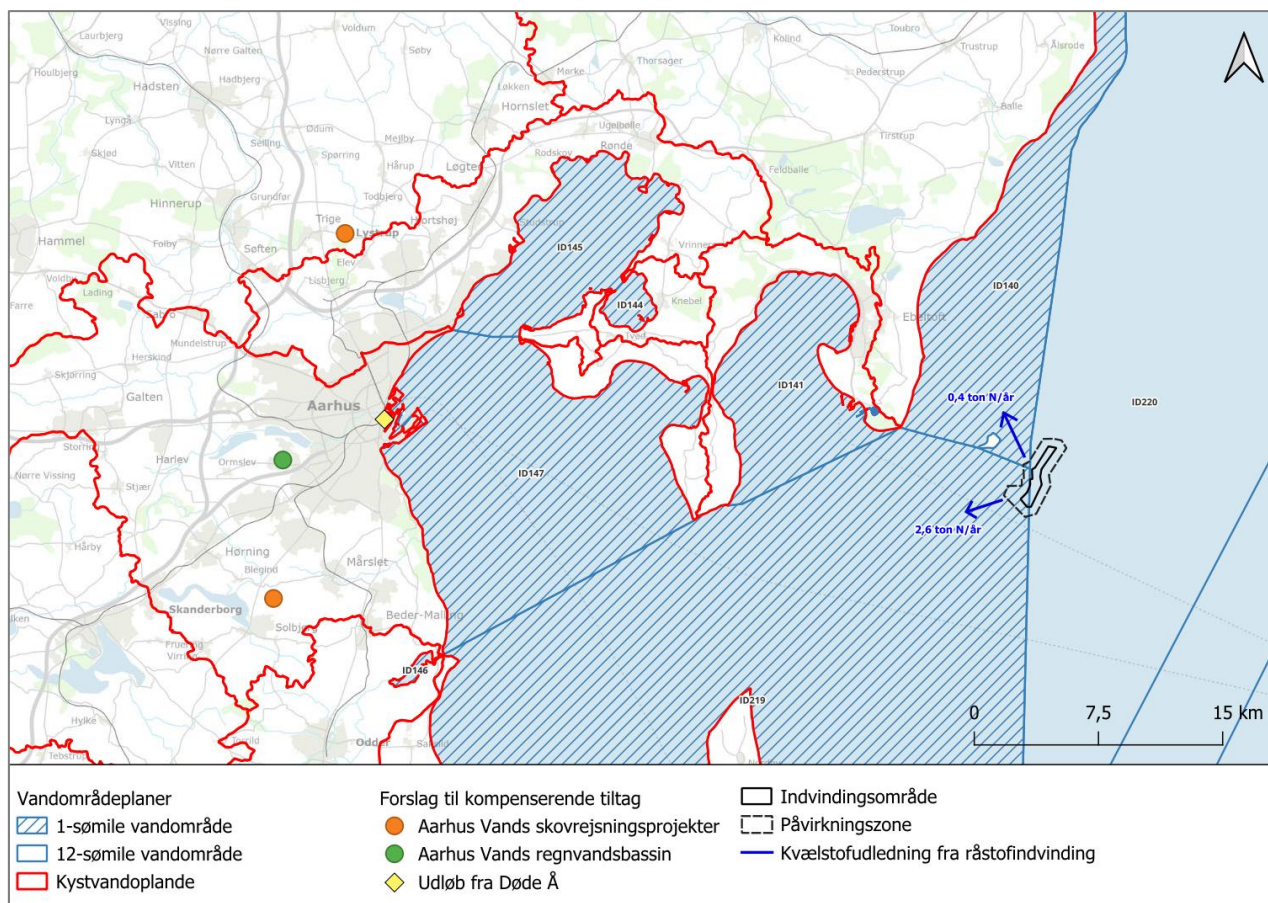
Regnvandsbassinet på Viby er omfattet af en selvstændig VVM, "Nyt regnvandsbassin i Aarslev ved Viby", godkendt af Aarhus Byråd 8. maj 2024. Regnvandsbassinet er en del af lokalplan 1175, Regnvandssøer i Viby. Se nedenstående Figur 6-2.



Figur 6-2: Skitseplan over nyt regnvandsbassin i Aarslev ved Viby.

Etablering af regnvandsbassinnet betyder at mængden af rensset spildevand og overløbsvand til Døde Å reduceres betydeligt. Mængden af tilledt regnvandsafstrømning der har været gennem regnvandsbassinnet vil stige og vandkvaliteten er dermed bedre i det vand der tilledes Døde Å. Døde Å afvander til kystvand ID147 via Aarhus Å. Etableringen af regnvandsbassinnet vurderes at have en kvælstofreducerende effekt på 2,6 ton/år i kystvand ID147 som igen vurderes at have en næsten 1:1 effekt i ID219 og ID140.

Fordelingen af kvælstofudledning og placering af Aarhus Vands skovrejsningsprojekter og regnvandsbassin fremgår af Figur 6-3.



Figur 6-3 Kvælstofudledning fra indvindingsområdet og placering af skovrejsningsprojekter og regnvandsbassin.

7. Konklusion

På baggrund af strømforhold og beregningerne af kvælstoffrigivelsen vurderes det, at projektet årligt medfører en frigivelse på 2,6 tons N til ID219 og 0,4 tons N til ID140. Over en treårig periode, hvor den fulde mængde af råstoffer (8 mio. m³) indvindes på kortest mulige tid svarer det samlet til 7,8 tons N i ID219 og 1,2 tons N i ID140. Indvindes den fulde mængde over længere tid, vil frigivelsen per år være tilsvarende mindre.

Ved gennemførelse af et kompenserende tiltag, som omfatter etablering af et nyt regnvandsbassin ved Viby er det vurderet at der vil ske en reduktion af kvælstof tilledningen til kystvand ID147 på ca. 2,6 ton/år som igen vurderes at have en næsten 1:1 effekt i ID219 og ID140. Samlet set svarer det kompenserende tiltag til en reduktion på ca. 26 ton kvælstof over den 10-årige periode indvindingstilladelsen varer og mere end kompenserer for den mængde kvælstof der forventes frigivet, hvis den fulde råstofmængde indvindes. Ressourcer til Aarhus Rewater (2 mio m³) indvindes tidligt i indvindingsperioden. Det er uvist om og i givet fald hvornår der evt. vil blive brug for ressourcer til udbygning af Aarhus Havn. Det vurderes dog at tiltaget sikrer en tidsmæssig sammenhæng mellem frigivelsen af kvælstof og de kompenserende tiltag, der gennemføres i det både den nuværende vandplanperiode og den efterfølgende.

Bilag 1

current_speed vs current_direction		current_direction	345.00	15.00	45.00	75.00	105.00	135.00	165.00	195.00	225.00	255.00	285.00	315.00	SUM
			0.00	30.00	60.00	90.00	120.00	150.00	180.00	210.00	240.00	270.00	300.00	330.00	
current_speed			15.00	45.00	75.00	105.00	135.00	165.00	195.00	225.00	255.00	285.00	315.00	345.00	
0.00	0.05	0.10	2.24%	2.98%	3.31%	2.68%	1.96%	1.88%	2.39%	2.60%	2.22%	1.65%	1.38%	1.56%	26.84%
0.10	0.15	0.20	2.55%	7.27%	7.81%	1.98%	0.86%	0.71%	2.09%	5.61%	3.29%	0.87%	0.64%	0.90%	34.60%
0.20	0.25	0.30	1.32%	6.45%	6.20%	0.75%	0.08%	0.06%	0.32%	4.68%	1.62%	0.18%	0.10%	0.18%	21.94%
0.30	0.35	0.40	0.49%	3.35%	3.23%	0.22%	0.00%	0.00%	0.03%	2.29%	0.52%	0.02%	0.01%	0.04%	10.21%
0.40	0.45	0.50	0.10%	1.77%	1.33%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%	1.09%	0.15%	0.00%	0.00%	0.01%	4.51%
0.50	0.55	0.60	0.00%	0.73%	0.36%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.26%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	1.39%
0.60	0.65	0.70	0.00%	0.28%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.46%
0.70	0.75	0.80	0.00%	0.03%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.05%
0.80	0.85	0.90	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SUM			6.70%	22.86%	22.36%	5.69%	2.91%	2.65%	4.83%	16.60%	7.84%	2.73%	2.14%	2.69%	100.00%

Scatter-tabel med strømshastighed (rækker) of strømretning (kolonner) for udtrækspunktet. Data dækker over perioden 02/12-2022 til 28/09-2025 og er hentet fra Copernicus databasen²². Af scatter-tabellen kan det ses at størstedelen (over 90%) af strømshastighederne ligger under 0,4 m/s.

²² E.U. Copernicus Marine Service Information (last metadata update: 2023), BALTICSEA_MULTIYEAR_PHY_003_006, DOI: <https://doi.org/10.48670/moi-00010>