MARINE BIODIVERSITETSUNDER-SØGELSER VED NORDHAVN

LEVANTKAJ

BY OG HAVN

PROJEKTNUMMER.: 22007073
DATO: 16-12-2025
RÅDGIVER: FREJA ARNFRED NIELSEN, EMIL MEJDAL PETERSEN, BENJAMIN CHRISTENSEN, FREDERIK GAI, MARTIN SYLVESTER VINTER WOLF
PROJEKTLEDER: LARS NEJRUP
KVALITETSSIKRET AF: FREDERIK GAI
GODKENDT AF: LEA BJERRE SCHMIDT
VERSION: 0.3
REVISIONSDATO: 28-01-2025

WSP

WSP.COM

1 INTRODUKTION 5
1.1 Marin baseline afrapportering 5
2 METODEBESKRIVELSE 6
2.1 Geofysisk undersøgelsesprogram 6
2.1.1 Surveyfartøj 7
2.1.2 Udstyr og software 8
2.1.3 Databehandling og tolkning 9
2.1.4 Substrattypeinddeling 10
2.2 Biologisk undersøgelsesprogram 11
2.2.1 Visuelle verifikationer 11
2.2.2 Surveyudstyr 12
2.2.3 Databehandling og tolkning 13
2.3 Bundfaunaprøvetagning 13
2.3.1 Undersøgelsesprogram 14
3 SURVEYRESULTATER 18
3.1 Dybdeforhold 18
3.2 Substratforhold 18
3.2.1 Substrattyper 19
3.3 Epiflora og -fauna 23
3.3.1 Naturtype 1a - Blødbundssamfund 26
3.3.2 Naturtype 2/3/4 - Hårdbundssamfund 26
3.3.3 Naturtype – lodrette flader 28
3.4 Infauna 30
3.4.1 Fremtrædende arter, Artsantal samt tætheder og biomasse af arter & Klasser 30
3.4.2 Diversitets- og miljøkvalitetsindeks 36
4 DISKUSSION 39
4.1 Dybdeforhold 39
4.2 Substratforhold 39
4.3 Biologiske forhold 39
4.3.1 Epiflora- og fauna 39
4.3.2 Infauna 40
4.3.3 Havnens påvirkning på biologiske forhold 40
4.4 Konklusion 40
5 REFERENCER 42

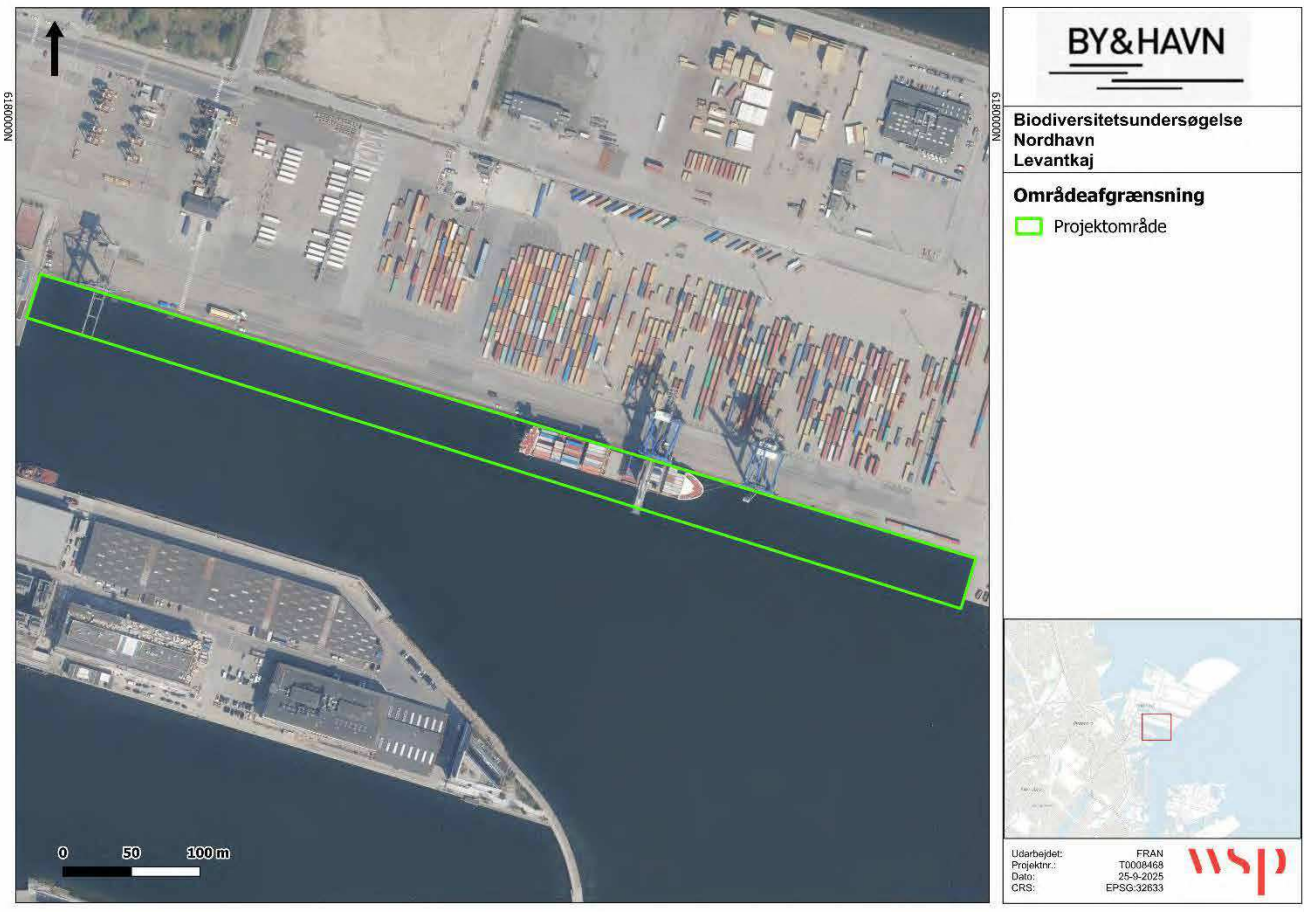
1 INTRODUKTION

1.1 MARIN BASELINE AFRAPPORTERING

By og Havn I/S har den 25. april 2025 udbudt en biologisk undersøgelse af marine områder ved Nordhavn. Undersøgelsens formål er at lave en baseline for de tre områder i Skudehavnen, ved Levantkaj og Sundmolen. Undersøgelsen skal indgå som grundlag for miljøvurdering af de omkringliggende byudviklingsprojekter, samt danne grundlag for udviklingen af biodiversitetsstrategier i forbindelse med DGNB-certificeringen af lokalplanerne.

I forbindelse med biodiversitetsundersøgelse i Nordhavn for By og Havn I/S, har WSP forestået marinbiologiske og -geologiske undersøgelser i projektområdet i Levantkajen (Se Figur 1-1). Projektområdet har et areal på 25.597 m^2. Resultaterne af disse undersøgelser beskrives i denne baselinerapport.

Omfanget af undersøgelserne og undersøgelsesparametre tager udgangspunkt i en geofysisk og marinbiologisk kortlægning af området, samt viden fra eksisterende kortlægninger jf. WSP's tidligere kortlægninger i nærområdet.



Figur 1-1 Oversigt over projektområdet Levantkaj der ligger til grundlag for de geofysiske og marinbiologiske og undersøgelser på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

2 METODEBESKRIVELSE

WSP har forestået de marine baselineundersøgelser, herunder kortlægning af hhv. epiflora og -fauna og infauna samt undersøgelser af kornstørrelsefordelinger indenfor det definerede projektområde.

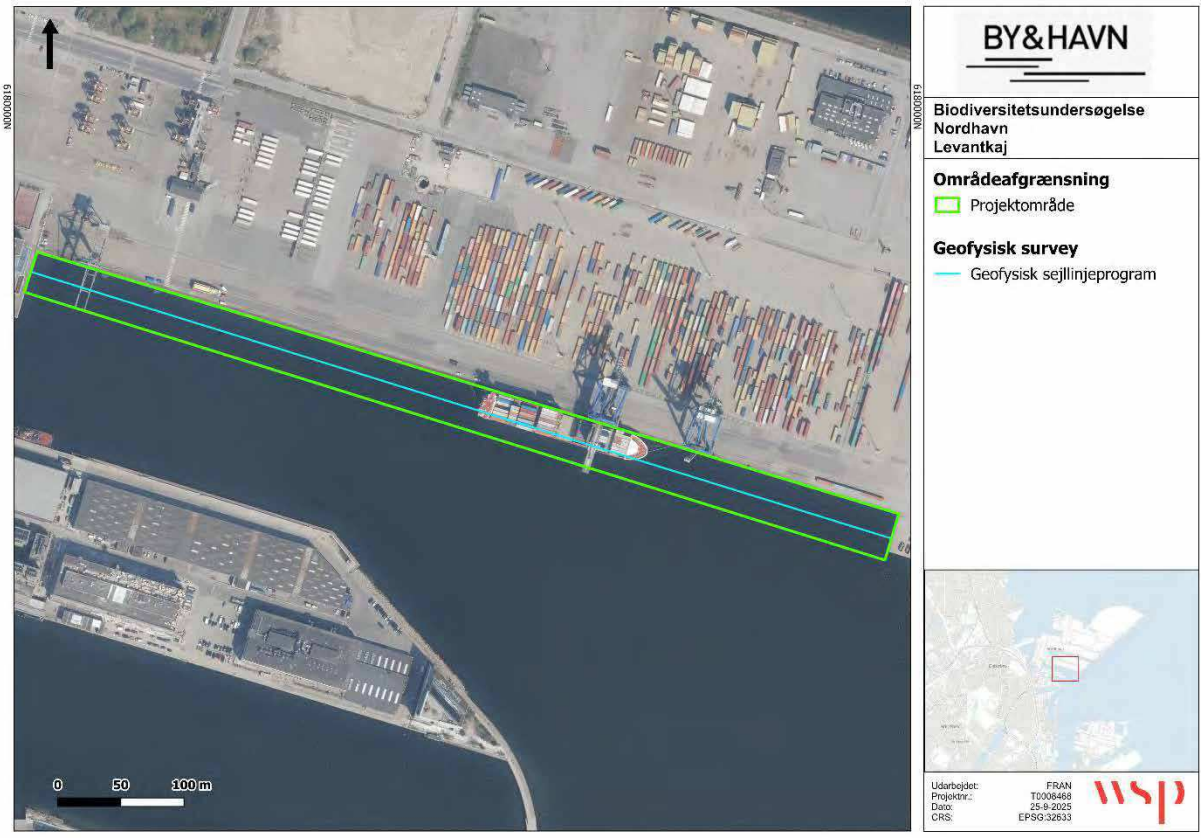
Undersøgelserne kan groft inddeles i følgende typer aktiviteter:

- Dybde- og sidescan sonar opmålingssurvey (SBE og SSS)
- ROV-survey
- Bundfaunaprøvetagning

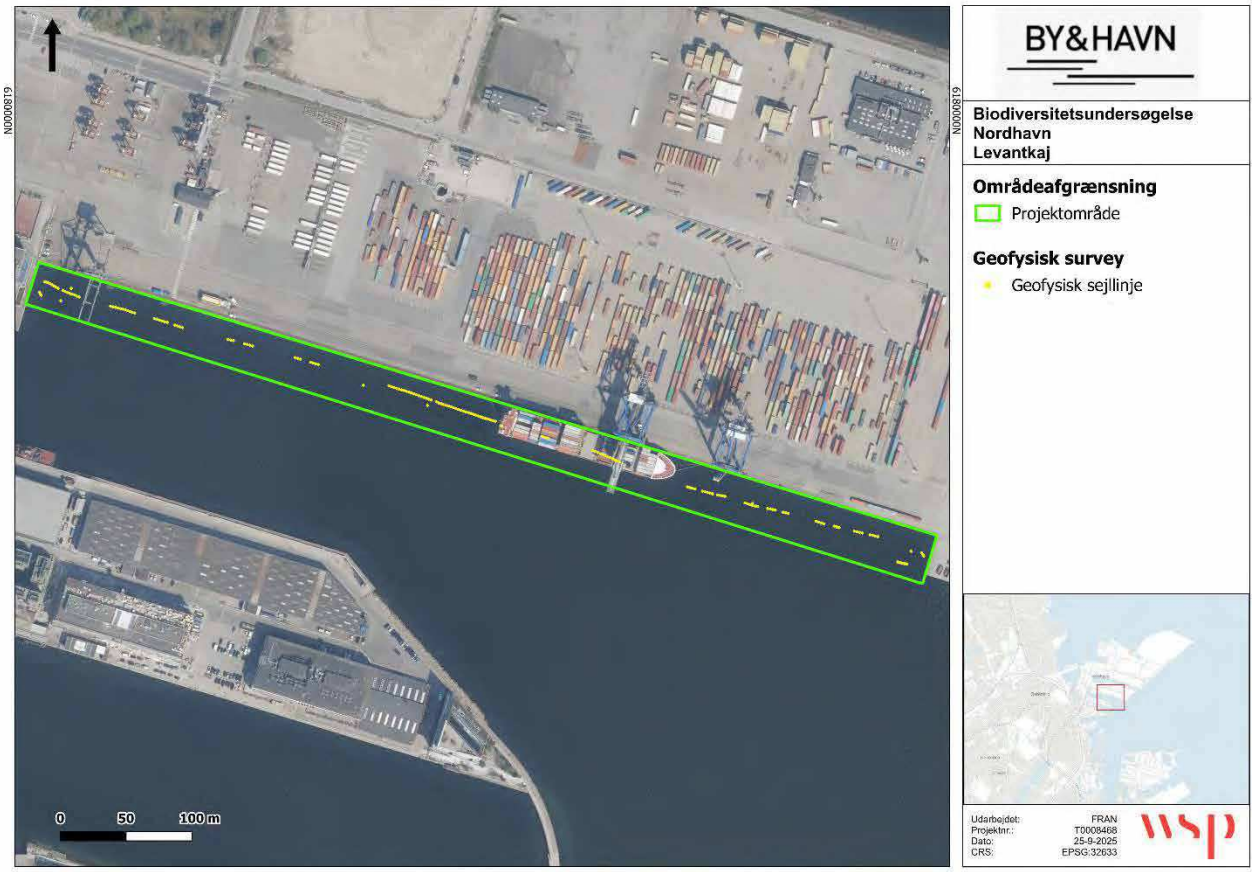
I det nedenstående er metoderne for de forskellige forundersøgelser præsenteret nærmere med en indledende beskrivelse af det fartøj der er anvendt til alle aktiviteterne.

2.1 GEOFYSISK UNDERSØGELSESPROGRAM

Datagrundlaget for det geofysiske undersøgelsesprogram er en kombination af indsamlet dybdedata (SBE) og sidescan sonar (SSS), som er indsamlet d. 26. maj 2025 (Figur 2-1 og Figur 2-2). Der er i alt indsamlet 1 sejllinje, som totalt svarer til ca. 713 m, dvs. 0,7 km geofysisk sejllinjedata i projektområdet.



Figur 2-1. Oversigt over det geofysiske surveyprogram for sidescan sonar (SSS)- og dybdeopmåling (SBE) i projektområdet på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.



Figur 2-2. Oversigt over sejllinje for dataindsamling af sidescan sonar (SSS)- og dybdeopmåling (SBE) i projektområdet på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

2.1.1 SURVEYFARTØJ

Til udførelse af surveyet er der anvendt WSP's survey båd "Chilmo", der er en gummibåd (Figur 2-3).

Bådens positionering består af en Lowrance Elite-7 Ti2. For at logge GPS-positionerne har den en intern 10 Hz GPS/GLONASS-modtager, hvilket betyder at den opdaterer positionen 10 gange i sekundet. GPS-modtageren kommunikerer med satellitter via GNSS-protokoller og beregner positionen ved hjælp af triangulering. Alle positioner er optaget i WGS84 og præsenteret i ETRS89 UTM Zone 33N.



Figur 2-3 Foto af WSP´s egen surveybåd, Chilmo.

2.1.2 UDSTYR OG SOFTWARE

I Tabel 2-1 fremgår de tekniske instrumenter, som er anvendt i forbindelse med kortlægning af dybde og bundsubstrat. Instrumenterne er yderligere beskrevet i afsnit nedenfor.

Tabel 2-1. Samlet oversigt over anvendte geofysiske instrumenter (Chilmo) til det geofysiske survey.

Instrumentliste	
Side-scan sonar (SSS)	Deep Vision DE 340/680D
Single-beam ekkolod (SBE)	Lowrance Elite-7 Ti2 (Elite-7 Ti² US Inland, Active Imaging 3-in-1)

Bådens navigationssystem (Lowrance Elite-7 Ti2) benyttes til positionsbestemmelse for SSS og SBE.

DYBDEOPMÅLING

Til dybdeopmåling af undersøgelsesområdet blev et single beam echosounder (SBE), Lowrance Elite-7 Ti² anvendt. Der er indsamlet i alt ca. 0,7 km linjekilometer SBE-data langs de sejlede surveylinjer (Figur 2-2). Systemet anvender CHIRP-teknologi, som udsender et bredt frekvensspektrum for forbedret bunddefinition og signalstyrke. Ekkoloddet har en horisontal dataopløsning ned til ca. 1–2 meter afhængigt af sejlhastighed og ping-rate, og en vertikal præcision på ca. 0,1 meter.

Se afsnit 2.1.3 for beskrivelse af databehandlingen og tolkningen af single beam echounder data.

SIDESCAN SONAR

Overfladesedimentet er beskrevet ved brug af en side-scan sonar (SSS). For nærværende geologiske kortlægning er anvendt instrumentet Deep Vision – DE 340/680D, som er med til at kortlægge havbundssedimenterne med stor nøjagtighed. Denne SSS-model er et to-frekvent instrument med henholdsvis 340 og 680 kHz. Instrumentet kan dermed optage med enten lavfrekvente 340 kHz eller højfrekvente 680 kHz lydbølger.

SSS-instrumentet er specielt anvendelig til beskrivelse af havbundens ruhed (backscatter) og dermed indirekte bundens substratsammensætning. På SSS-billederne er det således forskellen i ruhed på havbunden, som gør det muligt at identificere og adskille forskellige substrattyper ved deres specielle karakteristika såsom sand- og grusbund, eller derudover identificere større objekter som sten, vrag m.m.

SSS-instrumentet blev trukket fra surveyskibets styrbordsside agterud. Kabellængden på SSS-instrumentet blev løbende justeret fra et spil for at opretholde en regelmæssig højde over havbunden (ca. 10% af bredde på SSS-data), hvilket sikrer den bedste datakvalitet.

SSS-mosaik tilvejebragt af ovennævnte data for efterforskningsområdet er præsenteret og beskrevet i afsnit 3.2 om substratforhold. Se beskrivelse af databehandlingen og tolkningen af SSS-data nedenfor i afsnit 2.1.3.

2.1.3 DATABEHANDLING OG TOLKNING

DYBDEOPMÅLING

Til dybdeopmåling af undersøgelsesområdet blev et single beam ekkolod (SBE) anvendt. Der er indsamlet i alt ca. 0,7 km SBE-data langs de sejlede surveylinier. Data fra denne opmåling er benyttet til at kortlægge dybdeforholdene i efterforskningsområdet.

- Vertikal datum er angivet i forhold til DVR90.
- Dybdedata indsamlet ved surveyet er vandstands- og tidevandskorrigeret, og inkluderer tidspunkt for indsamling.
- Alle positioner er optaget i WGS84 og præsenteret i ETRS89/EUREF89.

Dybdemodellen tilvejebragt af ovennævnte data for efterforskningsområdet er præsenteret og beskrevet i afsnit 3.1 om dybdeforhold.

SIDESCAN SONAR

På baggrund af de indsamlede SSS-data er der, udover selve substrattypetolkningen, foretaget en screening af menneskabte objekter på havbunden og andre karakteristiske bundforhold.

Som en del af SSS-data processeringen er der udført:

- Bottom-tracking: Fjerner akustiske data fra vandsøjlen
- Gain correction: Ændrer på signalet via automatiske filtreringsalgoritmer for at sikre et ensartet/udjævnet signal på tværs af båndbredden

- Lay-back correction: Tilføjer kabellængden til positionen, så den er korrekt i forhold til skibets position. Kabellængden blev noteret under survey, og information blev efterfølgende brugt i korrektionen i post-processeringen
- De-striping: Reducering af støj fra træk i kablet til SSS-fisken, der typisk stammer fra bølgepåvirkning af surveybåden.
- Reducering af range for at reducere støj i yderste del af data.

De processerede SSS datafiler eksporteres enkeltvis i XTF-filformat, som efterfølgende eksporteres som samlede georefererede billedfiler (GeoTIFF-filformat), der danner grundlag for substrattypekortlægningen.

Generelt er de indsamlede SSS-data for efterforskningsområdet af høj kvalitet, og data fremstår ensartet på tværs af projektområdet. SSS-data blev samlet under relativt gode vejrforhold og uden fejl på udstyr.

Resultatet af SSS-dataindsamlingen er en række overlappende SSS-baner, som giver information om substrattyper langs sejllinjerne og samlet set giver en næsten 100 % dækning af havbunden i projektområdet. På enkelte lokaliteter har båden ikke kunnet sejle helt ind i inderhavnen, da det ville forhindre den i at kunne vende. I disse tilfælde er substrattypen blevet verificeret ved hjælp af ROV (se afsnit 2.2.1). De enkelte baner sættes sammen til én samlet detaljeret mosaik med en høj dataopløsning. Ud fra SSS-mosaikken og resultaterne fra de visuelle verifikationer er der udarbejdet et substrattypekort, som anvendes til at fastlægge afgrænsninger mellem de forskellige substrattyper og områder med stendækning. De visuelle verifikationer anvendes som verificering af substrattyperne. Det udarbejdede substrattypekort danner grundlag for naturtypekortet for efterforskningsområdet.

De indsamlede sidescan data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til kort, og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet QGIS. Til processering af de indsamlede SSS-data er benyttet Sonarwiz 8, mens tolkningen af substratet er foretaget i QGIS.

2.1.4 SUBSTRATTYPEINDDELING

Substrattypeklassifikationen følger guideline for Natura 2000-kortlægning gennemført for Miljøstyrelsen og udviklet af Orbicon (nu WSP). Klassifikation af substrattyper tager udgangspunkt i de substrattypeklassifikationer, som tidligere er anvendt i danske råstof-, substrat- og habitatnaturtype-kortlægninger og er samlet i rapporten ”The Danish substrate classification method” (WSP, 2022), som er defineret og fastlagt i samarbejde med Miljøstyrelsen, jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB).

Klassifikationen forudsætter en geofysisk kortlægning med sidescan sonar mosaik. Tolkningen af substrattyper samt deres afgrænsning er baseret på ekspertvurdering.

I relation til tolkning af overfladefladesedimentet er bundsubstratet opdelt i følgende substrattyper jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB):

Substrattype 1 – Sand, silt og dynd: Områder bestående af finkornet blød bund eller fast sandbund (evt. med dynamiske bundformer) med varierende indslag af skaller og grus. Sand er defineret som kornstørrelser i intervallet 0,06-2,0 mm.

Typisk underinddeles substrattype 1 i substrattype 1a (mudder, siltede, bløde bunde), 1b (faste sandbunde) og 1c (lerede bunde), hvilket ikke fremgår af bekendtgørelsen. Det er en standard

substrattypeinddeling, der er anvendt ved en lang række marine råstofefterforskninger med tilhørende afrapporteringer. Underinddelingen er anerkendt af Miljøstyrelsen.

Substrattype 2 - Sand, grus og småsten (store sten 1-10%):
Områder med varierende substrattype, som typisk består af en blanding af sand og varierende mængder af grus med en kornstørrelse på ca. 2-20 mm og småsten med størrelser på ca. 2-10 cm. Substrattypen indeholder også enkelte større sten større end 10 cm, der dækker op til 10% af havbunden.

Typisk underinddeles substrattype 2 i substrattype 2a (uden større sten >10 cm) og substrattype 2b (inkluderer bestrøning (<10 % dækning) af sten >10 cm. Det er en standard substrattypeinddeling, der er anvendt ved en lang række marine råstofefterforskninger med tilhørende afrapporteringer. Underinddelingen er anerkendt af Miljøstyrelsen.

Substrattype 3 - Sand, grus og småsten samt stenbestrøning med større sten (store sten 10-25%):
Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde af større sten fra ca. 10 cm dækkende 10-25 % af havbunden. Substrattypen adskiller sig fra substrattype 2 ved at indeholde et større antal sten fra ca. 10 cm og opefter. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning) og kun i ét lag.

Substrattype 4 – Stenede områder og stenrev med 25-100% af større sten (og kalkbund):
Områder domineret af sten fra ca. 10 cm med tæt bestrøning til egentlige stenrev med eller uden huledannende elementer. Der kan også forekomme varierende mængder af sand, grus og småsten samt biogene rev/eller kalkrev i denne substrattype. Stenene kan ligge i ét lag eller danne egentlige stenrev, som rejser sig over den omkringliggende bund med flere lag (huledannende).

I nærværende efterforskning er der flere steder verificeret et hårdt bundsubstrat, som består af kalkbund og kalkskrænter (som ikke fremgår i bekendtgørelsen). Dette er en væsentlig forekomst i projektområdet. Derfor er substrattype 4 i nærværende afrapportering blevet underinddelt i substrattype 4a, som er beskrevet ovenover (stenede områder og stenrev med 25-100% af større sten) og en substrattype 4b, som består af hård kalkbund og kalkskrænter. På substrattype 4b – kalkbund er der flere steder blevet observeret lokale brolægningsbunde (svarende til substrattype 3 - lokale områder med småsten samt stenbestrøning med mellem 10-25% større sten). Disse områder er dog for lokale til at kortlægge men er verificeret ud fra ROV (se afsnit 2.2.1) og indgår derfor lokalt som en del af substrattype 4b.

Data er på denne baggrund gennemgået systematisk og der er blevet tildelt en passende substrattype ud fra beskaffenheden af havbunden. Resultaterne af SSS-kortlægningen og substrattypetolkningen for projektområdet præsenteret i afsnit 3.2 om substratforhold baseret på tolkning af SSS-mosaikken og de verificerede substrattyper på havbunden.

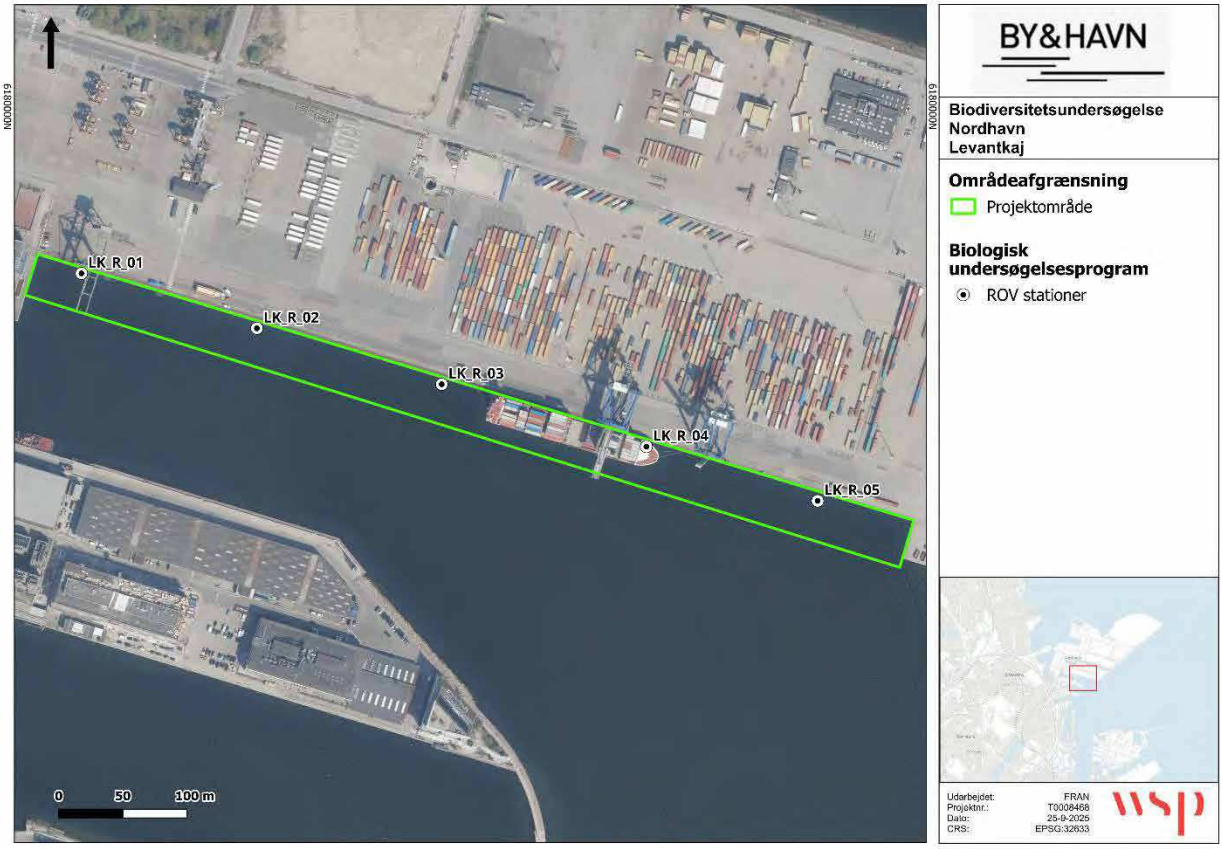
2.2 BIOLOGISK UNDERSØGELSESPROGRAM

2.2.1 VISUELLE VERIFIKATIONER

De visuelle verifikationer blev gennemført i forbindelse med den biologiske kortlægning og miljøundersøgelsen med henblik på verificering af overfladesubstratets sammensætning. Lokaliteterne

af ROV-stationerne blev blandt andet udpeget på baggrund af en indledende tolkning af SSS-data og SBE-data.

De visuelle verifikationer blev udført med ROV (Remotely Operated Vehicle), som er et fjernstyret undervandsfartøj, der optager detaljerede videosekvenser fra havbunden. Undersøgelserne blev foretaget d. 20. august 2025 og inkluderede indsamling af videomateriale på i alt 5 ROV-stationer (Figur 2-4). ROV stationerne er spredt jævnt ud over projektområdet ud fra udpegning af interessepunkter fra sidescan-data, herunder en del af dem tæt på lodrette flader (spuns og stenvæg).



Figur 2-4. Oversigt over lokaliteterne for de indsamlede ROV stationer og to transekter i projektområdet. Oversigt angivet på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

2.2.2 SURVEYUDSTYR

Ved hver station blev ROV'en nedsænket i vandet, og der blev gennemført visuel verifikation af havbunden med det formål at identificere substratforhold, epifauna, makroalger og blomsterplanter. I forbindelse med afsøgning af havbunden, blev der optaget HD-video og ført logbog. Data og beskrivelser blev indført i en logbog for ROV feltprogrammet, der er vedlagt i Bilag A.

ROV-optagelserne blev foretaget af erfarne ROV-piloter med marinbiologisk ekspertise, og alle visuelle verifikationer er blevet gennemgået og kvalitetssikret af marinbiologer og -geologer.



Figur 2-5. ROV af fabrikatet Blue ROV2, der blev anvendt til de visuelle verifikationer ved nærværende marine efterforskning.

Der kan være registreret flere forskellige substrattyper på de enkelte ROV stationer, da udpegning af verifikationsstationer bl.a. udpeges på baggrund af synlige ændringer i overfladesubstrat eller svært identificérbare strukturer observeret på dybde og/eller SSS-data.

2.2.3 DATABEHANDLING OG TOLKNING

Efter endt ROV-survey blev logbogen kvalitetssikret af en erfaren maringeolog og havbiolog, der sammenstillede de, i logbogen, angivne arter, dækningsgrader m.m. med det tilgængelige videomateriale. Herefter blev der udarbejdet substratspecifikke beskrivelser af fordelingen af flora- og faunaarter.

Verifikationerne af substratet blev anvendt til at verificere de tolkede substrattyper fra SSS-mosaikken i efterforskningsområdet baseret på den indledende tolkning af de tilvejebragte geofysiske data.

Efterfølgende er substrattyper og den associerede biologi fra ROV-verifikationer sammenstillet til naturtyper. Naturtyper er bestemt ud fra unikke kombinationer af substrattyper samt unikke bentiske flora og fauna taxa/arter forbundet med disse (se afsnit 3.3). Flora og fauna, som lever på eller i de forskellige substrattyper, kortlægges ved hjælp af ROV, og de bentiske samfund og dermed naturtyperne bestemmes derfor hovedsageligt ud fra de epibentiske samfund, der lever på sedimentet. Synlig infauna og tegn på infauna-aktivitet, såsom muslingehuller, børsteormebunker og rør er dog også inkluderet i taxa-listen og dækningsprocenten.

Resultaterne af ROV-verifikationerne i forhold til substrat- og naturtypeinddeling i projektområdet og de biologiske forhold registreret ved ROV-dyk er præsenteret i afsnit 3.2 og 3.3.

2.3 BUNDFAUNAPRØVETAGNING

Bundfaunaprøvetagningen har til formål at opnå vidensgrundlag om infaunaen i området.

2.3.1 UNDERSØGELSESPROGRAM

Undersøgelserne blev foretaget d. 27. maj. 2025 og inkluderede seks prøver (Figur 2-6). Til indsamling af infaunaprøver blev der brugt en mini van veen grab (0,025 m^2). De seks prøver giver et samlet prøveareal på 0,150 m^2 og søger at give et bredt billede af infauna-samfundet i hele området fordelt på flere substrattyper.



Figur 2-6. Oversigt over lokaliteterne i projektområdet hvor bundfauna prøver er indsamlet. Oversigt angivet på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

Formålet med nærværende analyser er at undersøge infauna-samfundet i projektområdet for at belyse diversiteten og fødegrundlaget for højere trofiske niveauer.

De oparbejdede sedimentprøver tillader en kvantitativ analyse, hvorved det biologiske samfund kan blive udtrykt i bl.a. artsdiversitet, biomasse samt diversitetsindeks

For det samlede område samt hver station beregnes:

- Artsantal
- Tæthed (individer) og biomasse (vådvægt) pr. m^2
- Artsdiversiteten (Shannon-Wiener diversitetsindeks, AMBI og DKI)*

*Det er vigtigt at pointere, at det anvendte miljøindeks ikke er udviklet til at sammenligne forskellige lokaliteter, da fx bølgepåvirkning, salinitet, sediment- og forureningsforhold varierer. Der vil således være lokaliteter, hvor man helt naturligt (f.eks. højdynamiske områder) ikke forventer en stor forekomst af følsomme arter, hvilket vil blive afspejlet i indeksværdien. Ved tidsserier fra samme lokalitet kan man derimod følge miljøkvaliteten på lokaliteten over tid.

ARTSANTAL

Der er flere faktorer, som har betydning for artsantallet i et givent område, herunder havbundens beskaffenhed (substrattype og dynamiske forhold) samt hvilken dybde-, temperatur- og salinitetsgradient de enkelte arter er tilpasset. Hertil kommer den påvirkning, som skyldes menneskelig aktivitet, såsom eutrofiering (større risiko for iltsvind), skibsaktiviteter, eller fjernelse af substrat ved råstofindvinding, hvilket direkte eller indirekte påvirker artsantallet og -sammensætningen i en kortere eller længere periode.

SHANNON-WIENER DIVERSITETSINDEKS

Shannon-Wiener-indekset H' (Shannon & Weaver, 1949) er et matematisk udtryk for diversiteten i samfundet, som giver en større information om samfundets sammensætning end antallet af tilstedeværende arter, da den relative hyppighed af de forskellige arter indgår i udtrykket.

$$H' = -\sum_{i=1}^{R} p_i \ln p_i$$

hvor p_i er antallet af dyr af hver art divideret med det samlede antal individer af alle arter i samfundet. Shannon-Wiener værdien bliver lav, hvis der er få arter, hvoraf nogle dominerer med et højt individantal. Hvis der derimod er mange arter i prøverne og disse har forholdsvis ens tæthed, bliver værdien høj. Værdien for H' ligger mellem 0 og 5, dog typisk mellem 1,5 og 3,5.

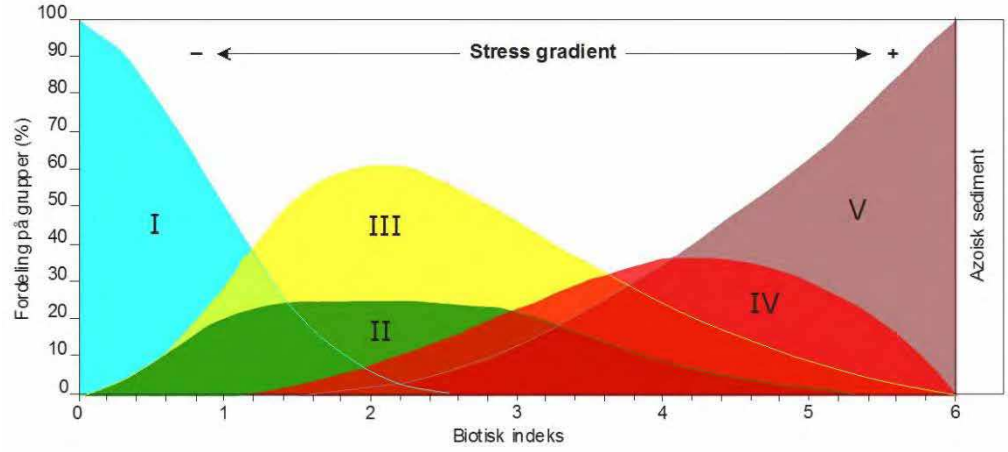
TÆTHED OG BIOMASSE

Tætheden indikerer potentielle presfaktorer, fødetilgængelighed og dominerende arter, mens områdets biomasse indikerer størrelsen af dyrene og deres vægt. Tætheden (individer (N) per m^2) vurderes i forhold til artsfordelingen for at vurdere samfundets stabilitet. Størrelsen er særligt vigtig, hvis man skal vurdere, hvilket fødegrundlag infaunaen udgør for andre arter samt aldersfordelingen inden for en bestemt art. I nogle tilfælde vil biomassefordelingen afsløre, om der primært findes unge (små) individer, mens der i andre mere stabile miljøer vil være større og derved ældre individer, som har haft mulighed for at overleve og vokse sig store. Alderen på eks. muslingesamfund kan indikere, om samfundet har været påvirket af fx iltsvind, råstofindvinding eller intensivt bundtrawl.

AMBI-INDEKS

AMBI-indekset et marinbiologisk indeks, som er udviklet til infaunaen i europæiske fjorde, kyster og havområder med henblik på at vurdere effekterne som følge af eutrofiering (Borja et. al., 2000). Dette indeks er afledt af den individuelle tæthed i fem økologiske faunagrupper, som er klassificeret efter deres følsomhed/tolerance over for miljømæssige stressfaktorer (GI-GV) (Se Figur 2-7 og Tabel 2-2). AMBI-indekset er beregnet for indholdet af infauna i de individuelle haps-prøver ligesom Shannon-diversiteten.

Som nævnt tidligere kan AMBI-indekset ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets/lokalitetens udvikling over tid på samme lokalitet.



Figur 2-7. Teoretisk udvikling af de fem faunagrupper og AMBI-værdier over en stressgradient - Modificeret fra (Borja et. al., 2000).

Beskrivelser af de fem faunagrupper fra Borja et. Al., (2000), er som følgende:

Faunagruppe GI; arter, der er meget følsomme overfor organisk berigelse (eutrofiering/forurening) og som er til stede under ikke-forurenede forhold. Dette kan være specialiserede rovdyr eller bestemte rørboende børsteorme. Eksempler på GI-arter er havbørsteormene *Diplocirrus glaucus* og *Pholoe baltica* og tangloppearten *Ampelisca tenuicornis*.

Faunagruppe GII; arter, der er indifferente over for næringsstofberigelse og altid til stede i lave tætheder uden signifikante variationer over tid. Dette kan være suspensionsædere, ikke-specialiserede rovdyr og ådselsædere. Eksempler på GII-arter er fin mudderslangestjerne *Amphiura filiformis*, hesteskoorm *Phoronis* sp. og havbørsteormen *Nephtys caeca.*

Faunagruppe GIII; arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. Disse arter kan optræde under normale betingelser, men stimuleres af organisk berigelse. Dette kan for eksempel være overfladedetritusædere. Eksempler på GIII-arter er havbørsteormene *Scoloplos armiger* og *Praxillella praetermissa* og Mysella-musling *Kurtiella bidentata*.

Faunagruppe GIV; anden-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse. Dette drejer sig om arter, der er overfladedetritus- eller sedimentædere. Eksempler på GIV-arter er havbørsteormene *Pectinaria koreni* (dansk navn: lige kambørsteorm), *Prionospio fallax* og *Chaetozone* sp..

Faunagruppe GV; første-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold, fx lavt iltindhold. Eksempler på GV-arter er slamrørsorm *Tubificoides benedii.*

På baggrund af fordelingen af arter kan man beregne en AMBI-værdi ud fra formlen:

$$AMBI = \frac{0 * \%GI + 1{,}5 * \%GII + 3 * \%GIII + 4{,}5 * \%GIV + 6 * \%GV}{100}$$

AMBI-værdien kan efterfølgende tolkes i henhold til (Borja et. al., 2000), som både angiver bundsamfundets tilstand, samt i hvilken grad lokaliteten er forstyrret. Skalaen går fra normal til stærkt forurenet for bundsamfundet og fra uforstyrret til ekstremt forstyrret for lokaliteten (Tabel 2-2).

Tabel 2-2. Oversat fra (Borja et. al., 2000) kan AMBI-værdierne tolkes som vist i tabellen herunder.

AMBI	Dominerende økologisk gruppe	Det bentiske samfunds tilstand	Områdeforstyrrelses-klassifikation
0,0 < AMBI ≤ 0,2 0,2 < AMBI ≤ 1,2	I	Normal Svækket	Uforstyrret
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	I ubalance	Let forstyrret
3,3 < AMBI ≤ 4,3		Overgang til forurening	Middel forstyrret
4,3 < AMBI ≤ 5,0	IV-V	Forurenet	
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Overgang til stærk forurening	Stærkt forstyrret
5,5 < AMBI ≤ 6,0	V	Meget stærkt forurenet	
Azoisk	Azoisk	Azoisk	Ekstremt forstyrret

DET DANSKE KVALITETSINDEKS, DKI

Det danske kvalitetsindeks, DKI, er udviklet til at vurdere et vandområdes tilstand i henhold til EU's vandrammedirektiv. DKI kombinerer diversiteten (udtrykt som Shannon-Wieners diversiteten), graden af følsomhed i infaunasamfundet (AMBI), saliniteten i det pågældende undersøgelsesområde samt den økologiske kvalitetsratio (BEK nr. 792 af 13/06/2023).
DKI er ligeledes beregnet for individuelle HAPS-prøver (DKI v.3) og derefter puljet til en samlet værdi (Hansen J. , 2018). I udregningen af DKI anvendes en saliniteten på 20.5 og sammenlignes med den økologiske kvalitetsratio for vandområde 222, Kattegat, Ålborg bugt.

Formlen til beregning af DKI vers. 3 er som følgende:

$$\text{DKI vers. } 3 = \left(\frac{\left(1 - \frac{\text{AMBI} - \text{AMBI}_{\text{min}}}{7}\right) + \left(\frac{\text{H}}{\text{H}_{\text{max99}}}\right)}{2} \right) * \left(1 - \frac{1}{\text{N}}\right)$$

, hvor N er antal individer. Herudover anvendes AMBI_{min} og H_{max99},, der korrigerer for salinitet, som defineret af Carstensen et. al. (2014):

$$\text{AMBI}_{\text{min}} = 3{,}083 - 0{,}111 * \text{salinitet (o/oo)}$$

AMBI_{min} må aldrig være <0, hvis det er tilfældet, sættes den til 0.

$$\text{H}_{\text{max(H99)}} = 2{,}117 + 0{,}086 * \text{salinitet (o/oo)}$$

$\text{H}/\text{H}_{\text{max}}$ må aldrig være >1, hvis det er tilfældet, sættes $\text{H}_{\text{max}} = 1$

For at vurdere tilstanden for et vandområde, benyttes nedenstående grænseværdier (Tabel 2-3) gældende for Nordlige Øresund, (BEK nr. 792 af 13/06/2023), udviklet og interkalibreret ifm. implementering af vandrammedirektivet.

Tabel 2-3. DKI Grænseværdier for den økologiske kvalitetsratio til vurdering af vandområders tilstand gældende for Nordlige Øresund (BEK nr. 792 af 13/06/2023)

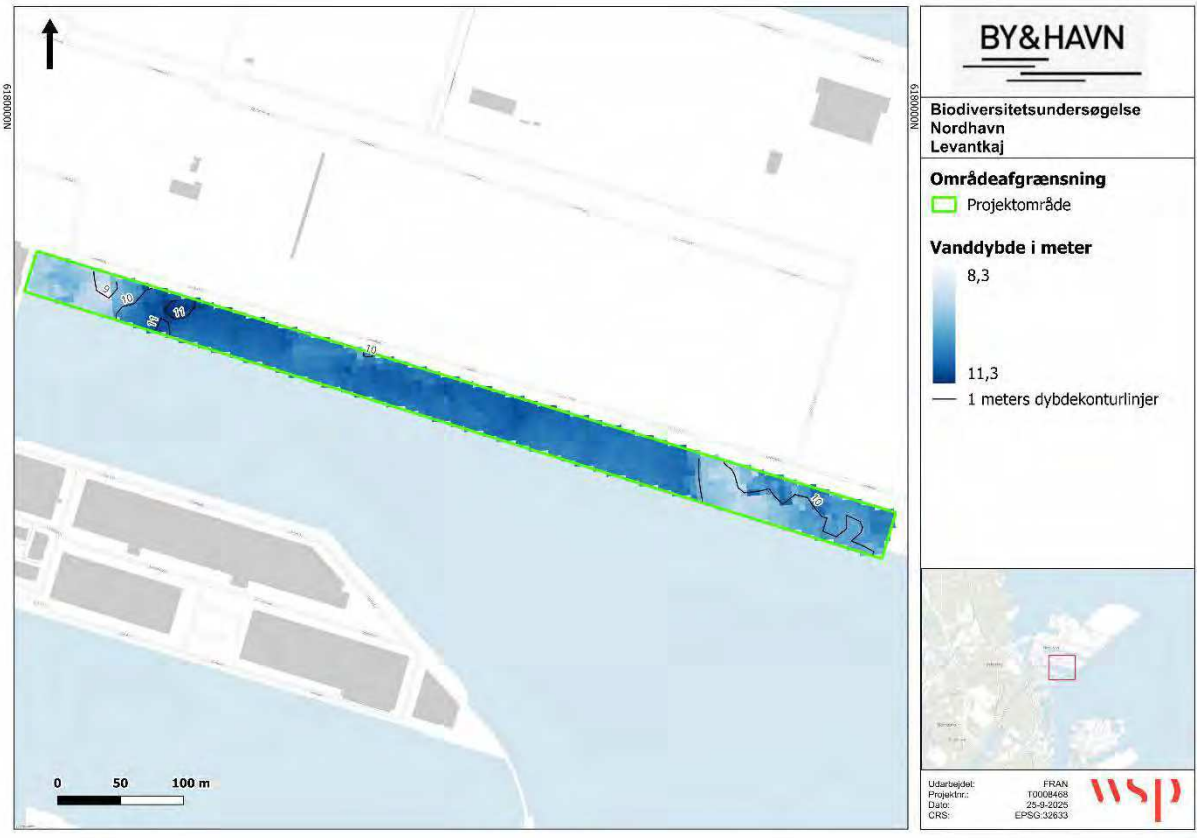
Dårlig	Ringe	Moderat	God	Høj
<0,23	0,23-0,45	0,45-0,68	0,68-0,84	>0,84

3 SURVEYRESULTATER

I det følgende præsenteres resultaterne fra de marine miljøundersøgelser, som er gennemført d. 26. maj 2025 af WSP.

3.1 DYBDEFORHOLD

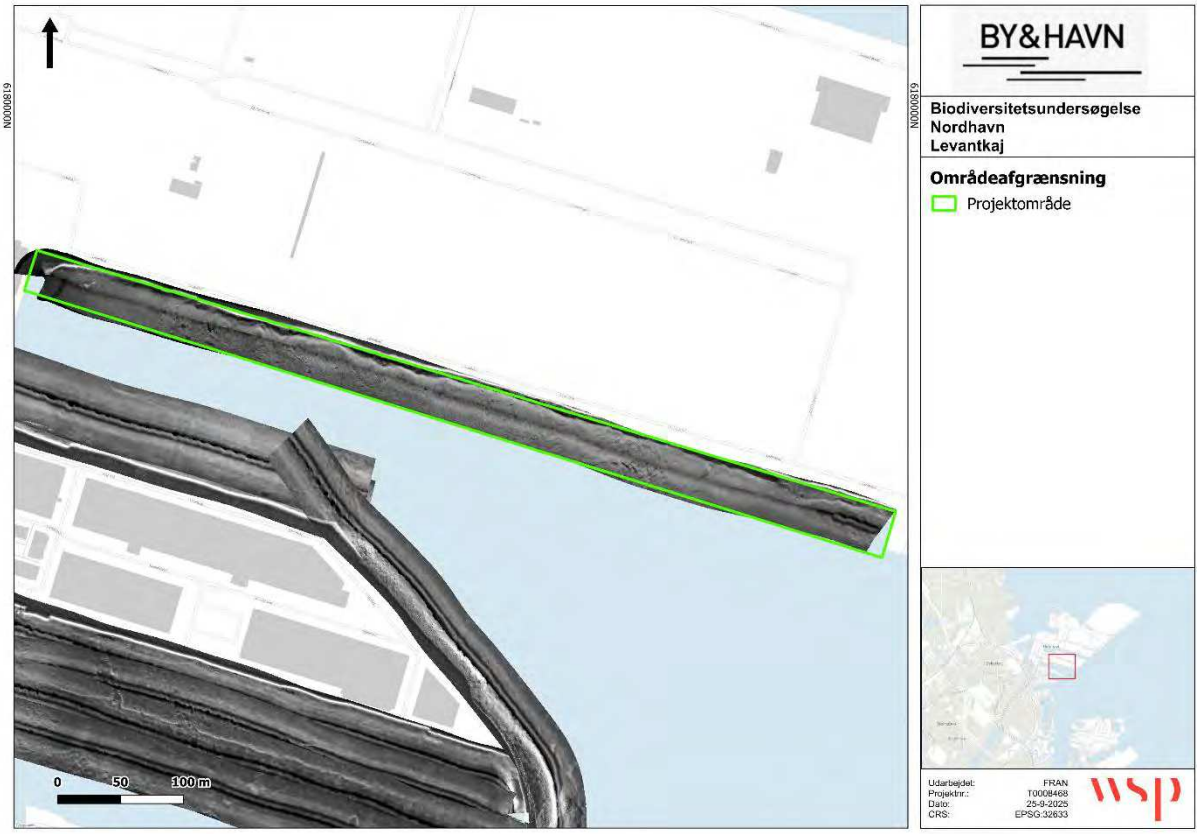
Dybdeforholdene i projektområdet er undersøgt med SBE. Disse undersøgelser har resulteret i en detaljeret dybdeprofil, der viser variationer i dybdeforholdene fra lav vanddybde i kanalen til dybere områder centralt i projektområdet. Dybdeforholdene i området varierer mellem 8,3 m og 11,3 m i projektområdet (Figur 3-1).



Figur 3-1. Oversigt over dybdeforhold opmålt med SBE og interpoleret i projektområdet.

3.2 SUBSTRATFORHOLD

Substrattypekortlægningen i projektområdet er baseret på tolkning af den fulddækkende og højopløselige SSS-mosaik af det processerede SSS-data (Figur 3-2) samt de indsamlede ROV-stationer, der fungerer som verifikation af substrattypen (overfladesedimenttypen).

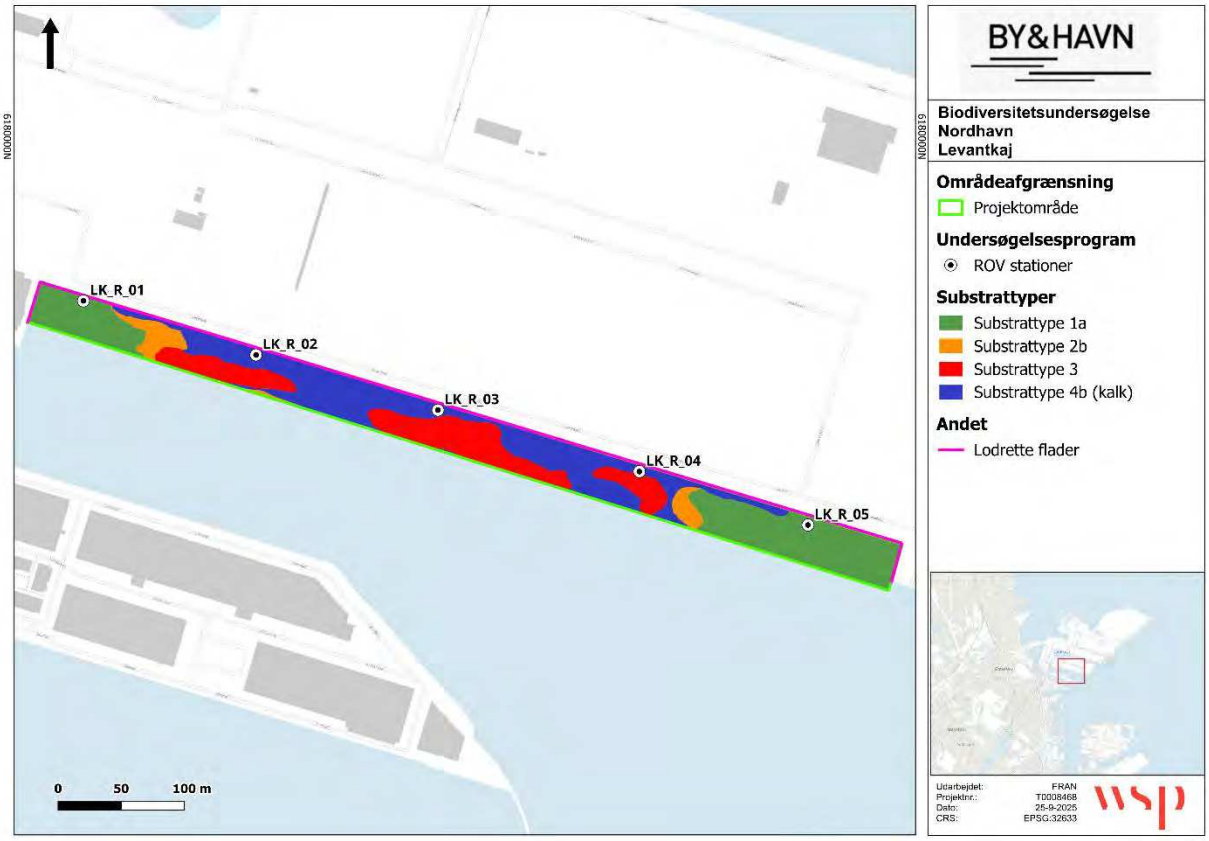


Figur 3-2. Oversigt over indsamlet sidescan sonar mosaik (SSS) i projektområdet.

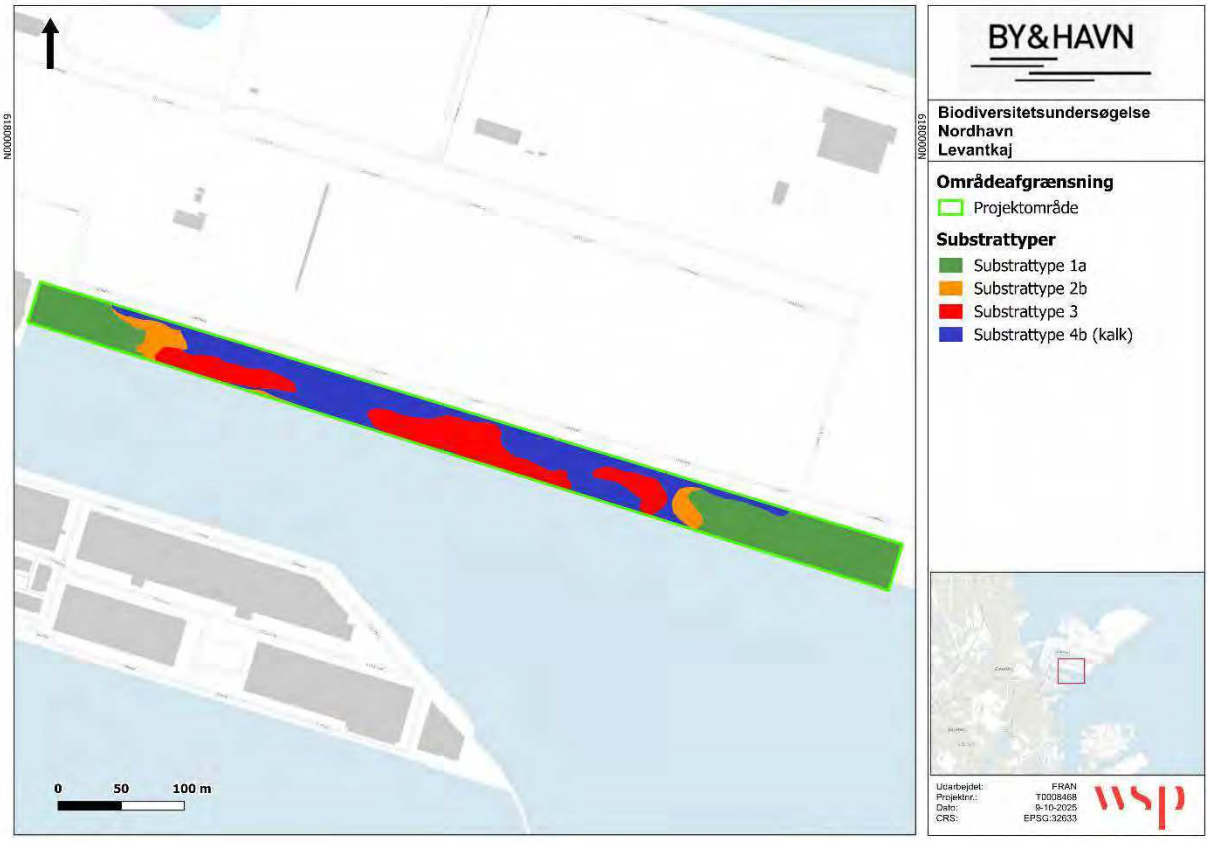
I relation til tolkning af overfladefladesedimentet er bundsubstratet opdelt i nedenstående substrattyper jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB), som er nærmere beskrevet i afsnit om databehandling og tolkning af SSS-data (se afsnit 2.1.3).

3.2.1 SUBSTRATTYPER

Figur 3-3 viser fordelingen af substrattyper inden for det kortlagte projektområde. Desuden er lokaliteterne for lodrette flader (bestående af spuns og betonvæg) angivet. Der er også angivet lokaliteterne for ROV stationer. Alle ROV verifikationer er gennemgået og sammenlignet med SSS-data, så tolkningerne er verificeret og understøttet. Bundfauna prøver og orthofotos er også blevet benyttet som assisterende vidensgrundlag til tolkningen. Figur 3-4 viser udelukkende fordelingen af substrattyperne i projektområdet.



Figur 3-3. Substrattypekort kortlagt ud fra sidescan-mosaik. Derudover er lodrette flader (spuns og betonvæg) og ROV stationer angivet.



Figur 3-4. Substrattypekort kortlagt ud fra sidescan-mosaik.

I Tabel 3-1 er der opgjort en samlet arealfordeling af substrattyperne i projektområdet. Det ses, at havbunden i projektområdet er domineret af substrattype 4b – kalk (37,7%, se Figur 3-8 og Figur 3-9) og sekundært af substrattype 1a – blød bund (33,4%, se Figur 3-5). Derudover findes substrattype 3 - blandet bund med 10-25% store sten i 23,1% af projektområdet (se Figur 3-7), og 2b - blandet sandbund med <10% store sten findes i 5,8% (se Figur 3-6) af området.

Tabel 3-1. Arealfordeling af de tolkede substrattyper i Levantkaj. Der henvises til afsnit 2.1.4 for detaljeret substrattypeklassifikation.

Substrattype	Projektområde		
	m^2	ha	%
1a – Blød siltet bund	8541,6	0,9	33,4
2b – Blandet sandbund med <10% store sten	1472,7	0,1	5,8
3 – Blandet bund med 10-25% store sten	5910,4	0,6	23,1
4b – Kalk	9653,7	1,0	37,7
Totalt	25578,4	2,6	100



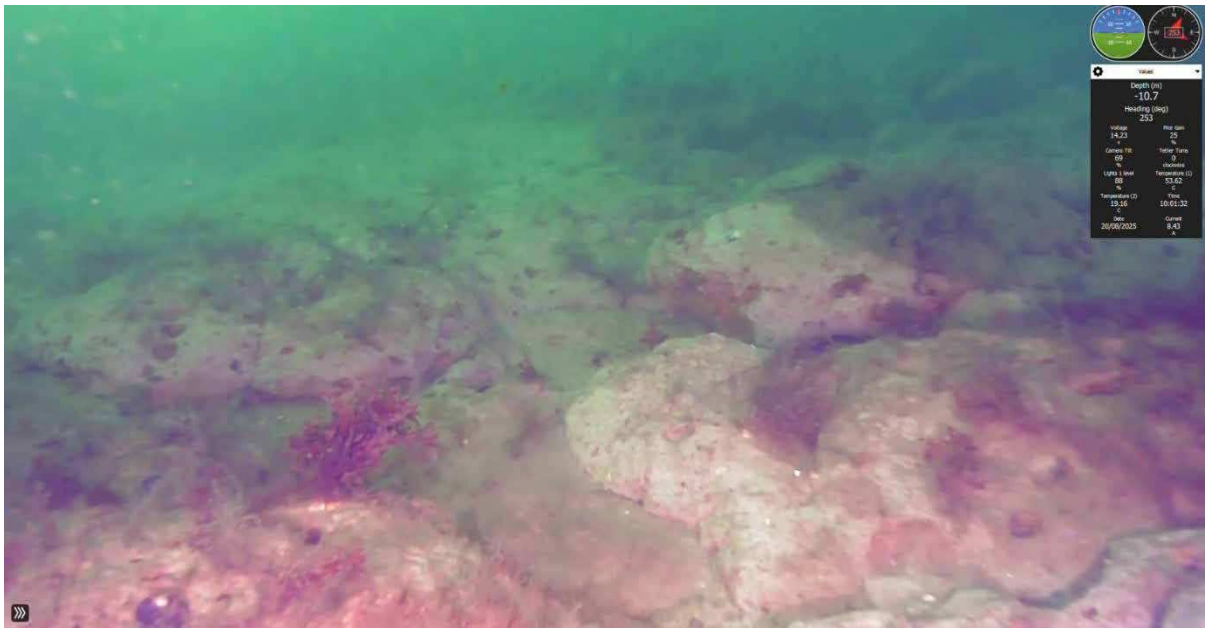
Figur 3-5. Substrattype 1a – blød bund fra ROV-station LK_R_01.



Figur 3-6. Substrattype 2b - blandet sandbund med <10% store sten ses lokalt i området og som overgangszone til substrattype 3 og 4b. Her ses substrattypen lokalt på ROV-station LK_R_02.



Figur 3-7. Substrattype 3 - blandet bund med 10-25% store sten fra ROV-station LK_R_03.



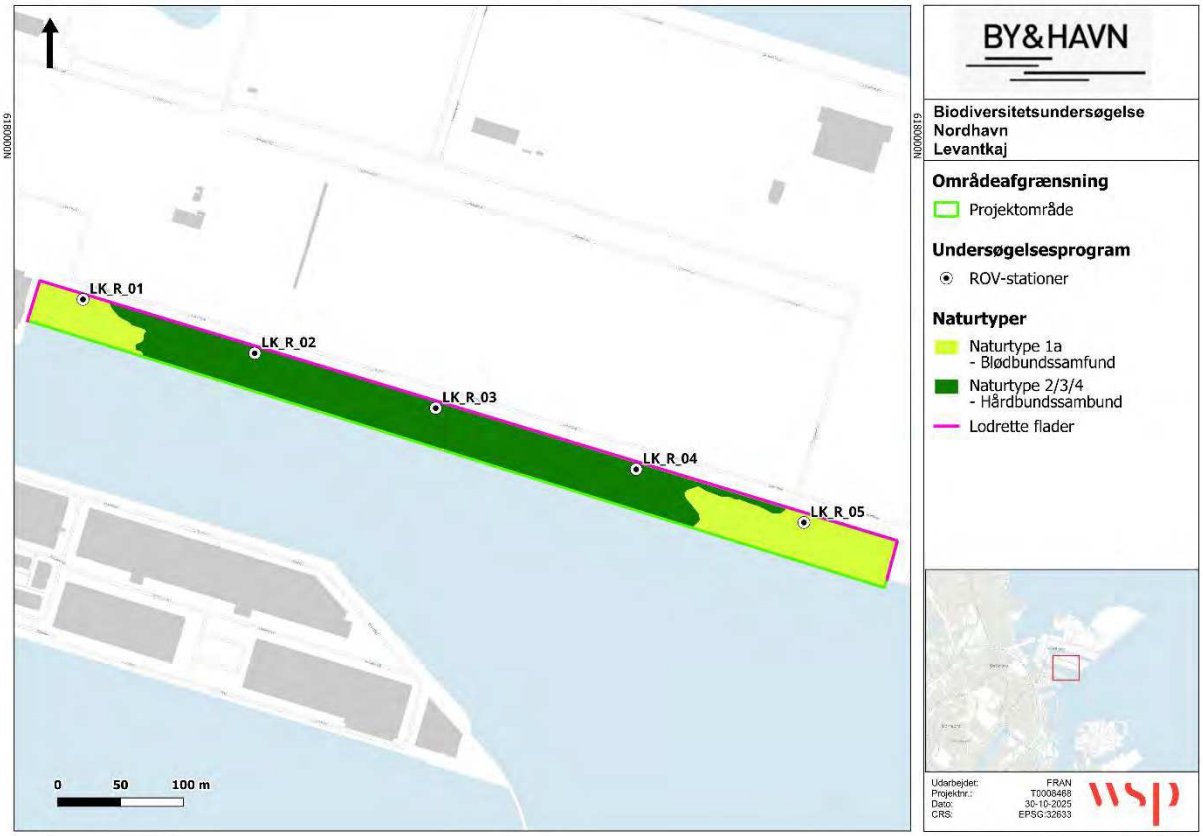
Figur 3-8. Substrattype 4b – kalk ses hovedsageligt i området som en hård kalkbund. Fra ROV-station LK_R_04.



Figur 3-9. Substrattype 4b – kalk findes også som ca. 0,5-1 meters kalkskrænter i omrdået. Fra ROV-station LKI_R_03.

3.3 EPIFLORA OG -FAUNA

Naturtyper er bestemt ud fra unikke kombinationer af substrattyper (se afsnit 2.2.3 og 3.2) samt unikke bentiske flora og fauna taxa/arter forbundet med disse. Flora og fauna som lever på eller i de forskellige substrattyper, kortlægges ved hjælp af ROV-video (Se afsnit 2.1.3). De bentiske samfund og dermed naturtyperne bestemmes derfor hovedsageligt ud fra de epibentiske samfund, der lever på sedimentet. Synlig infauna og tegn på infauna-aktivitet, såsom muslingehuller, børsteormebunker og -rør, er dog også inkluderet i taxa-listen og dækningsprocenten. Infauna er beskrevet mere detaljeret i afsnit 3.4 - Infauna. I følgende beskrives hver enkelt naturtype i tabeller, billeder og tekst.



Figur 3-10. Naturtypekort for Levantkaj baseret på substrattypetolkning og visuelle verifikationer.

Der blev fundet to naturtyper på havbunden i projektområdet (Figur 3-10, Tabel 3-2). Den mest udbredte naturtype er naturtype 2/3/4 - Hårdbundssamfund, der udgør 66,6% af projektområdet. Derefter findes Naturtype 1a - Blødbundssamfund på ca. 33,4%. Derudover findes Naturtype – Lodrette flader, bestående af spuns og betonvæg, langs Levantkajens kanter.

Tabel 3-2. Procentvis arealdækning af naturtyperne i projektområdet vurderet ud fra SSS-kortlægning og ROV-verifikationer. Bemærk at naturtypen "Lodrette flader" ikke er med i den procentvise arealopgørelse af de samlede naturtyper.

Naturtype	Projektområde		
	m^2	ha	%
1a - Blødbundssamfund	8.541,6	0,9	33,4
Naturtype 2/3/4 - Hårdbundssamfund	17.036,8	1,7	66,6
(Lodrette flader)	(8.098,7)	(0,8)	-
Totalt	25.578,4	2,6	100

Tilstedeværende arter og dækningsgrader for hver naturtype er angivet i Tabel 3-3 nedenfor.

Tabel 3-3. Oversigt over flora- og faunaarter med dækningsgrader på forskellige substrat- og naturtyper. Dybden er angivet som en gennemsnitlig værdi, med min- og maksimum range.

Naturtype	Substrattype	Dybde (m)	Fauna-arter	Fauna-dækning	Antal arter	Flora-arter	Flora-dækning	Antal arter
1a **ROV-stationer: 01, 05**	1a	10 m	**Invertebrater:** Blåmuslinger, rurer, søanemoner, alm. søstjerne, pigget hindemosdyr, strandkrabbe **Fisk:** Havkarusse, sortkutlinger, sandkutlinger,	**Invertebrater:** 42,5 % (35-50 %) **Fisk:** 3 % (2-4 %)	9	Drivende makroalger, sukkertang	**Overordnet:** 7,5 % (5-10 %) **Substratspecifik:** 30 % (20-40 %)	1
2/3/4 **ROV-stationer: 02, 03, 04**	3/4	10,86 m (10,6 – 11 m)	**Invertebrater:** Blåmuslinger, rurer, strandkrabbe, alm. søstjerne, søanemone **Fisk:** Sandkutlinger, sortkutlinger, havkarusser, fladfisk sp.	**Invertebrater:** 45 % (40-55 %) **Fisk:** 3,33 % (2-4 %)	9	Bugtet ribbeblad, coccotylus, buskformede rødalger, fedtemøg	**Overordnet:** 5 % **Substratspecifik:** 20 %	4
Lodrette flader (spuns) **Rov-stationer: 01, 02, 03, 04, 05**	*	10,52 m (10-11 m)	**Invertebrater:** Blåmuslinger, Rurer, Strandkrabbe, Stillehavsøsters, Posthornsorm, Alm søstjerne, Køllepolyp, Søpunge, Pigget hindemosdyr Hydrobia, Kalkrørsorm, Brødkrummesvamp, Rejer sp. **Fisk:** Toplettede kutling, Havkarusse, Sandkutlinger, Sortkutlinger, Sortmundet kutling, Tangsnarre	**Invertebrater:** 94,8 % (90-99 %) **Fisk:** 2,8 % (2-4 %)	20	Ledtang spp., Buskformede rødalger, Fin klotang, Fedtemøg, Juletræsalge, Langstrakt ledtang, Børstetråd, sukkertang Tæt rødsky, Coccotylus, Hildenbrandia, Bugtet ribbeblad, Ceramium sp.	**Overordnet:** 2 % **Substratspecifik:** 44 % (35-55 %)	14

3.3.1 NATURTYPE 1A - BLØDBUNDSSAMFUND

NATURTYPEBESKRIVELSE

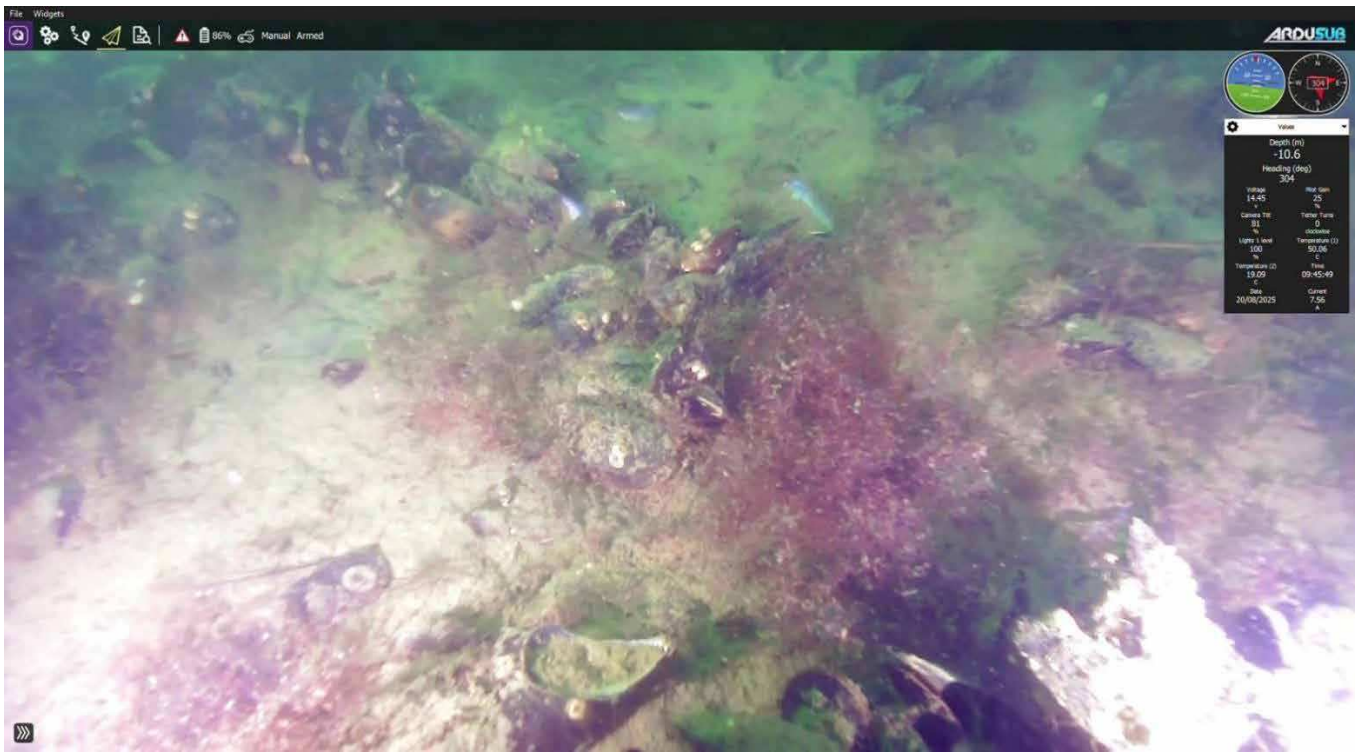
Naturtype 1a består af en blød bund med meget lidt flora, skalfragmenter og spredte blåmuslinger (Figur 3-11, Tabel 3-3).

FLORA

Floraen havde meget lav dækningsgrad og bestod primært af drivende makroalger. Derudover blev der observeret fedtemøg, sukkertang og enkelte buskformede rødalger.

FAUNA

Der var for naturtype 1a en lav dækningsgrad af fauna. Denne bestod primært af spredte samlinger af blåmuslinger. Af øvrig fauna blev der observeret rurer tilknyttet blåmuslinger, pigget hindemosdyr tilknyttet sukkertang, søanemoner, alm. søstjerne, strandkrabbe, sortkutling, sandkutling og havkarusse.



Figur 3-11. Blød bund med spredte blåmuslinger med rurer. Der ses også buskformede rødalger på bunden. Fra station LK_R_05.

3.3.2 NATURTYPE 2/3/4 - HÅRDBUNDSSAMFUND

Naturtype 2/3/4 er slået sammen af den observerede biologi tilknyttet substrattype 3 og substrattype 4b. Dette skyldes, at substrattype 2b for projektområdet udgør en overgang til substrattype 4b og derfor i høj grad deler dennes biologi. Disse kan derfor ikke meningsfuldt adskilles i den følgende beskrivelse. Derudover udgør substrattype 2b ligeledes en overgang til de øvrige hårdbundssubstrater.

NATURTYPEBESKRIVELSE

Naturtype 2/3/4 var domineret af en hård kalkbund (Figur 3-12) med den øvrige havbund bestående af blandede substrater med grus og småsten med en varierende mængde af større sten (>10 cm) (Figur 3-13).

FLORA

Floraen bestod af en lav dækningsgrad af spredte buskformede rødalger, bugtet ribbeblad, coccotylus, samt fedtemøg.

FAUNA

Der var for naturtype 2/3/4 en lav faunadækningsgrad, bestående primært af spredte samlinger af blåmuslinger. Af øvrig fauna blev der observeret rurer tilknyttet blåmuslinger, herudover strandkrabbe, alm. søstjerne, søanemone, sandkutling, sortkutling, havkarusse og fladfisk sp.



Figur 3-12. Hård bund bestående af kalk. Der ses spredte blåmuslinger og buskformede rødalger. Havkarusser observeres svømme langs havbunden. Fra station LK_R_03.



Figur 3-13. Blandet bund med grus og småsten og med enkelte større sten. Der ses spredte blåmuslinger og skaller, samt enkelte substratspecifikke makroalger. Fra station LK_R_02.

3.3.3 NATURTYPE – LODRETTE FLADER

NATURTYPEBESKRIVELSE

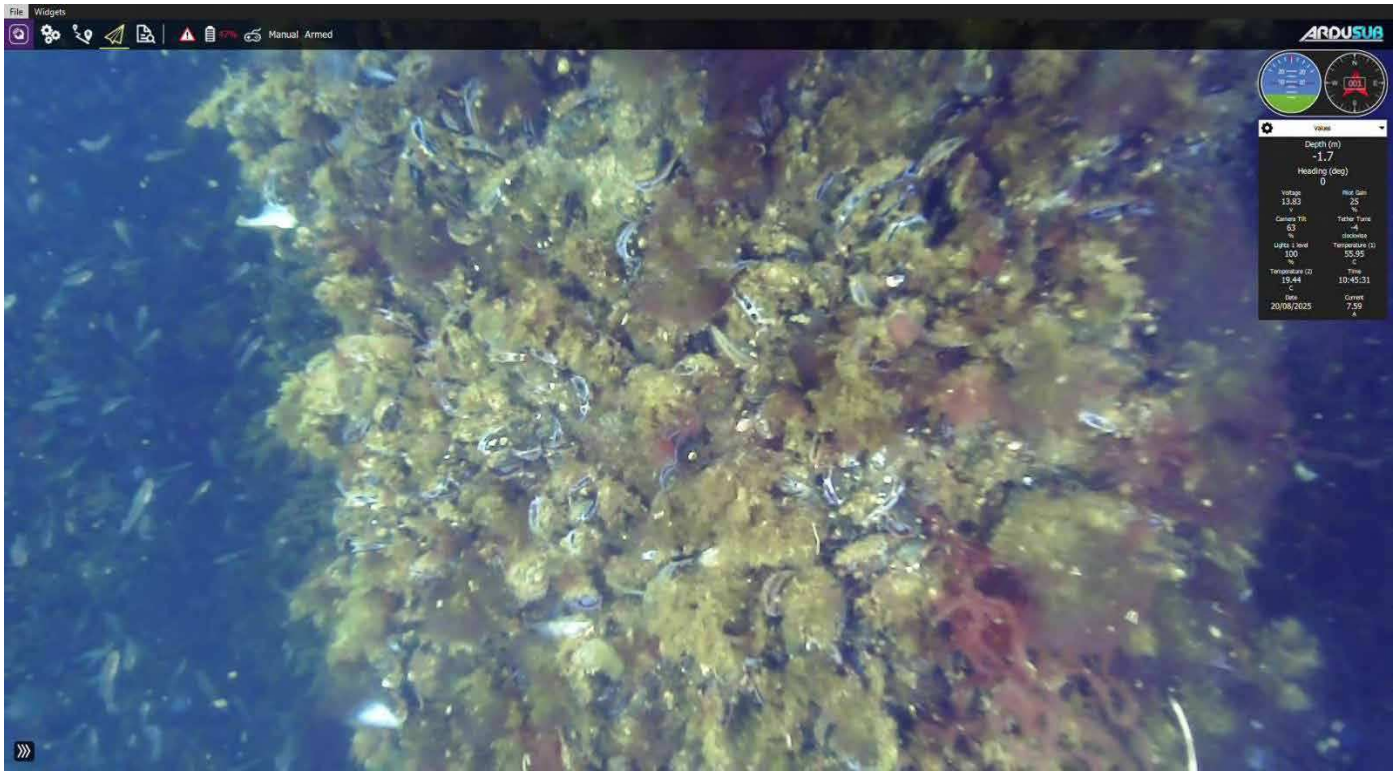
Naturtypen Lodrette flader var karakteriseret af lodrette spuns- og betonvægge med større andele af blåmuslinger og blåmuslingebanker og en varierende dækningsgrad af flora (Figur 3-14).

FLORA

Floaraen havde en høj substratspecifik dækning, hvor fremtrædende arter langs de lodrette flader omfattede buskformede rødalger, ledtang, fin klotang og klippevandhår. Vegetationen langs de lodrette flader var regelmæssigt tildækket af fedtemøg. Af øvrig flora blev der observeret juletræsalge, tæt rødsky, sukkertang, børstetråd, coccotylus, hildenbrandia, bugtet ribbeblad og ceramium sp.

FAUNA

Faunaen udgjordes primært af blåmuslinger, der havde dannet muslingebanker langs de lodrette flader. Af øvrig fauna blev der observeret rurer tilknyttet den store andel af blåmuslinger, herudover strandkrabbe, alm. søstjerne, stillehavsøsters, køllepolyp, søpunge, pigget hindemosdyr, hydrobia, rejer sp., brødkrummesvamp, kalkrørsorm, posthornsorm, toplettet kutling, sortmundet kutling, sortkutling sandkutling, tangsnarre og havkarusser.



Figur 3-14. Lodrette flader. Her ses spunsvægge med dækning af blåmusling og bevoksning med makroalger, herunder ledtang sp. Fra station LK_R_01.

3.4 INFAUNA

På baggrund af det indsamlede infauna-data er der blevet lavet en opgørelse over taxonomien på arts- og klasseniveau for projektområdet. Der er ligeledes fokuseret på fremtrædende arter, artsantal, tætheder og biomasse samt diversitet. Resultaterne fremgår af følgende afsnit.

3.4.1 FREMTRÆDENDE ARTER, ARTSANTAL SAMT TÆTHEDER OG BIOMASSE AF ARTER & KLASSER

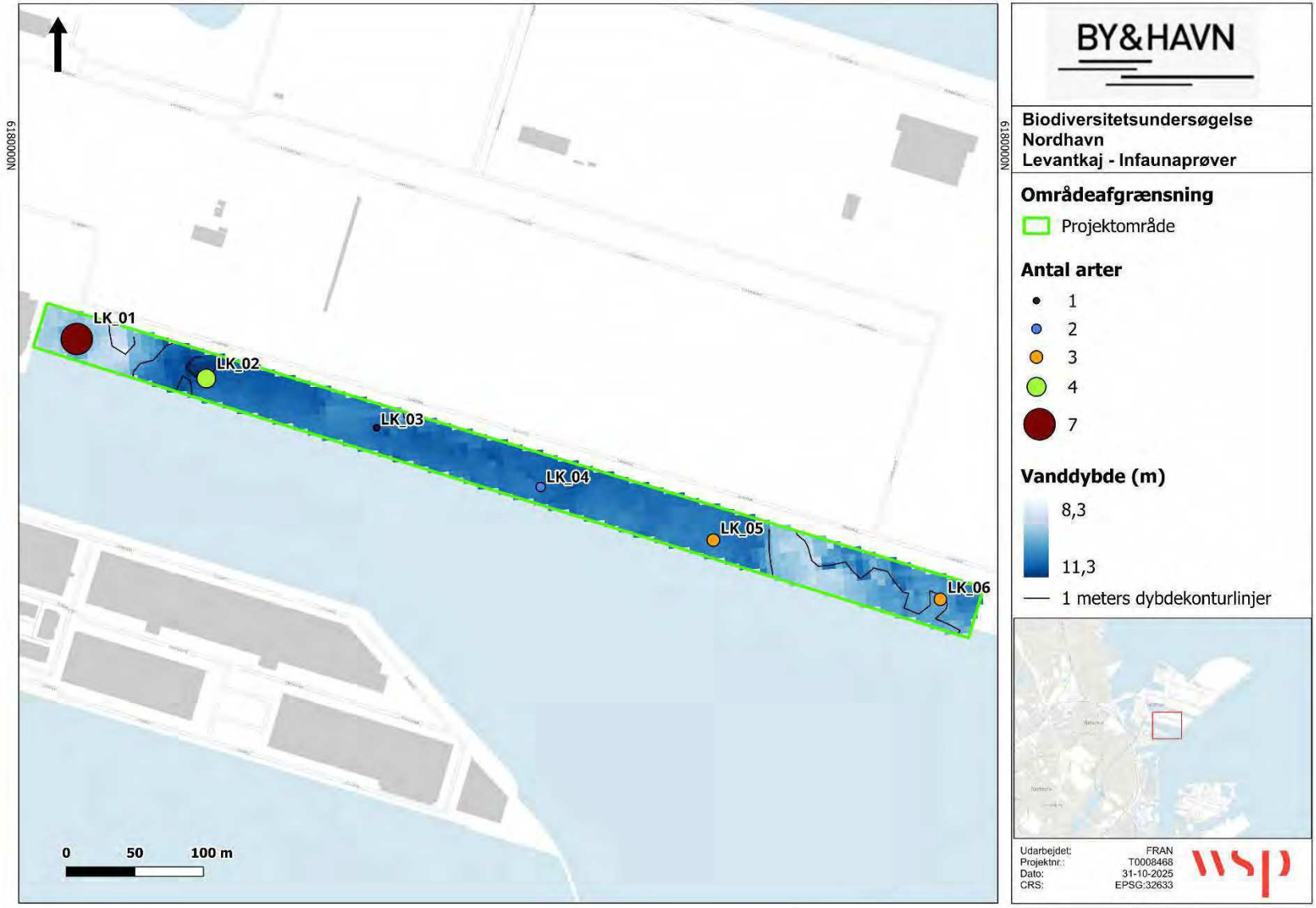
Tabel 3-4 lister de fem mest dominerende arter baseret på antal stationer med fund, tæthed og biomasse. Listen indeholder *Tharyx sp.*, *Hediste diversicolor* (Almindelig nereis), *Scoloplos armiger*, *Mytilus edulis* (blåmusling) og *Microdeutopus gryllotalpa*. Arterne har udmærket sig ved enten at være til stede i en stor andel af prøverne, have høj tæthed eller biomasse eller en kombination af de tre.

Tabel 3-4. De fem mest dominerende arter i de seks infaunaprøver, i forhold til antallet af stationer med fund, individer pr. m² (tætheden) og Biomassen (g vådvægt/m²). I parentes er angivet %-del af; stationer, den samlede biomasse og tæthed.

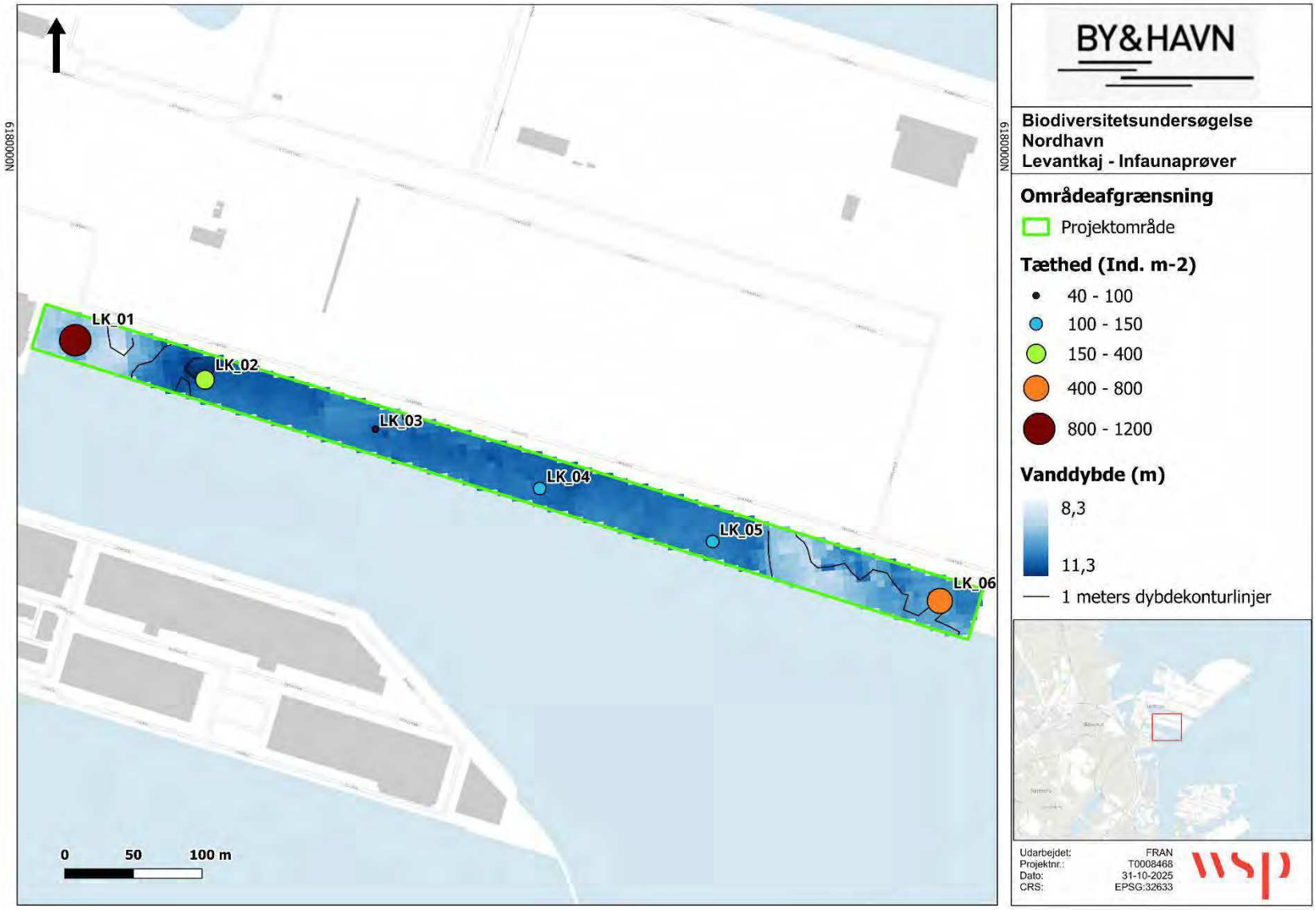
Art	**Klasse**	**Antal stationer med fund**	**Tæthed Ind. / m²**	**Biomasse g WW / m²**
*Tharyx sp.**	Polychaeta	4 (67 %)	166,67 (38 %)	0,52 (2 %)
Hediste diversicolor, Almindelig nereis	Polychaeta	2 (33 %)	80,00 (18 %)	2,15 (7 %)
*Scoloplos armiger**	Polychaeta	2 (33%)	40 (9 %)	0,55 (2 %)
Mytilus edulis, Blåmusling	Bivalvia	1 (17 %)	20 (5 %)	23,57 (79 %)
*Microdeutopus gryllotalpa**	Malacostraca	2 (33 %)	20 (5 %)	0,10 (<1 %)

**Har ikke noget dansk navn*

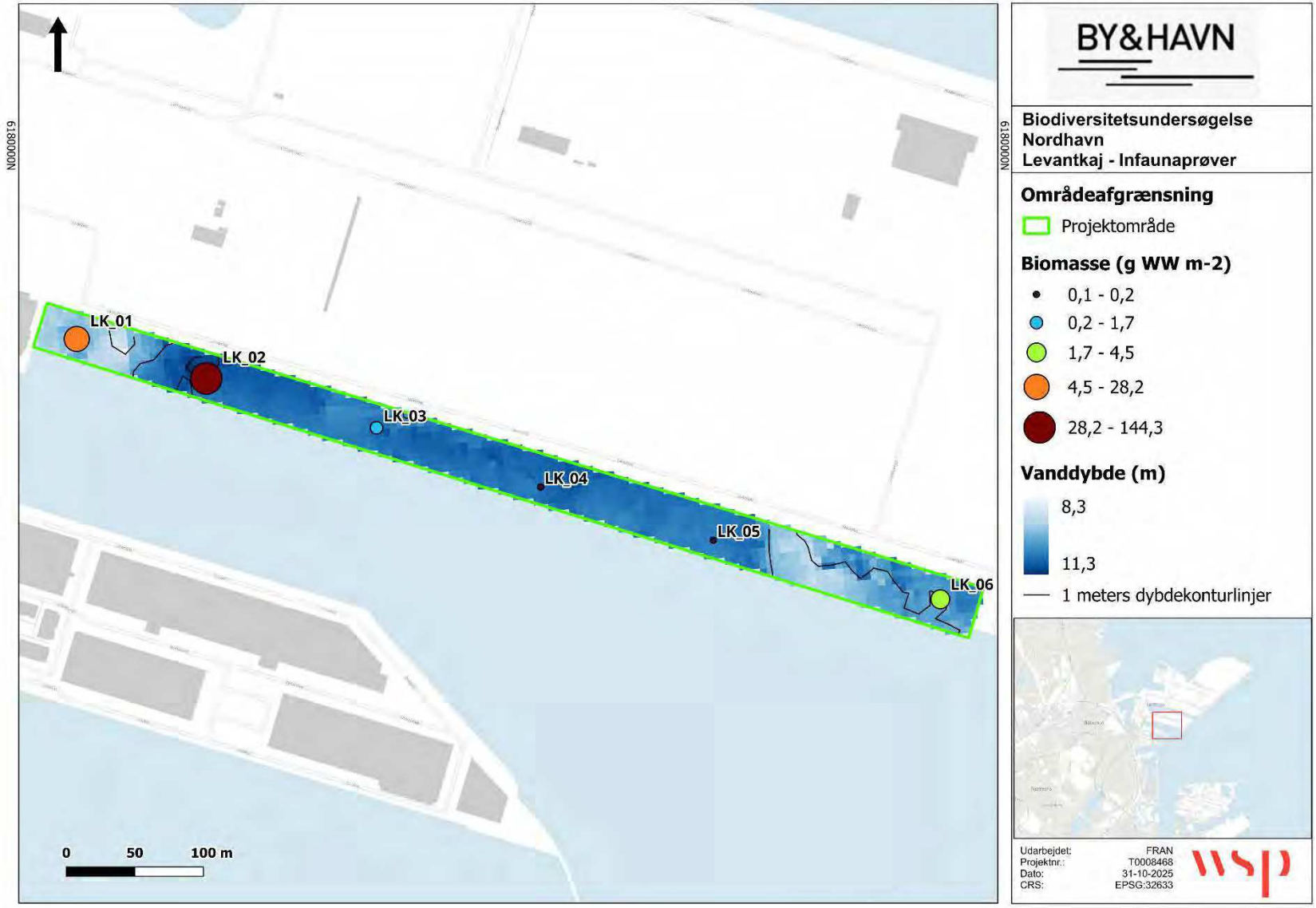
Antallet af arter fundet per prøve varierede fra en til syv arter (se Figur 3-15). Der blev i gennemsnit fundet 3,33 arter per prøve (S1) (SE ± 0,77, median 3 arter pr prøve). Den samlede tæthed per prøve varierede fra 40 til 1200 individer pr. m² med et gennemsnit på 433,3 individer pr. m² pr prøve (SE ± 170,9 ind/m², median 240 ind/m²), se Figur 3-16. Den samlede biomasse pr. prøve varierede fra 0,18 til 144,33 g WW pr. m² med et gennemsnit på 29,86 g WW pr. m² pr prøve (SE ± 21,28 g WW/m², median 3,13 g WW/m²), se Figur 3-17.



Figur 3-15 Antal arter fundet i hver af de 6 infaunaprøver.

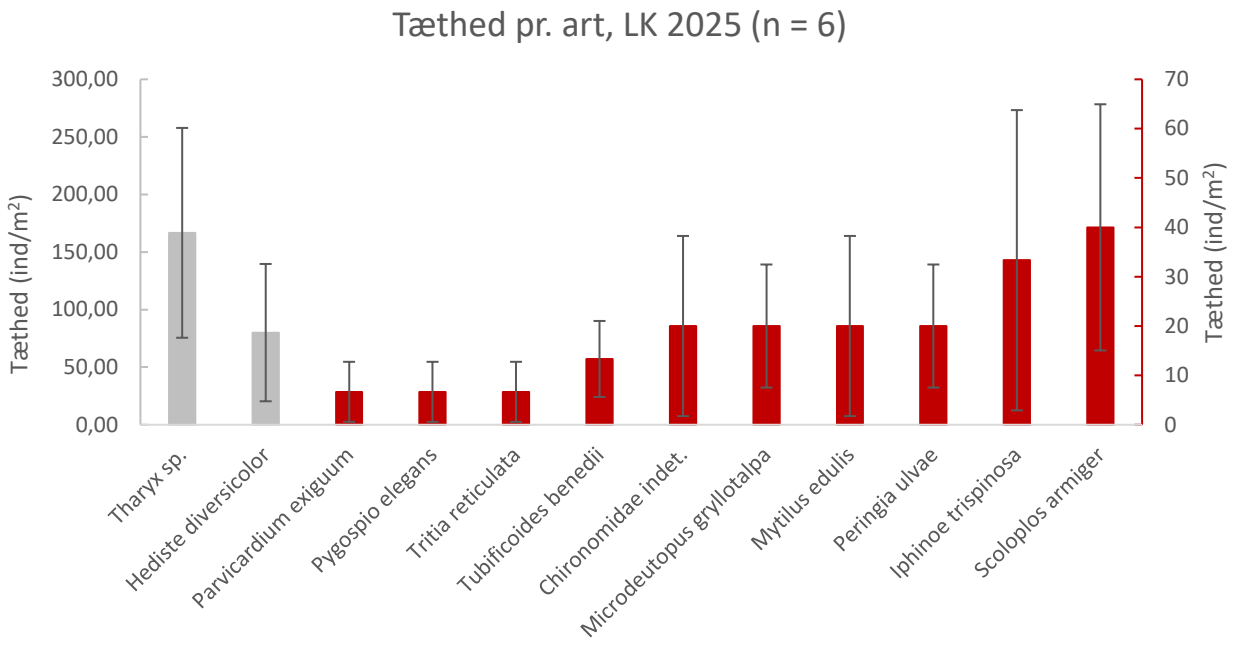


Figur 3-16 Infauna-tætheden fundet i hver af de 6 indsamlede infaunaprøver.

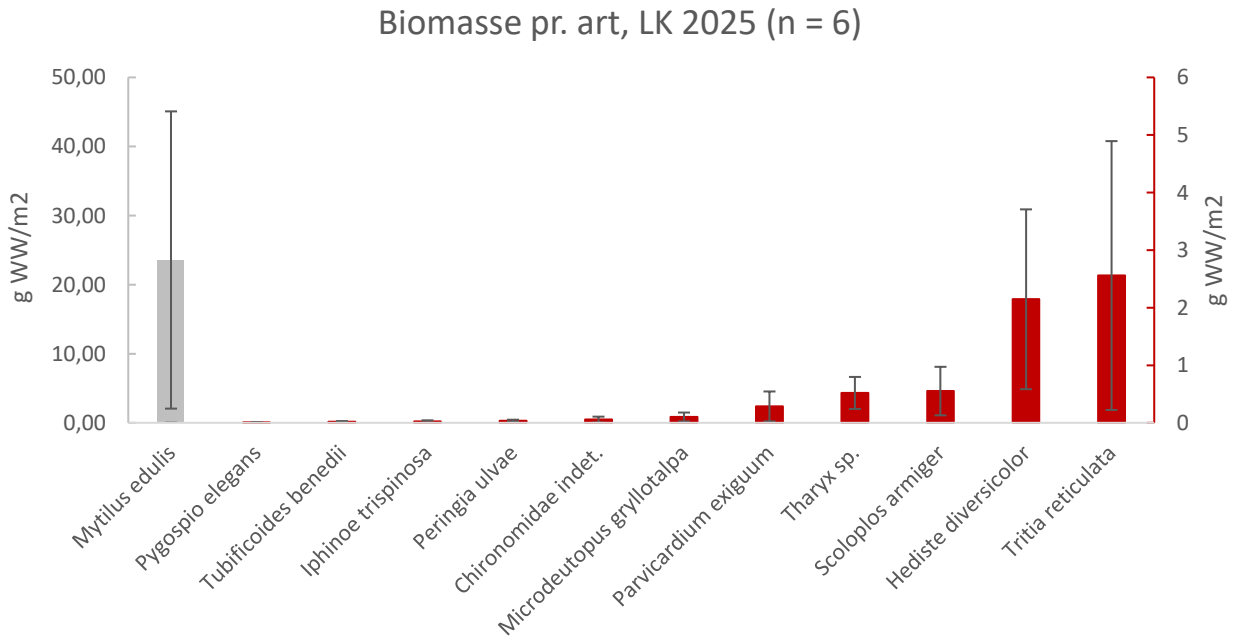


Figur 3-17 Infauna-biomassen fundet i hver af de 6 indsamlede infaunaprøver.

Der blev i alt fundet 12 forskellige arter fordelt på 6 taxonomiske klasser i infaunaprøverne for projektområdet. Tætheden af hver af arterne kan ses på Figur 3-18. Tætheden er domineret af *Tharyx sp.* med 166,7 individer pr. m^2. I Figur 3-19 er biomassen for hver af arterne angivet. *M. edulis* er den art der ses med højest biomasse i projektområdet. Den høje biomasse skyldes, at der på station LK_02 er indsamlet en prøve med 141 g WW/m^2. *M. edulis* er derudover ikke registreret på andre stationer.

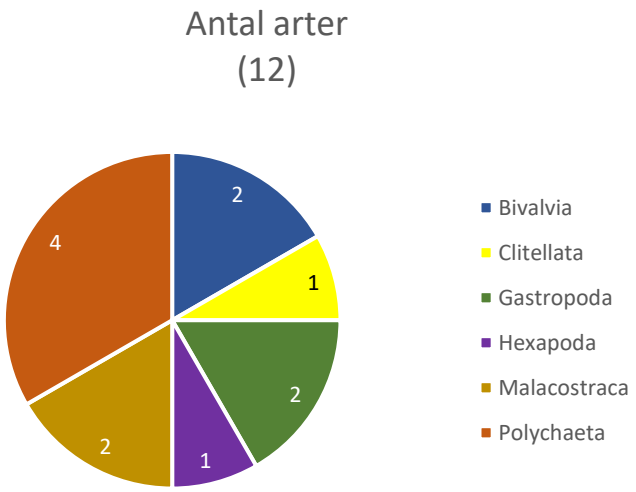


Figur 3-18 Tæthed af arterne fundet i de 16 infaunaprøver i projektområdet. Bemærk at de arter med højest tæthed (>50 ind./m^2, markeret som grå) er repræsenteret ved den primære akse til venstre. Arter med lavere tætheder (<50 ind./m^2, markeret som røde) er repræsenteret ved den sekundære akse til højre.

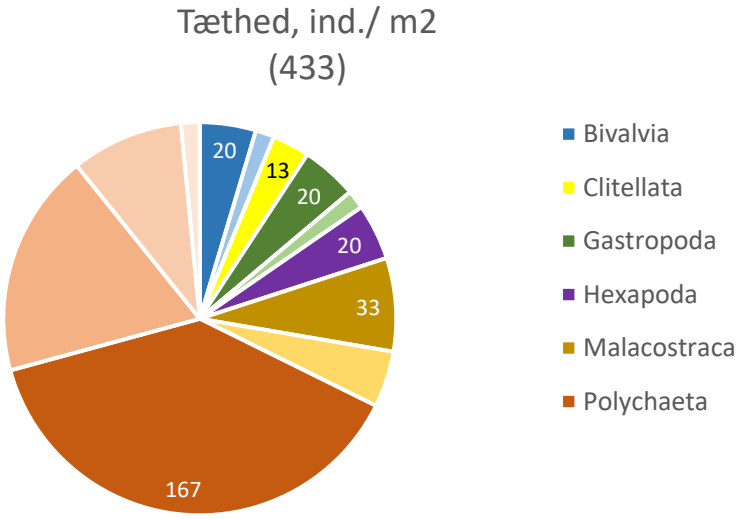


Figur 3-19 Biomassen af arterne fundet i de 16 infaunaprøver i projektområdet. Bemærk at de arter med højest biomasse (>10 g WW/m^2, markeret som grå) er repræsenteret ved den primære akse til venstre. Arter med lavere biomasse (<10 g WW/m^2, markeret som røde) er repræsenteret ved den sekundære akse til højre.

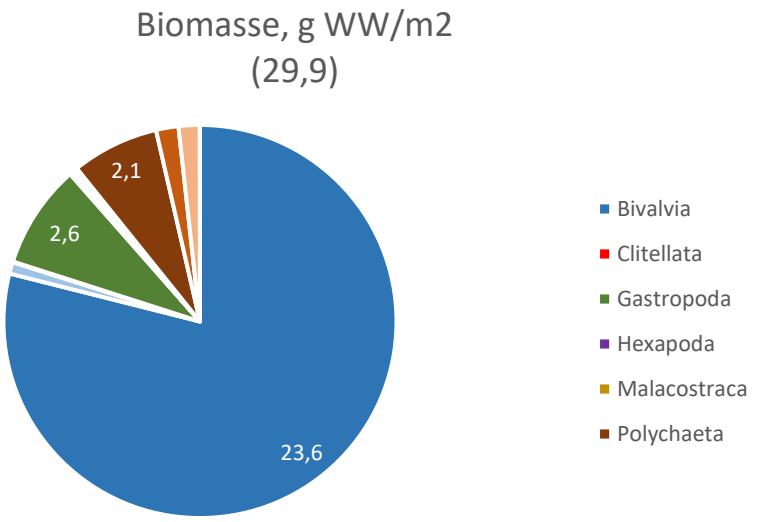
Af Figur 3-20, Figur 3-21 og Figur 3-22, fremgår fordelingen af arter pr. taxonomisk klasse. Polychaeta udgør 68 % af alle individer med 4 forskellige arter. Malacostraca udgør 12 % med to arter, Bivalvia og Gastropoda udgør hver 6 % med hver 2 arter, Hexapoda udgør 5 % med én art og Clitellata udgør 3 % med en art.
Bivalvia udgør langt det meste af biomassen med 80% af den samlede biomasse. Herefter kommer Polychaeta med 11 % af biomassen, Gastropoda med 9 % og resten har <1 % andel af biomassen.



Figur 3-20. Infauna fordelt på taxonomiske klasser opgjort i antal arter fundet i projektområdet. Tal i parentes viser total. Tal i diagrammet angiver antallet af arter indenfor klassen.



Figur 3-21 Infauna fordelt på taxonomiske klasser opgjort i tæthed (Individer/m^2) fundet i projektområdet. Tal i parentes viser total. Tal i diagrammet angiver tætheder af de mest dominerende arter indenfor deres respektive klasse hvis klassens samlede tæthed udgør mere end 3% af den samlede tæthed.



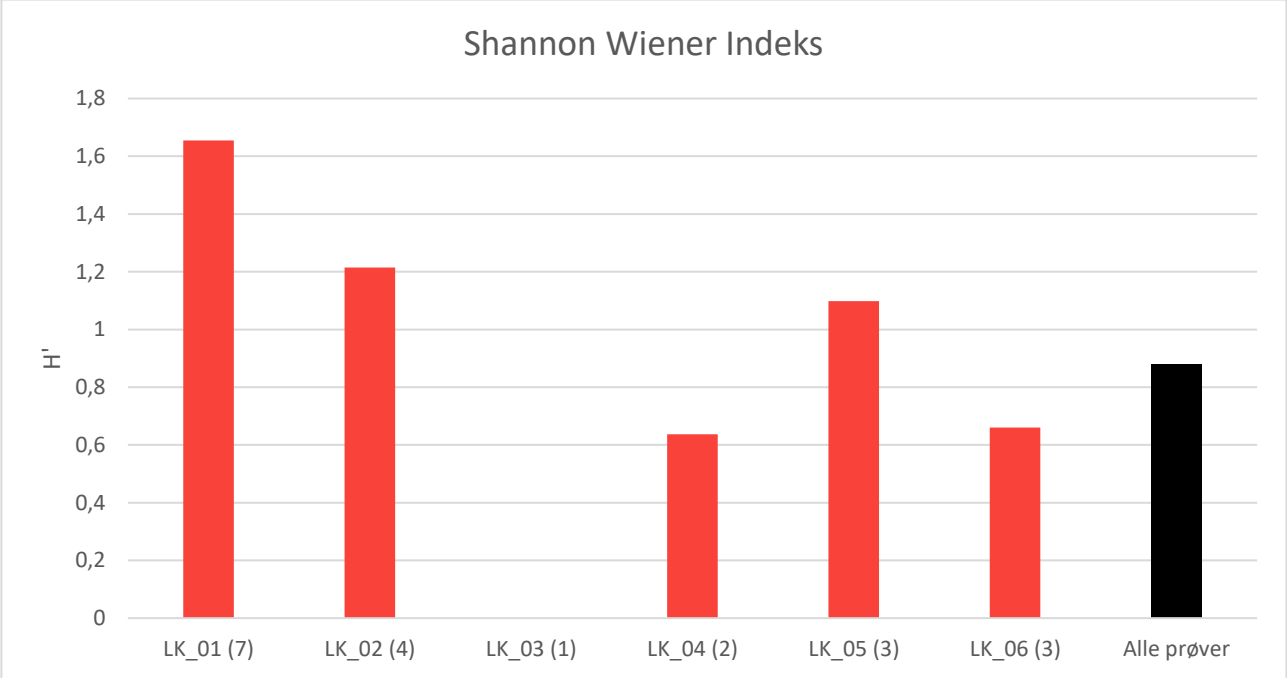
Figur 3-22 Infauna fordelt på taxonomiske klasser opgjort i biomasse (g WW/m²) fundet i projektområdet. Tal i parentes viser total. Hvide tal i diagrammet angiver biomassen af de mest dominerende arter indenfor deres respektive klasse hvis klassens samlede biomasse udgør mere end 5% af den samlede biomasse.

3.4.2 DIVERSITETS- OG MILJØKVALITETSINDEKS

På baggrund af det indsamlede infauna-data er det blevet undersøgt, hvordan artsdiversiteten og miljøkvaliteten er i området, ved henholdsvis Shannon-Wieners diversitetsindeks, AMBI-indekset og DKI. Shannon-Wiener diversitetsindekset kvantificerer diversiteten af arter inden for et givent område og kan bruges til at undersøge om infauna-samfundet er mere forskelligt inden for et givent område end et andet. AMBI-indekset siger noget om, hvordan miljøkvaliteten er inden for et givent område samt hvor følsomme og tolerante arterne i et givent område er.

Kombinationen af AMBI-indekset og Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') kan anvendes til at beskrive tilstanden af miljømæssige forhold og vurdere, om infaunasamfundet påvirkes negativt af eutrofiering og iltsvind. En lav værdi af AMBI og en høj værdi af H' indikerer gode miljømæssige forhold. Shannon-Wiener og AMBI indgår i udregningen af DKI-værdien hvor de bliver korrigeret for saltholdighed, da der forventes at findes en større diversitet ved højere saliniteter og lavere diversitet ved lavere saliniteter.

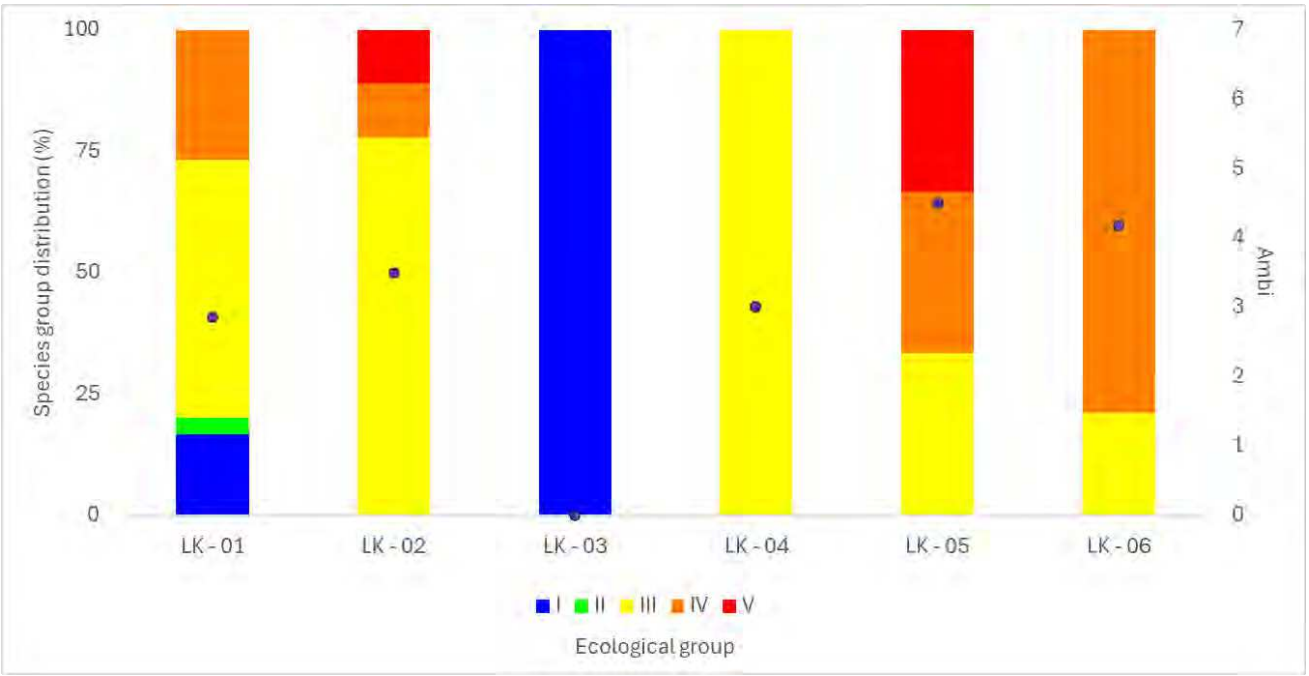
SHANNON-WIENER DIVERSITETSINDEKS (H')



Figur 3-23. Shannon Wiener diversity for hver af de seks prøver samt Det samlede gennemsnit (sort) for projektområdet. Tal i parentes efter prøvenummer angiver antal forskellige arter pr. station.

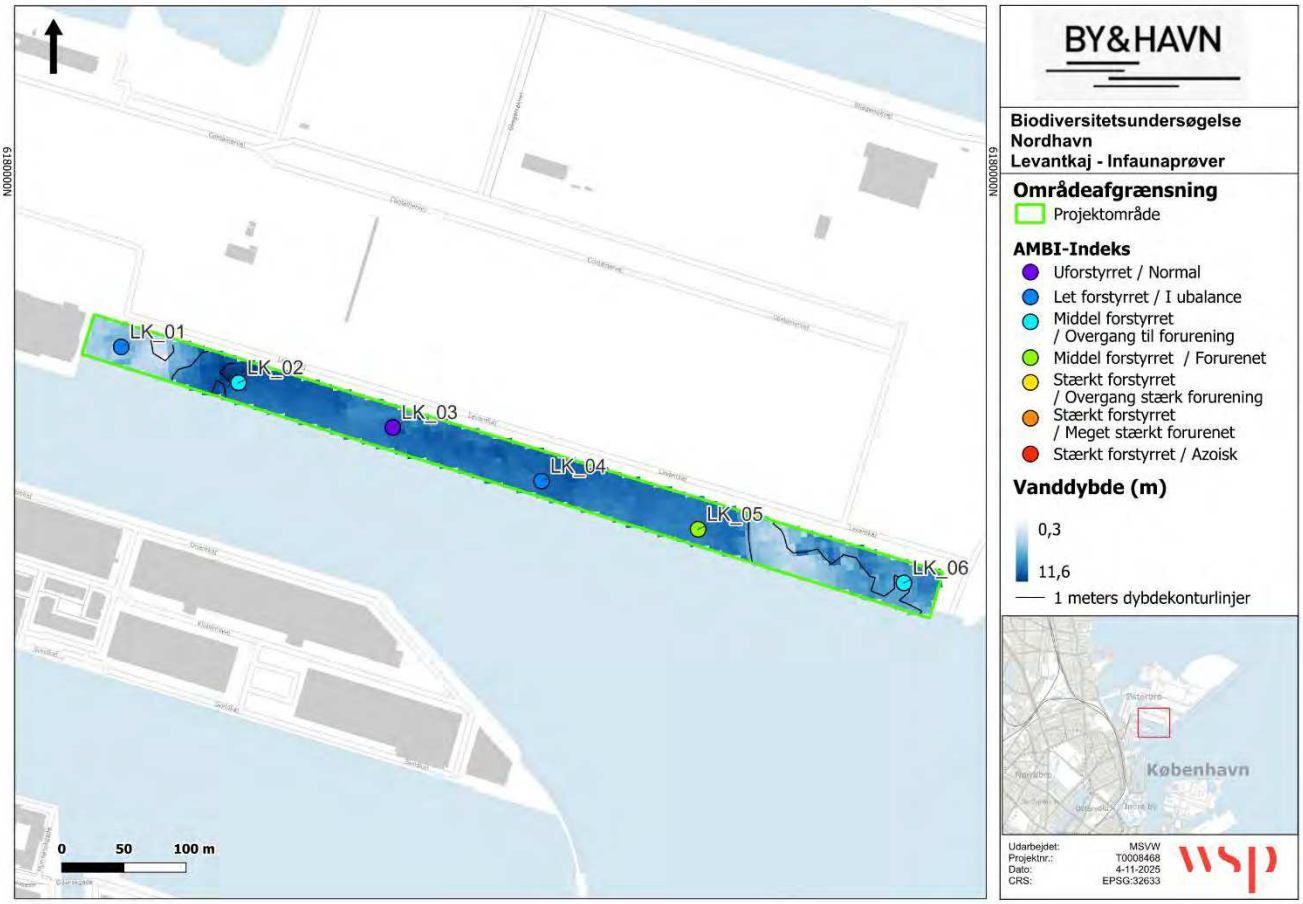
Shannon Wiener diversiteten pr. station er gennemsnitteligt på 0,88 (SE ±0,21) med den laveste ved LK_03 (én art) og den højeste ved LK_01 (Figur 3-23) og ligger derfor gennemsnitteligt under det spænd man normalt finder i danske farvande (1,03-4,1) (Hansen & Høgslund, 2023).

AMBI-INDEKS



Figur 3-24. AMBI-index for hver af de 16 stationer i projektområdet.

AMBI-indekset pr. station er gennemsnitteligt på 3,01 (SE ± 0,60) med den laveste ved LK_03 og den højeste ved LK_05, se Figur 3-24. Området kan derfor klassificeres fra uforstyrret til middel forstyrret (Figur 3-25). To af prøverne inkluderer arter fra faunagruppe GV (hurtigvoksende arter der tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold). Ligeledes indeholder to af prøver arter fra faunagruppe GI (arter der er meget følsomme overfor organiske betingelser som er til stede under ikke-forurenede forhold) men hovedparten af fire ud af de seks prøver bestod af faunagrupper GIII (arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse) med et gennemsnit på ca. 48 % over alle seks prøver).



Figur 3-25. Oversigt over AMBI-indeks i de 6 infaunaprøver.

DKI

Beregningen af det Danske Kvalitets Indeks (DKI), der inddrager Shannon Weiner indekset samt AMBI-indekset, og korrigerer disse for saliniteten (her på 20) giver en DKI-værdi på 0,31 (SE ± 0,07). I forhold til den økologiske kvalitetsratio (Tabel 2-3) er den økologiske tilstand Ringe.

Prøve LK_03 havde en lav H', men også en lav AMBI. Dette er et resultat af at kun én art blev registreret i denne prøve (ét individ af *P. exiguum)*. Dette giver altid en lav diversitet i form af H' = 0. Arten er til gengæld en art fra faunagruppe GI, og når det er den eneste repræsentant for stationen, bliver AMBI-værdien ligeledes lav (AMBI = 0). Ved at beregne DKI-værdien på prøve-niveau får man da også at DKI-værdien er 0 for denne station og derfor altså "Ringe"

4 DISKUSSION

4.1 DYBDEFORHOLD

Projektområdet har relativt ensartede dybdeforhold med dybdevariationer på kun få meter, fra ca. 8,3 m til 11,3 m (Figur 3-1).

4.2 SUBSTRATFORHOLD

Resultaterne af nærværende substrattypetolkning (Figur 3-4) viser, at projektområdet er domineret af substrattype 4b – kalk (37,7%) og af substrattype 1a – blød bund (33,4%). Derudover findes substrattype 3 - blandet bund med 10-25% store sten i 23,1% af projektområdet og 2b - blandet sandbund med <10% store sten findes i 5,8%.

Tilstedeværelsen af de hårdere substrattyper i området (substrattype 2b, 3 og 4b) kan sammenstilles med de i geologiske forhold i Københavnsområdet og Nordhavn. Geologien i området er kendetegnet af højtliggende kalk i form af "Københavnskalk", der er en prækvartær sandet kalksten aflejret i Danien (for 65-60 mio. år siden). Kalken har vekslende hårdhed og findes mange steder ca. 10 m under gadeniveau. Dette stemmer overens med dybdeforholdene i projektområdet (se Figur 3-1) (Larsen, 2025). Over Københavnerkalken findes marine sen- og postglaciale aflejringer. De senglaciale aflejringer (aflejret i sen istid) består af fin- til mellemkornet sand eller sandet grus, samt stedvis silt og ler. De postglaciale aflejringer ovenpå (aflejret efter istiden) består af sandet gytje, sand og grus (COWI, 2015).

Den sekundære mest dominerende substrattype i projektområdet er substrattype 1a - blød bund, er kendetegnet ved at være aflejret under rolige strømforhold med lavere vandudskiftning. Tidligere undersøgelser af havbunden i Københavns Havn viser, at sejlrender og inderhavne typisk er dækket af dyndlag i bunden og langs skuldrene af sejlløbene, mens yderhavnen rummer større områder uden målbart dynd (GEUS, 2000).

4.3 BIOLOGISKE FORHOLD

4.3.1 EPIFLORA- OG FAUNA

Der blev fundet to forskellige naturtyper på havbunden i Levantkajen, naturtype 1a – blødbundssamfund og naturtype 2/3/4 – hårdbundssamfund. Derudover naturtype – Lodrette flader, bestående af spuns og betonvæg, langs Levantkajens kanter (Figur 3-10, Tabel 3-2). Projektområdet er domineret af naturtype 2/3/4, der udgør omtrent 66,6% af de identificerede naturtyper i Levantkajen. Derefter findes naturtype 1a, der udgør 33,4% af projektet.

Fordelingen af naturtyper i Levantkajen overlapper til dels med projektområdets substratforhold. Naturtype 1a – blødbundssamfund overlapper med substrattype 1a bestående af en blød, siltet bund, mens naturtype 2/3/4 – hårdbundssamfund overlapper med de hårdere og faste substrattyper med sten og kalk. Substrattype er en afgørende fysisk faktor for, hvilke organismer der kan etablere sig og dermed hvilken naturtype der dannes.

Naturtype 2/3/4 er slået sammen på baggrund den observerede biologi tilknyttet substrattype 3 og substrattype 4b. Substrattype 2b i projektområdet udgør en overgang til de øvrige hårdbundssubstrater, og kan derfor ikke meningsfuldt adskilles.

Der observeres ved naturtypen, lodrette flader, karakteriseret af lodrette spuns- og betonvægge, en høj dækning af invertebrater bestående primært af blåmuslinger (M. edulis). De lodrette flader tilbyder et fast underlag som bl.a. muslinger og arter af substratspecifik flora foretrækker til fastgørelse. Derudover kan den lodrette flade beskytte mod ophobning af sediment, der ellers ville kunne dække filtrerende arter som muslinger, og dermed

forhindre en effektiv fødesøgning. Ligeledes vil der ikke være konkurrence fra sedimentbunde arter af flora og fauna.

Der observeres flere ligheder mellem den pågældende undersøgelse i Sundmolen og øvrige undersøgelser udført i Københavns Havn ((WSP 2025 (in prep): Havbiologisk monitering, Københavns Havn, Kunde: Københavns Kommune). Disse ligheder omfatter bl.a. en høj dækning af invertebrater bestående primært af blåmuslinger (*M. edulis*) ved lodrette spuns- og betonvægge.

4.3.2 INFAUNA

Indsamlet infauna-data fra projektområdet identificerede 12 arter på tværs af seks taxonomiske klasser. Den mest artsrige taxonomiske klasse i projektområdet er gastropoda (snegle), mens polychaeta (havbørsteorme) har den største tæthed, og bivalia (muslinger) udgør den største andel af den observerede biomasse.

Diversitet, tæthed og biomassen af arter varierer på tværs af datastationer, med de højeste målinger observeret i Levantkajens hjørner ved prøvetagningsstation LK_01, LK_02 og LK_06 (Figur 3-15, Figur 3-16 og Figur 3-17). De højere målinger overlapper med de områder af Levantkajen, hvor der er målt de laveste dybdeforhold (Figur 3-1). Ligeledes overlapper de højere målinger med områder af naturtype 1a – blødbundssamfund (Figur 3-10). Dette stemmer overens med de identificerede fremtrædende arter i projektområdet (Tabel 3-4), hvoraf de funde arter af polychaeta er sedimentlevende, tilknyttet miljøer der giver mulighed for nedgravning og fødesøgning i det organiske materiale i sedimentet.

Den store andel af biomassen der udgøres af bivalia, stammer fra en enkelt registrering af blåmusling (M. edulis) ved prøvetagningsstation LK_02. Det vides dog fra observationer med ROV i projektområdet, at de lodrette spuns- og betonvægge langs Levantkajens kanter, naturtype – lodrette flader, er karakteriseret ved at have en større andel af blåmuslinger (Figur 3-14), hvorfor det må forventes at biomassen af blåmuslinger vil være høj i Levantkajen.

Øvrige undersøgelser i Københavns Havn viser ligeledes en dominans af arter tilknyttet liv i og på sediment ved substrattype 1a, heriblandt arter af polychaeta.

4.3.3 HAVNENS PÅVIRKNING PÅ BIOLOGISKE FORHOLD

Levantkaj er placeret centralt i Københavns Nordhavn og fungerer primært som Københavns Containerterminal. Dette betyder, at havbunden er stærkt påvirket af den daglige havnedrift i området, der omfatter kraftig skruevand containerfartøjer og slæbebåde. Dette medfører en væsentlig opblanding af vandsøjlen og resuspention af sediment.

De regelmæssige forstyrrelser bevirker, at der på dybt vand kan observeres en påvirket havbund med dertilhørende forstyrrede biologiske samfund, som ikke tillader tilstedeværelse af en høj biodiversitet. På de lodrette flader ses dog andre og flere arter, der ikke er påvirket på samme måde som arter tilknyttet havbunden.

4.4 KONKLUSION

Vurderingsgrundlaget for potentielle påvirkningers indvirkning på bentisk flora og fauna fra projektet Biodiversitetsundersøgelser i Nordhavn er belyst i nærværende baggrundsrapport.

Baggrundsrapporten er udarbejdet på baggrund af en omfattende marinbiologisk og maringeologisk dataindsamling, samt af eksisterende viden. Data fra diverse parametre er hermed præsenteret indenfor projektområdet, for at danne grundlag for en eventuel miljøvurdering.

Nærværende baggrundsrapport danner baseline for de substratmæssige forhold og den biologiske mangfoldighed ud for Levantkaj.

5 REFERENCER

Borja et. al. (2000). *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Mar. Poll. Bull. 40, 1100–1114.*

Carstensen, J., Krause-Jensen, D., & Josefson, A. (2014). *Development and testing of tools for intercalibration of phytoplankton, macrovegetation and benthic fauna in Danish coastal areas.* Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 85 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 93. https://dce2.au.dk/pub/sr93.pdf.

COWI. (2015). *INDLEDENDE VURDERING AF HYDROGEOLOGISKE FORHOLD – YDRE NORDHAVN.*

GEUS. (2000). *Kortlægning af dynd i Københavns Havn med X-Star. Generel kortlægning.*

Hansen & Høgslund. (2023). *Hansen J.W. & Høgslund S. (2023). Marine områder 2021. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 220 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 529. http://dce2.au.dk/pub/SR529.pdf. Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse.*

Hansen, J. (2018). *Notat om usikkerheder og fejlkilder ved anvendelsen af DKI på bundfaunadata fra forskellige prøvetagningsdesign.* Aarhus Univeritet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 10 s.

Hansen, J. W., & Høgslund, S. (2023). *Marine områder 2021.* Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Larsen, G. (4. 12 2025). *København - geologi*. Hentet fra Lex.dk: https://lex.dk/K%C3%B8benhavn_-_geologi

WSP. (2022). *The Danish substrate classification method.*

BILAG

A TITEL

BY OG HAVN

MARINE BIODIVERSITETSUNDER-SØGELSER VED NORDHAVN

SKUDEHAVNEN

16-12-2025



BILLEDE AF VRAG FRA ROV-STATION SK03 (WSP, 2025)

MARINE BIODIVERSITETSUNDER-SØGELSER VED NORDHAVN

SKUDEHAVNEN

BY OG HAVN

PROJEKTNUMMER.: 22006618
DATO: 16-12-2025
RÅDGIVER: FREJA ARNFRED NIELSEN, EMIL MEJDAL PETERSEN, BENJAMIN CHRISTENSEN, FREDERIK GAI, MARTIN SYLVESTER VINTER WOLF
PROJEKTLEDER: LARS NEJRUP
KVALITETSSIKRET AF: FREDERIK GAI
GODKENDT AF: LEA BJERRE SCHMIDT
VERSION: 0.3
REVISIONSDATO: 28-01-2026

WSP

WSP.COM

1 INTRODUKTION 6
1.1 Marin baseline afrapportering 6
2 METODEBESKRIVELSE 7
2.1 Geofysisk undersøgelsesprogram 7
2.1.1 Databehandling og tolkning 8
2.1.2 Substrattypeinddeling 9
2.2 Biologisk undersøgelsesprogram 10
2.2.1 Surveyfartøj 10
2.2.2 Visuelle verifikationer 11
2.2.3 Surveyudstyr 12
2.2.4 Databehandling og tolkning 13
2.3 Bundfaunaprøvetagning 13
2.3.1 Undersøgelsesprogram 14
2.3.2 Databehandling 14
3 SURVEYRESULTATER 18
3.1 Dybdeforhold 18
3.2 Substratforhold 18
3.2.1 Substrattyper 19
3.2.2 Menneskeskabte objekter 23
3.3 Epiflora og -fauna 28
3.3.1 Naturtype 1a 31
3.3.2 Naturtype 2b 33
3.3.3 Naturtype 3 34
3.4 Infauna 35
3.4.1 Fremtrædende arter, Artsantal samt tætheder og biomasse af arter & Klasser 35
3.4.2 Diversitets- og miljøkvalitetsindeks 41
4 DISKUSSION 44
4.1 Dybdeforhold 44
4.2 Substratforhold 44
4.3 Biologiske forhold 44
4.3.1 Epiflora- og fauna 44
4.3.2 Infauna 45
4.3.3 Havnens påvirkning på biologiske forhold 45
4.4 Konklusion 45

5 REFERENCER 46

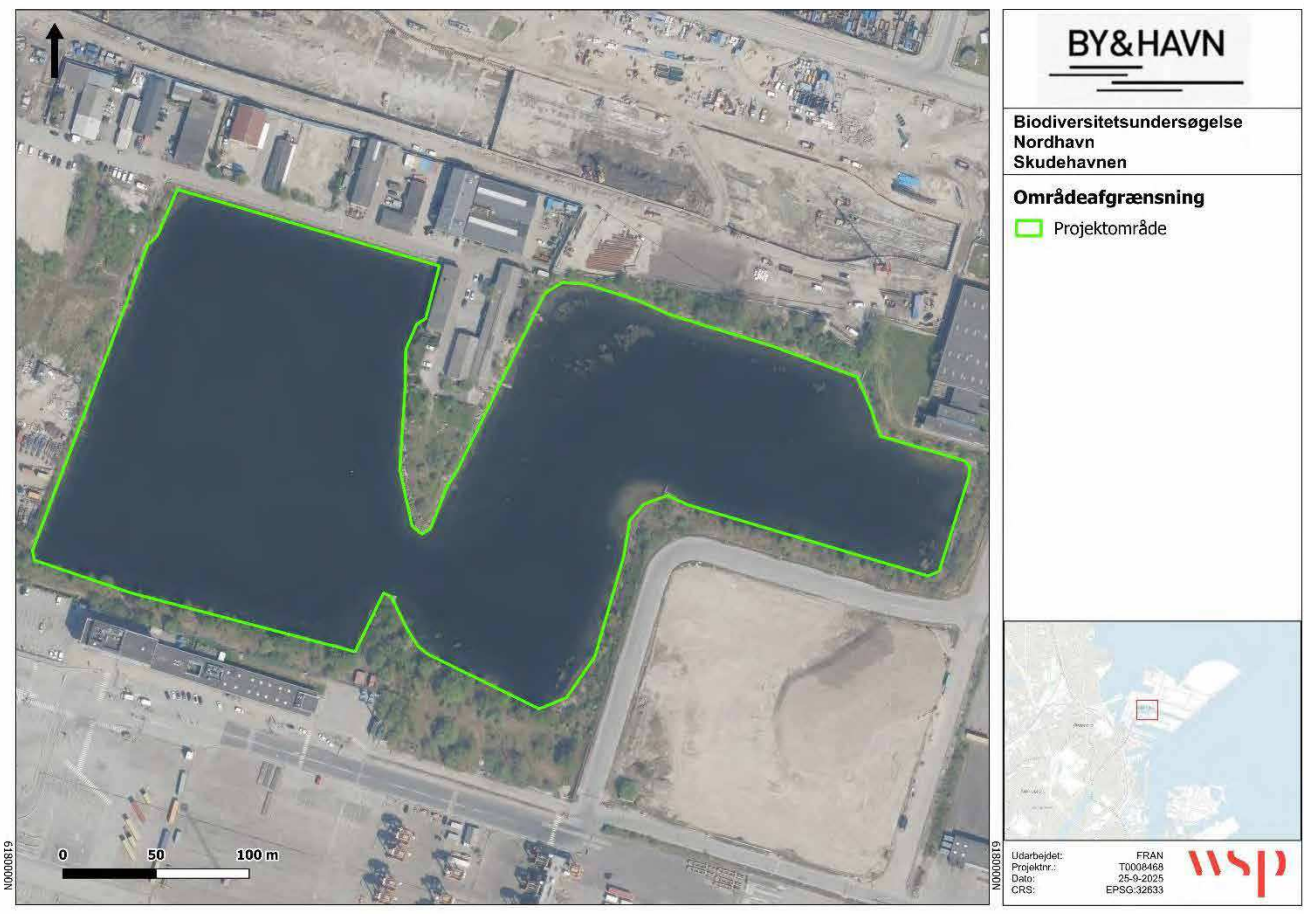
1 INTRODUKTION

1.1 MARIN BASELINE AFRAPPORTERING

By og Havn I/S har den 25. april 2025 udbudt en biologisk undersøgelse af marine områder ved Nordhavn. Undersøgelsens formål er at lave en baseline for de tre områder i Skudehavnen, ved Levantkaj og Sundmolen. Undersøgelsen skal indgå som grundlag for miljøvurdering af de omkringliggende byudviklingsprojekter, samt danne grundlag for udviklingen af biodiversitetsstrategier i forbindelse med DGNB-certificeringen af lokalplanerne.

I forbindelse med biodiversitetsundersøgelse i Nordhavn for By og Havn I/S, har WSP forestået marinbiologiske og -geologiske undersøgelser i projektområdet i Skudehavnen (Se Figur 1-1). Projektområdet har et areal på 70.667 m^2. Resultaterne af disse undersøgelser beskrives i denne baselinerapport.

Omfanget af undersøgelserne og undersøgelsesparametre tager udgangspunkt i en geofysisk og marinbiologisk kortlægning af området, samt viden fra eksisterende kortlægninger jf. WSP's tidligere kortlægninger i området.



Figur 1-1 Oversigt over projektområdet Skudehavnen der ligger til grundlag for de geofysiske og marinbiologiske og undersøgelser på det nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

2 METODEBESKRIVELSE

WSP har forestået de marine baselineundersøgelser, herunder kortlægning af hhv. epiflora og -fauna og infauna samt undersøgelser af kornstørrelsesfordelinger indenfor det definerede projektområde.

Undersøgelserne kan groft inddeles i følgende typer aktiviteter:

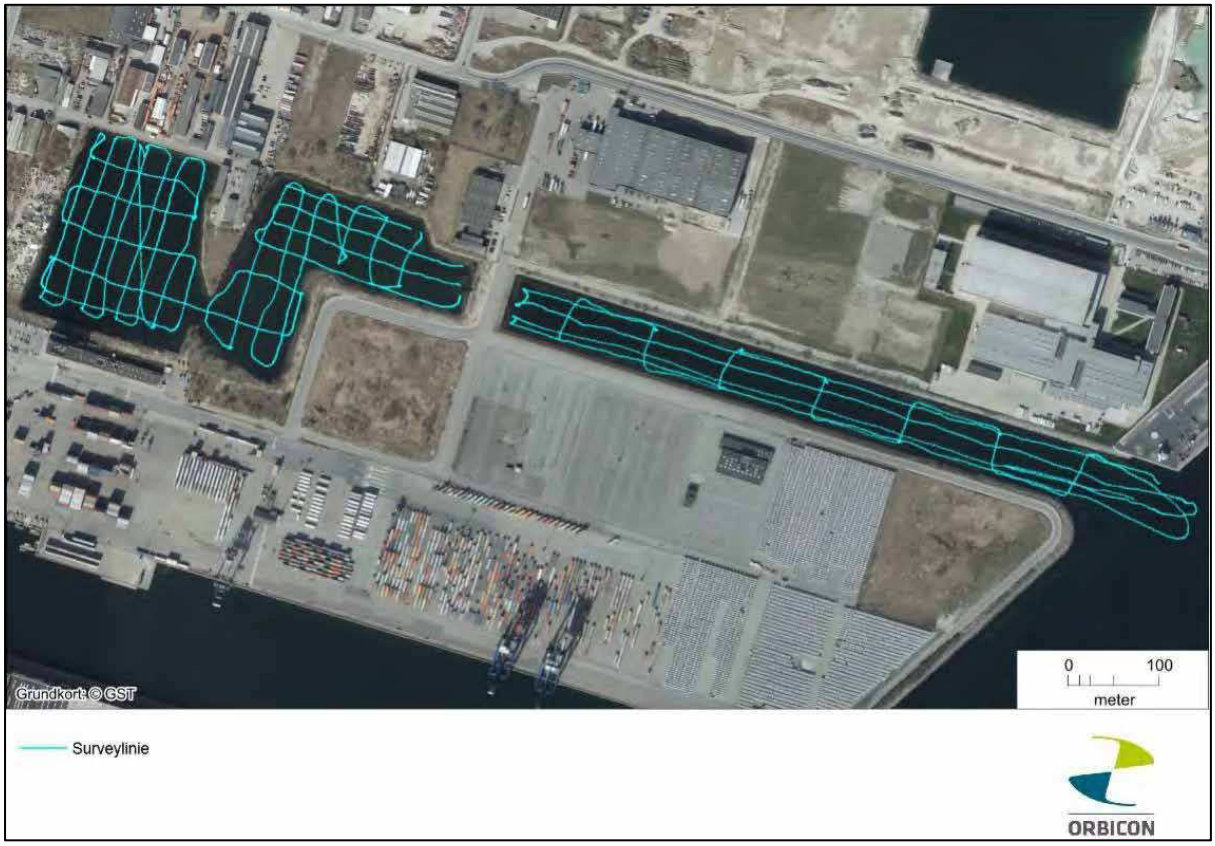
- Dybde- og Sidescan sonar opmålingssurvey (SBE og SSS)
- ROV-survey
- Bundfaunaprøvetagning

I det nedenstående er metoderne for de forskellige forundersøgelser præsenteret nærmere med en indledende beskrivelse af det fartøj der er anvendt til alle aktiviteterne.

2.1 GEOFYSISK UNDERSØGELSESPROGRAM

Datagrundlaget for den geofysiske databehandling i Skudehavnen tager udgangspunkt i et teknisk notat om sediment- og geofysiske forhold udført af WSP (forhenværende Orbicon) i 2016 (Orbicon, 2016). Der blev blandt andet gennemført geofysisk kortlægning med pinger (SBP) og sidescan sonar (SSS) for at udarbejde et bathymmetrisk kort for området samt en vurdering af overfladenære geologiske forhold. Der blev også gennemført en dybdeopmåling med enkeltstråle ekkolod (SBE) (Orbicon, 2016).

På Figur 2-1 ses en oversigt over den geofysiske kortlægning (surveylinjer), som blev gennemført fra WSPs (Orbicons) eget surveyfartøj. Kortlægningen blev gennemført d. 16. februar 2016, og der blev i alt indsamlet ca. 8 km geofysisk data (gældende for både Skudehavnen og Skudeløbet).



Figur 2-1. Oversigt over sejllinjer fra det geofysiske surveyprogram for sidescan sonar (SSS) og pinger (SBP) udført af WSP (førhen Orbicon) i 2016 i Skudehavnen og Skudeløbet.

På baggrund af tolkningen af sidescan-data blev der udarbejdet et oversigtskort, der viste tilstedeværelsen af identificerede objekter og menneskeskabte elementer på havbunden (Orbicon, 2016), men der blev ikke udført et substrattypekort. Sidescan dataene er derfor i nærværende rapport blevet brugt til at udarbejde et fulddækkende substrattypekort af havbunden i Skudehavnen, som ligger til grund for naturtypekortet (se Figur 3-3 og Figur 3-17).

2.1.1 DATABEHANDLING OG TOLKNING

En detaljeret beskrivelse af databehandlingen og tolkningen af de forskellige datatyper findes i nedenstående afsnit.

DYBDEOPMÅLING

Data fra dybdeopmålingen med singlebeam echosounder (SBE) blev udført i forbindelse med det geofysiske survey i 2016 og blev benyttet til at kortlægge dybdeforholdene i undersøgelsesområdet. Dybdedata indsamlet ved surveyet blev vandstands- og tidevandskorrigeret (Orbicon, 2016).

SIDESCAN SONAR

Overfladesedimentet er beskrevet ved brug af en sidescan sonar (SSS). SSS-instrumentet er specielt anvendelig til beskrivelse af havbundens ruhed (backscatter) og dermed indirekte bundens substratsammensætning. På SSS-billederne er det således forskellen i ruhed på havbunden, som gør det muligt at identificere og adskille forskellige substrattyper ved deres specielle karakteristika såsom sand- og grusbund, eller derudover identificere større objekter som sten, boblerev, vrag m.m.

På baggrund af de indsamlede SSS-data er der, udover selve substrattypetolkningen, foretaget en detaljeret tolkning af menneskabte objekter på havbunden og andre karakteristiske bundforhold – herunder eventuelle kulturhistoriske objekter.

Som en del af SSS-data processeringen på det rå sidescan data fra 2016 er der udført:

Bottom-tracking: Fjerner akustiske data fra vandsøjlen

- Gain correction: Ændrer på signalet via automatiske filtreringsalgoritmer for at sikre et ensartet/udjævnet signal på tværs af båndbredden
- Lay-back correction: Tilføjer kabellængden til positionen, så den er korrekt i forhold til skibets position. Kabellængden blev noteret under survey, og information blev efterfølgende brugt i korrektionen i post-processeringen
- De-striping: Reducering af støj fra træk i kablet til SSS-fisken, der typisk stammer fra bølgepåvirkning af surveybåden.
- Reducering af range for at reducere støj i yderste del af data.

De processerede SSS datafiler eksporteres enkeltvis i XTF-filformat, som efterfølgende eksporteres som samlede georefererede billedfiler (GeoTIFF-filformat), der danner grundlag for substrattypekortlægningen.

Det skal bemærkes, at den geofysiske kortlægning er foretaget, mens der var et tyndt isdække på vandoverfladen, hvilket har reduceret datakvaliteten af sidescandata (Orbicon, 2016).

Resultatet af SSS-dataindsamlingen er en række overlappende SSS-baner, som giver information om substrattyper langs sejllinjerne og samlet set giver en næsten 100 % dækning af havbunden i projektområdet. De enkelte baner sættes sammen til én samlet detaljeret mosaik med en høj dataopløsning. Ud fra SSS-mosaikken og resultaterne fra de visuelle verifikationer er der udarbejdet et substrattypekort, som anvendes til at fastlægge afgrænsninger mellem de forskellige substrattyper og områder med stendækning. De visuelle verifikationer anvendes som verificering af substrattyperne. Det udarbejdede substrattypekort danner grundlag for naturtypekortet for efterforskningsområdet.

De indsamlede sidescan data er blevet processeret, tolket og bearbejdet til kort, og resultaterne er præsenteret i GIS-programmet QGIS. Til processering af de indsamlede SSS-data er benyttet Sonarwiz 8, mens tolkningen af substratet er foretaget i QGIS.

2.1.2 SUBSTRATTYPEINDDELING

Substrattypeklassifikationen følger guideline for Natura 2000-kortlægning gennemført for Miljøstyrelsen og udviklet af Orbicon (nu WSP). Klassifikation af substrattyper tager udgangspunkt i de substrattypeklassifikationer, som tidligere er anvendt i danske råstof-, substrat- og habitatnaturtype-kortlægninger og er samlet i rapporten ”The Danish substrate classification method” (WSP, 2022), som er defineret og fastlagt i samarbejde med Miljøstyrelsen, jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB).

Klassifikationen forudsætter en geofysisk kortlægning med sidescan sonar mosaik. Tolkningen af substrattyper samt deres afgrænsning er baseret på ekspertvurdering.

I relation til tolkning af overfladefladesedimentet er bundsubstratet opdelt i følgende substrattyper jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB):

Substrattype 1 – Sand, silt og dynd: Områder bestående af finkornet blød bund eller fast sandbund (evt. med dynamiske bundformer) med varierende indslag af skaller og grus. Sand er defineret som kornstørrelser i intervallet 0,06-2,0 mm.

Typisk underinddeles substrattype 1 i substrattype 1a (mudder, siltede, bløde bunde), 1b (faste sandbunde) og 1c (lerede bunde), hvilket ikke fremgår af bekendtgørelsen. Det er en standard substrattypeinddeling, der er anvendt ved en lang række marine råstofefterforskninger med tilhørende afrapporteringer. Underinddelingen er anerkendt af Miljøstyrelsen.

Substrattype 2 - Sand, grus og småsten (store sten 1-10%):
Områder med varierende substrattype, som typisk består af en blanding af sand og varierende mængder af grus med en kornstørrelse på ca. 2-20 mm og småsten med størrelser på ca. 2-10 cm. Substrattypen indeholder også enkelte større sten større end 10 cm, der dækker op til 10% af havbunden.

Typisk underinddeles substrattype 2 i substrattype 2a (uden større sten >10 cm) og substrattype 2b (inkluderer bestrøning (<10 % dækning) af sten >10 cm. Det er en standard substrattypeinddeling, der er anvendt ved en lang række marine råstofefterforskninger med tilhørende afrapporteringer. Underinddelingen er anerkendt af Miljøstyrelsen.

Substrattype 3 - Sand, grus og småsten samt stenbestrøning med større sten (store sten 10-25%):
Områder bestående af blandede substrater med sand, grus og småsten med en varierende mængde af større sten fra ca. 10 cm dækkende 10-25 % af havbunden. Substrattypen adskiller sig fra substrattype 2 ved at indeholde et større antal sten fra ca. 10 cm og opefter. Stenene ligger oftest spredt (bestrøning) og kun i ét lag.

Substrattype 4 – Stenede områder og stenrev med 25-100% af større sten (og kalkbund):
Områder domineret af sten fra ca. 10 cm med tæt bestrøning til egentlige stenrev med eller uden huledannende elementer. Der kan også forekomme varierende mængder af sand, grus og småsten samt biogene rev/eller kalkrev i denne substrattype. Stenene kan ligge i ét lag eller danne egentlige stenrev, som rejser sig over den omkringliggende bund med flere lag (huledannende).

Data er på denne baggrund gennemgået systematisk og der er blevet tildelt en passende substrattype ud fra beskaffenheden af havbunden. Resultaterne af SSS-kortlægningen og substrattypetolkningen for projektområdet præsenteret i afsnit 3.2 om substratforhold baseret på tolkning af SSS-mosaikken og de verificerede substrattyper på havbunden for hvert ROV verifikationspunkt er præsenteret i afsnit 3.5.2.

2.2 BIOLOGISK UNDERSØGELSESPROGRAM

2.2.1 SURVEYFARTØJ

Til udførelse af surveyet er der anvendt WSP's grå surveybåd, der er en gummibåd (Figur 2-2). Dette fartøj blev valgt pga. udfordringer med at sætte WSP's øvrige surveyfartøjer i vandet i skudehavnen.

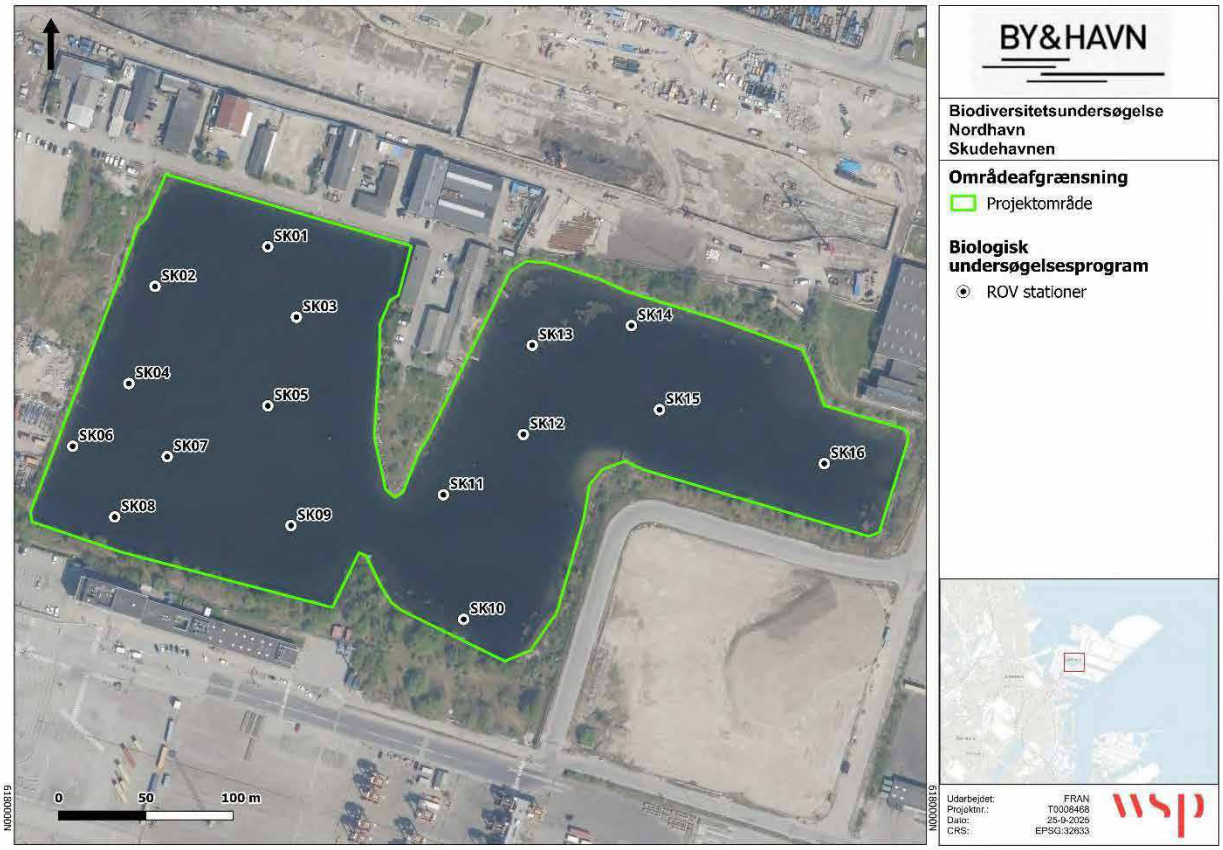


Figur 2-2 Foto af surveybåden, der blev brugt til indsamling af ROV-data og bundfaunaprøver.

2.2.2 VISUELLE VERIFIKATIONER

De visuelle verifikationer blev gennemført i forbindelse med den biologiske kortlægning og miljøundersøgelsen med henblik på verificering af overfladesubstratets sammensætning. Lokaliteterne af ROV-stationerne blev blandt andet udpeget på baggrund af en indledende tolkning af SSS-data og SBE-data.

De visuelle verifikationer blev udført med ROV (Remotely Operated Vehicle), som er et fjernstyret undervandsfartøj, der optager detaljerede videosekvenser fra havbunden. Undersøgelserne blev foretaget d. 20. juni 2025 og inkluderede indsamling af videomateriale på i alt 16 ROV-stationer (Figur 2-3). ROV stationerne er spredt jævnt ud over projektområdet ud fra udpegning af interessepunkter fra sidescan-data, herunder undersøgelse af substrattypen, marine blomsterplanter og menneskeskabte objekter.



Figur 2-3. Oversigt over lokaliteterne for de indsamlede ROV stationer i projektområdet. Oversigt angivet på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

2.2.3 SURVEYUDSTYR

Ved hver station blev ROV'en nedsænket i vandet, og der blev gennemført visuel verifikation af havbunden med det formål at identificere substratforhold, epifauna, makroalger og blomsterplanter. I forbindelse med afsøgning af havbunden, blev der optaget HD-video og ført logbog. Data og beskrivelser blev indført i en logbog for ROV feltprogrammet, der er vedlagt i Bilag A.

ROV-optagelserne blev foretaget af erfarne ROV-piloter med marinbiologisk ekspertise, og alle visuelle verifikationer er blevet gennemgået og kvalitetssikret af marinbiologer og -geologer.



Figur 2-4. ROV af fabrikatet Blue ROV2, der blev anvendt til de visuelle verifikationer ved nærværende marine efterforskning.

Der kan være registreret flere forskellige substrattyper på de enkelte ROV-stationer, da udpegning af verifikationsstationer bl.a. udpeges på baggrund af synlige ændringer i overfladesubstrat eller svært identificérbare strukturer observeret på dybde og/eller SSS-data.

2.2.4 DATABEHANDLING OG TOLKNING

Efter endt ROV-survey blev logbogen kvalitetssikret af en erfaren maringeolog og havbiolog, der sammenstillede de, i logbogen, angivne arter, dækningsgrader m.m. med det tilgængelige videomateriale. Herefter blev der udarbejdet substratspecifikke beskrivelser af fordelingen af flora- og faunaarter.

Verifikationerne af substratet blev anvendt til at verificere de tolkede substrattyper fra SSS-mosaikken i efterforskningsområdet baseret på den indledende tolkning af de tilvejebragte geofysiske data.

Efterfølgende er substrattyper og den associerede biologi fra ROV-verifikationer sammenstillet til naturtyper. Naturtyper er bestemt ud fra unikke kombinationer af substrattyper samt unikke bentiske flora og fauna taxa/arter forbundet med disse (se afsnit 3.3). Flora og fauna, som lever på eller i de forskellige substrattyper, kortlægges ved hjælp af ROV, og de bentiske samfund og dermed naturtyperne bestemmes derfor hovedsageligt ud fra de epibentiske samfund, der lever på sedimentet. Synlig infauna og tegn på infauna-aktivitet, såsom muslingehuller, børsteormebunker og rør er dog også inkluderet i taxa-listen og dækningsprocenten.

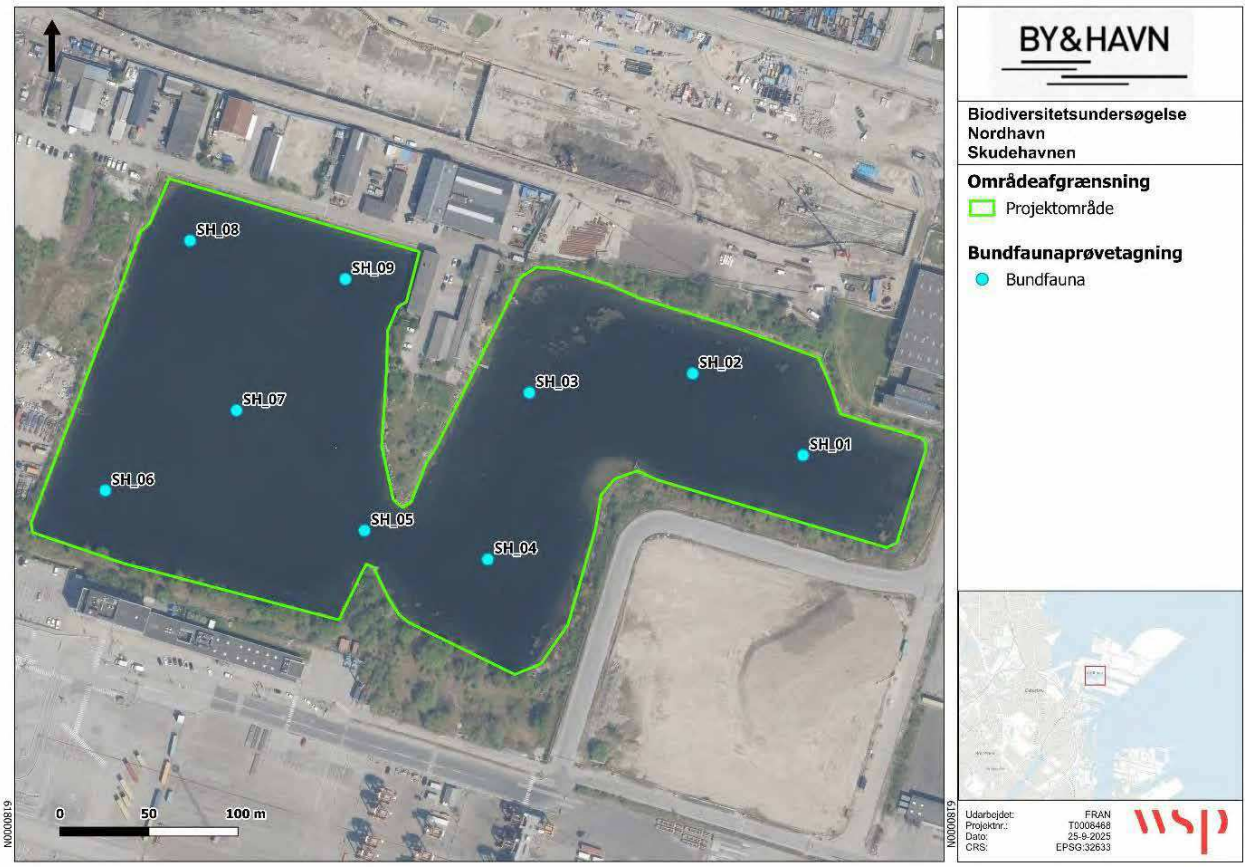
Resultaterne af ROV-verifikationerne i forhold til substrat- og naturtypeinddeling i projektområdet og de biologiske forhold registreret ved ROV-dyk er præsenteret i afsnit 3.2 og 3.3.

2.3 BUNDFAUNAPRØVETAGNING

Bundfaunaprøvetagningen har til formål at opnå vidensgrundlag om infaunaen i området.

2.3.1 UNDERSØGELSESPROGRAM

Undersøgelserne blev foretaget d. 20. juni 2025 og inkluderede ni prøver (Figur 2-5). Til indsamling af infaunaprøver blev der brugt en mini van veen grab (0,025 m^2). De ni prøver giver et samlet prøveareal på 0,225 m^2 og søger at give et bredt billede af infauna-samfundet i hele området.



Figur 2-5. Oversigt over lokaliteterne i projektområdet hvor bundfauna prøver er indsamlet. Oversigt angivet på nyeste orthofoto (2024) fra Dataforsyningen.

2.3.2 DATABEHANDLING

Formålet med nærværende analyser er at undersøge infauna-samfundet i projektområdet for at belyse diversiteten og fødegrundlaget for højere trofiske niveauer.

De oparbejdede sedimentprøver tillader en kvantitativ analyse, hvorved det biologiske samfund kan blive udtrykt i bl.a. artsdiversitet, biomasse samt diversitetsindeks

For det samlede område samt hver station beregnes:

- Artsantal
- Tæthed (individer) og biomasse (vådvægt) pr. m^2
- Artsdiversiteten (Shannon-Wiener diversitetsindeks, AMBI og DKI)*

*Det er vigtigt at pointere, at det anvendte miljøindeks ikke er udviklet til at sammenligne forskellige lokaliteter, da fx bølgepåvirkning, salinitet, sediment- og forureningsforhold varierer. Der vil således være lokaliteter, hvor man helt naturligt (f.eks. højdynamiske områder) ikke forventer en stor forekomst af følsomme arter, hvilket vil blive afspejlet i indeksværdien. Ved tidsserier fra samme lokalitet kan man derimod følge miljøkvaliteten på lokaliteten over tid.

ARTSANTAL

Der er flere faktorer, som har betydning for artsantallet i et givent område, herunder havbundens beskaffenhed (substrattype og dynamiske forhold) samt hvilken dybde-, temperatur- og salinitetsgradient de enkelte arter er tilpasset. Hertil kommer den påvirkning, som skyldes menneskelig aktivitet, såsom eutrofiering (større risiko for iltsvind), skibsaktiviteter, eller fjernelse af substrat ved råstofindvinding, hvilket direkte eller indirekte påvirker artsantallet og -sammensætningen i en kortere eller længere periode.

SHANNON-WIENER DIVERSITETSINDEKS

Shannon-Wiener-indekset H' (Shannon & Weaver, 1949) er et matematisk udtryk for diversiteten i samfundet, som giver en større information om samfundets sammensætning end antallet af tilstedeværende arter, da den relative hyppighed af de forskellige arter indgår i udtrykket.

$$H' = -\sum_{i=1}^{R} p_i \ln p_i$$

hvor p_i er antallet af dyr af hver art divideret med det samlede antal individer af alle arter i samfundet. Shannon-Wiener værdien bliver lav, hvis der er få arter, hvoraf nogle dominerer med et højt individantal. Hvis der derimod er mange arter i prøverne og disse har forholdsvis ens tæthed, bliver værdien høj. Værdien for H' ligger mellem 0 og 5, dog typisk mellem 1,5 og 3,5.

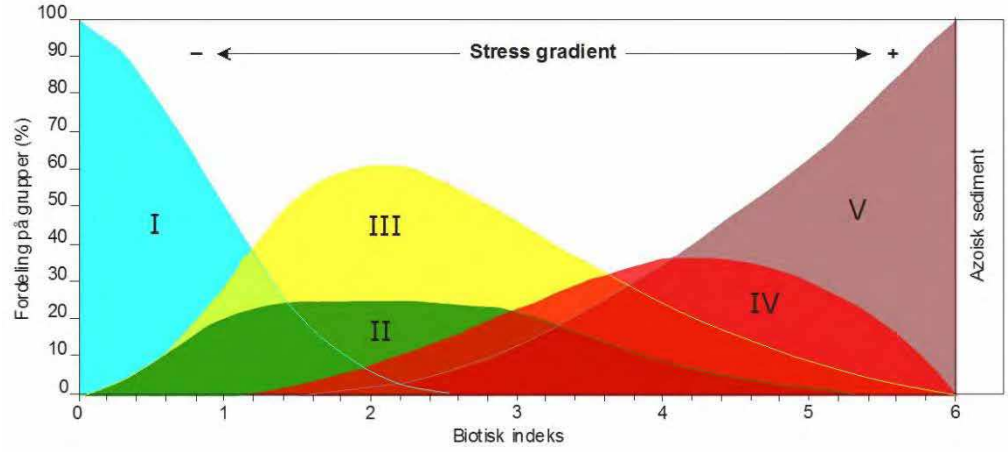
TÆTHED OG BIOMASSE

Tætheden indikerer potentielle presfaktorer, fødetilgængelighed og dominerende arter, mens områdets biomasse indikerer størrelsen af dyrene og deres vægt. Tætheden (individer (N) per m^2) vurderes i forhold til artsfordelingen for at vurdere samfundets stabilitet. Størrelsen er særligt vigtig, hvis man skal vurdere, hvilket fødegrundlag infaunaen udgør for andre arter samt aldersfordelingen inden for en bestemt art. I nogle tilfælde vil biomassefordelingen afsløre, om der primært findes unge (små) individer, mens der i andre mere stabile miljøer vil være større og derved ældre individer, som har haft mulighed for at overleve og vokse sig store. Alderen på eks. muslingesamfund kan indikere, om samfundet har været påvirket af fx iltsvind, råstofindvinding eller intensivt bundtrawl.

AMBI-INDEKS

AMBI-indekset et marinbiologisk indeks, som er udviklet til infaunaen i europæiske fjorde, kyster og havområder med henblik på at vurdere effekterne som følge af eutrofiering (Borja et. al., 2000). Dette indeks er afledt af den individuelle tæthed i fem økologiske faunagrupper, som er klassificeret efter deres følsomhed/tolerance over for miljømæssige stressfaktorer (GI-GV) (Se Figur 2-6 og Tabel 2-1). AMBI-indekset er beregnet for indholdet af infauna i de individuelle haps-prøver ligesom Shannon-diversiteten.

Som nævnt tidligere kan AMBI-indekset ikke anvendes til sammenligning af forskellige lokaliteter, men derimod til at følge samfundets/lokalitetens udvikling over tid på samme lokalitet.



Figur 2-6. Teoretisk udvikling af de fem faunagrupper og AMBI-værdier over en stressgradient - Modificeret fra (Borja et. al., 2000).

Beskrivelser af de fem faunagrupper fra Borja et. Al., (2000), er som følgende:

Faunagruppe GI; arter, der er meget følsomme overfor organisk berigelse (eutrofiering/forurening) og som er til stede under ikke-forurenede forhold. Dette kan være specialiserede rovdyr eller bestemte rørboende børsteorme. Eksempler på GI-arter er havbørsteormene *Diplocirrus glaucus* og *Pholoe baltica* og tangloppearten *Ampelisca tenuicornis*.

Faunagruppe GII; arter, der er indifferente over for næringsstofberigelse og altid til stede i lave tætheder uden signifikante variationer over tid. Dette kan være suspensionsædere, ikke-specialiserede rovdyr og ådselsædere. Eksempler på GII-arter er fin mudderslangestjerne *Amphiura filiformis*, hesteskoorm *Phoronis* sp. og havbørsteormen *Nephtys caeca.*

Faunagruppe GIII; arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse. Disse arter kan optræde under normale betingelser, men stimuleres af organisk berigelse. Dette kan for eksempel være overfladedetritusædere. Eksempler på GIII-arter er havbørsteormene *Scoloplos armiger* og *Praxillella praetermissa* og Mysella-musling *Kurtiella bidentata*.

Faunagruppe GIV; anden-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse. Dette drejer sig om arter, der er overfladedetritus- eller sedimentædere. Eksempler på GIV-arter er havbørsteormene *Pectinaria koreni* (dansk navn: lige kambørsteorm), *Prionospio fallax* og *Chaetozone* sp..

Faunagruppe GV; første-ordens opportunistiske arter, der er hurtigtvoksende og tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold, fx lavt iltindhold. Eksempler på GV-arter er slamrørsorm *Tubificoides benedii.*

På baggrund af fordelingen af arter kan man beregne en AMBI-værdi ud fra formlen:

$$AMBI = \frac{0 * \%GI + 1{,}5 * \%GII + 3 * \%GIII + 4{,}5 * \%GIV + 6 * \%GV}{100}$$

AMBI-værdien kan efterfølgende tolkes i henhold til (Borja et. al., 2000), som både angiver bundsamfundets tilstand, samt i hvilken grad lokaliteten er forstyrret. Skalaen går fra normal til stærkt forurenet for bundsamfundet og fra uforstyrret til ekstremt forstyrret for lokaliteten (Tabel 2-1).

Tabel 2-1. Oversat fra (Borja et. al., 2000) kan AMBI-værdierne tolkes som vist i tabellen herunder.

AMBI	Dominerende økologisk gruppe	Det bentiske samfunds tilstand	Områdeforstyrrelses-klassifikation
0,0 < AMBI ≤ 0,2 0,2 < AMBI ≤ 1,2	I	Normal Svækket	Uforstyrret
1,2 < AMBI ≤ 3,3	III	I ubalance	Let forstyrret
3,3 < AMBI ≤ 4,3		Overgang til forurening	Middel forstyrret
4,3 < AMBI ≤ 5,0	IV-V	Forurenet	
5,0 < AMBI ≤ 5,5		Overgang til stærk forurening	Stærkt forstyrret
5,5 < AMBI ≤ 6,0	V	Meget stærkt forurenet	
Azoisk	Azoisk	Azoisk	Ekstremt forstyrret

DET DANSKE KVALITETSINDEKS, DKI

Det danske kvalitetsindeks, DKI, er udviklet til at vurdere et vandområdes tilstand i henhold til EU's vandrammedirektiv. DKI kombinerer diversiteten (udtrykt som Shannon-Wieners diversiteten), graden af følsomhed i infaunasamfundet (AMBI), saliniteten i det pågældende undersøgelsesområde samt den økologiske kvalitetsratio (BEK nr. 792 af 13/06/2023).
DKI er ligeledes beregnet for individuelle HAPS-prøver (DKI v.3) og derefter puljet til en samlet værdi (Hansen J. , 2018). I udregningen af DKI anvendes en saliniteten på 20.5 og sammenlignes med den økologiske kvalitetsratio for vandområde 222, Kattegat, Ålborg bugt.

Formlen til beregning af DKI vers.3 er som følgende:

$$\text{DKI vers.}3 = \left(\frac{\left(1 - \frac{\text{AMBI} - \text{AMBI}_{\text{min}}}{7}\right) + \left(\frac{\text{H}}{\text{H}_{\text{max99}}}\right)}{2} \right) * \left(1 - \frac{1}{\text{N}}\right)$$

Hvor N er antal individer. Herudover anvendes AMBI_{min} og H_{max99}, der korrigerer for salinitet, som defineret af Carstensen et. al. (2014):

$$\text{AMBI}_{\text{min}} = 3{,}083 - 0{,}111 * \text{salinitet (o/oo)}$$

AMBI_{min} må aldrig være <0, hvis det er tilfældet, sættes den til 0.

$$\text{H}_{\text{max(H99)}} = 2{,}117 + 0{,}086 * \text{salinitet (o/oo)}$$

$\text{H}/\text{H}_{\text{max}}$ må aldrig være >1, hvis det er tilfældet, sættes $\text{H}_{\text{max}} = 1$

For at vurdere tilstanden for et vandområde, benyttes nedenstående grænseværdier (Tabel 2-2) gældende for Nordlige Øresund, (BEK nr. 792 af 13/06/2023), udviklet og interkalibreret ifm. implementering af vandrammedirektivet.

Tabel 2-2. DKI Grænseværdier for den økologiske kvalitetsratio til vurdering af vandområders tilstand gældende for Nordlige Øresund (BEK nr. 792 af 13/06/2023)

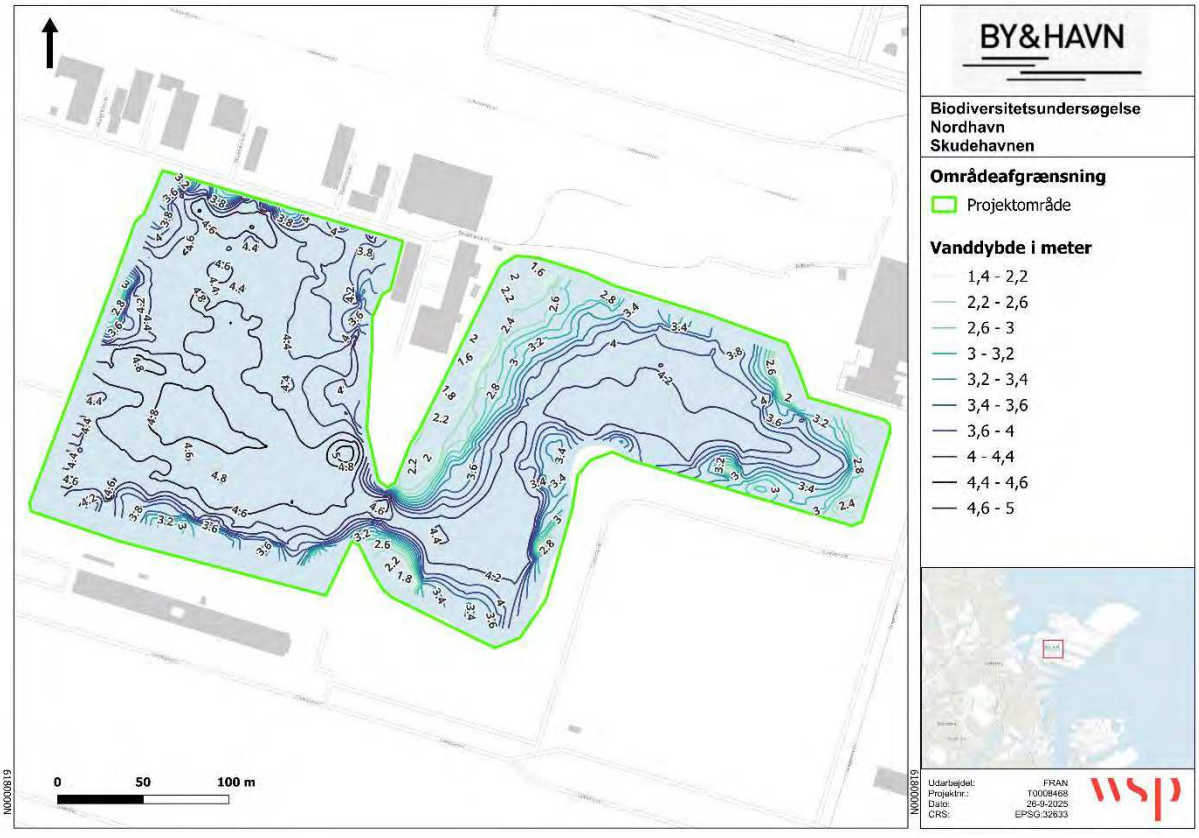
Dårlig	Ringe	Moderat	God	Høj
<0,23	0,23-0,45	0,45-0,68	0,68-0,84	>0,84

3 SURVEYRESULTATER

I det følgende præsenteres resultaterne fra de marine miljøundersøgelser, som er gennemført d. 20. juni 2025 af WSP. De marine undersøgelser vil sammen med tidligere indsamlet data fra 2016 (Orbicon, 2016) skabe et fulddækkende datagrundlag for området.

3.1 DYBDEFORHOLD

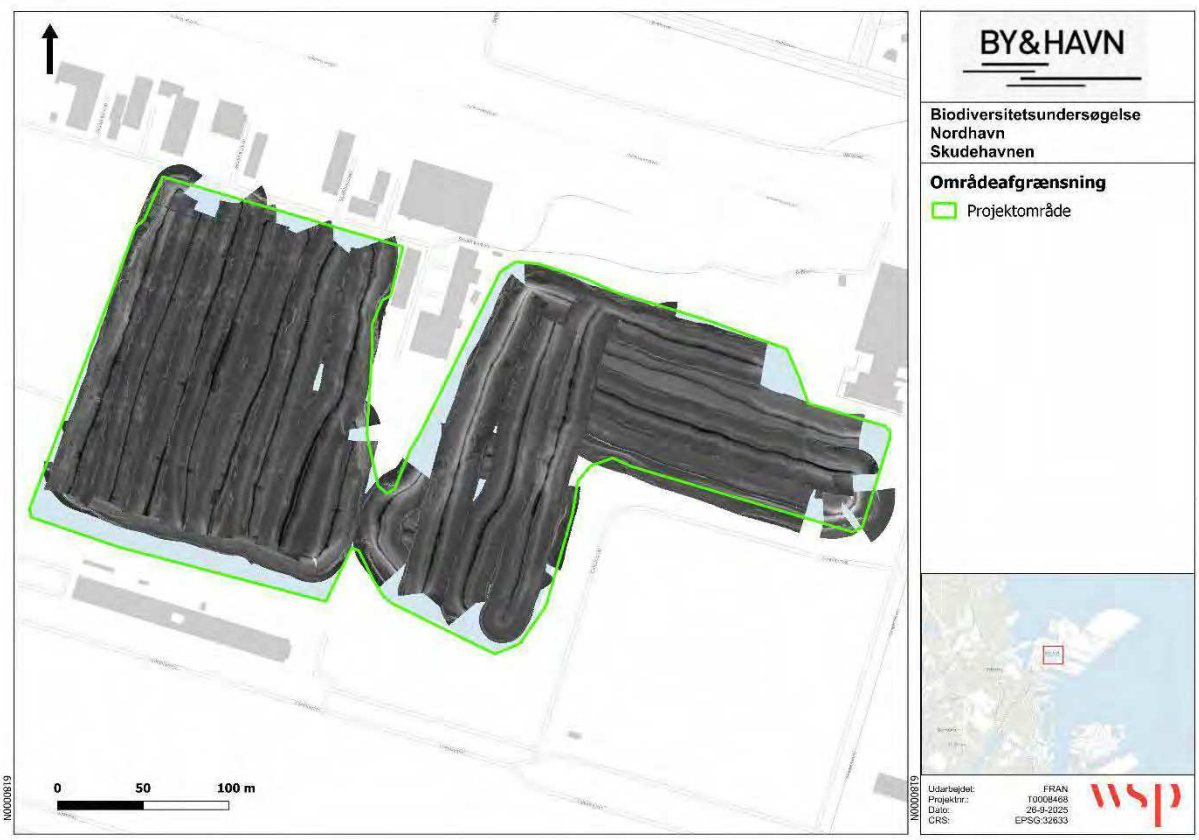
Undersøgelsen fra 2016 har resulteret i en detaljeret dybdeprofil (Orbicon, 2016). Dybdeforholdene i området varierer fra 1,4 m og 5 m (Figur 3-1).



Figur 3-1. Oversigt over dybdeforhold (2016) i Skudehavnen opmålt med SBE (Orbicon, 2016).

3.2 SUBSTRATFORHOLD

Substrattypekortlægningen i projektområdet er baseret på tolkning af den fulddækkende og højopløselige SSS-mosaik af de processerede SSS-data (Figur 3-2) samt de indsamlede ROV-stationer, der fungerer som verifikation af substrattypen (overfladesedimenttypen).

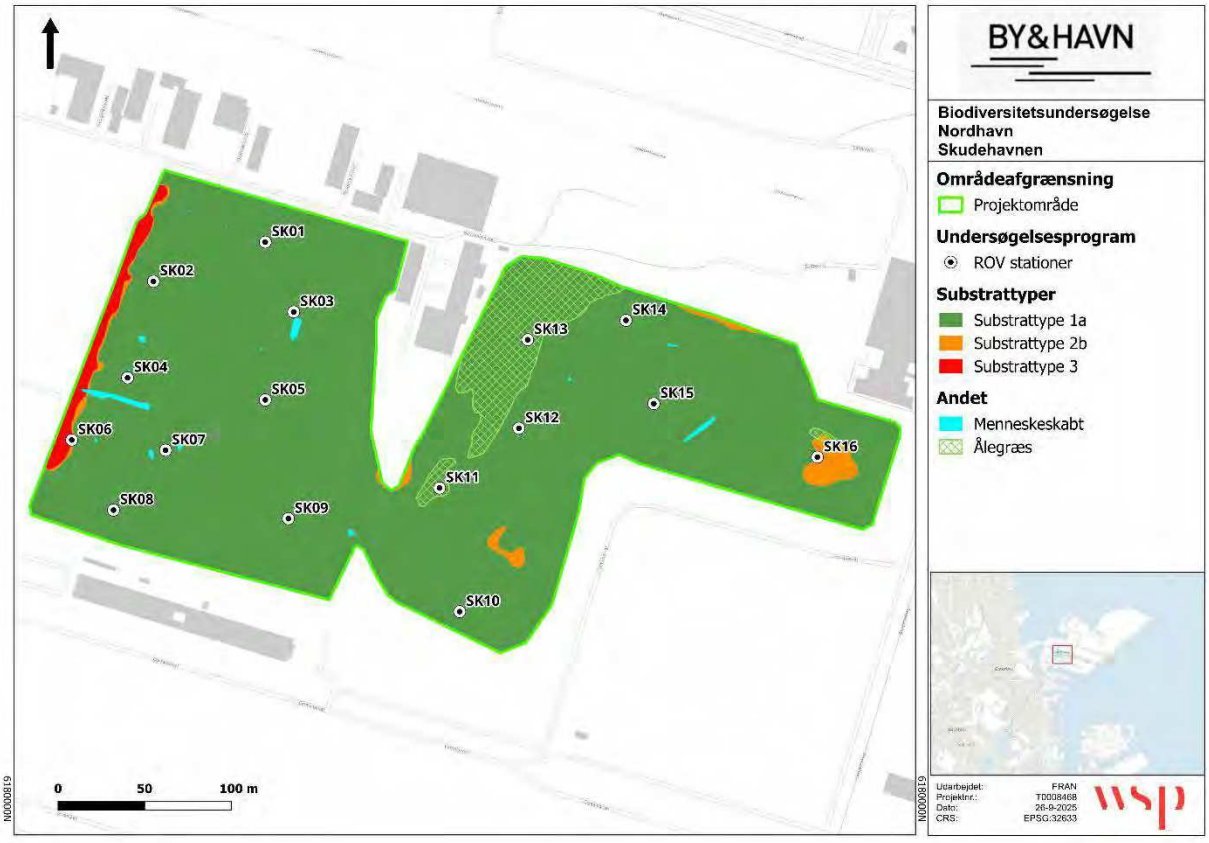


Figur 3-2. Oversigt over indsamlet sidescan sonar mosaik (SSS) fra 2016 i projektområdet (Orbicon, 2016).

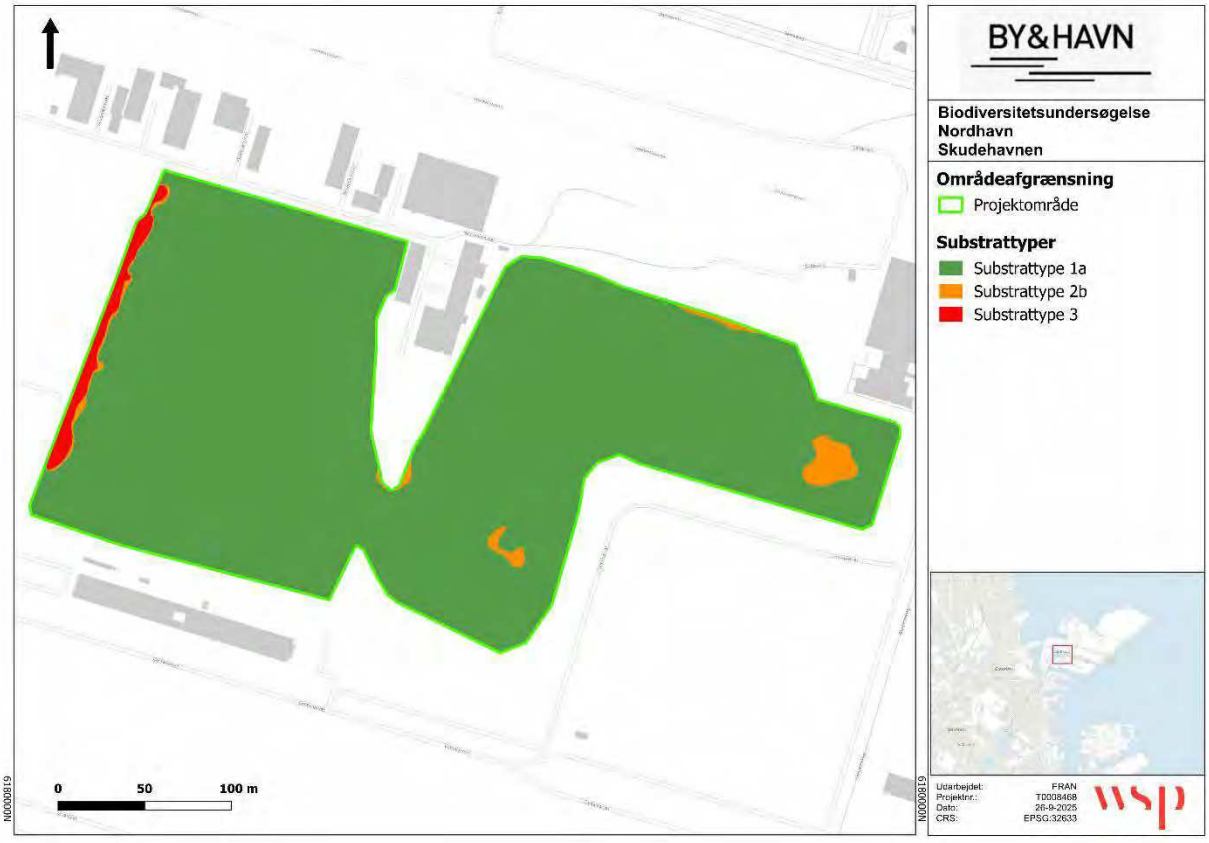
I relation til tolkning af overfladefladesedimentet er bundsubstratet opdelt i nedenstående substrattyper jf. Råstofbekendtgørelsen (BEK nr. 1680 af 17/12/2018, Fase IB), som er nærmere beskrevet i afsnit 2.1.2 om substrattypeinddeling.

3.2.1 SUBSTRATTYPER

Figur 3-3 viser fordelingen af substrattyper inden for det kortlagte projektområde. Desuden er kortlagt ålegræs og kortlagte menneskeskabte strukturer og objekter angivet. Der er også angivet lokaliteterne for ROV-stationer. Alle ROV-verifikationer er gennemgået og sammenlignet med SSS-data, så tolkningerne er verificeret og understøttet. Bundfauna prøver og orthofotos er også blevet benyttet som assisterende vidensgrundlag til tolkningen. Figur 3-4 viser udelukkende fordelingen af substrattyperne i projektområdet.



Figur 3-3. Substrattypekort kortlagt ud fra sidescan-mosaik. Derudover er kortlagt ålegræs, menneskeskabte objekter samt ROV-stationer angivet.



Figur 3-4. Substrattypekort kortlagt ud fra sidescan-mosaik og verificeret med ROV.

I Tabel 3-1 er der opgjort en samlet arealfordeling af substrattyperne i projektområdet. Det ses, at havbunden i projektområdet er domineret af substrattype 1a med en blød, siltet bund (96,6%, se Figur 3-5) og sekundært af substrattype 2b, som er en blandet sandbund med op til 10% store sten over 10 cm (1,8%, se Figur 3-6). Mod vest findes substrattype 3, som er blandet bund med op til 25% store sten (1,6%, se Figur 3-7).

Tabel 3-1. Arealfordeling af de tolkede substrattyper i Skudehavnen.

Substrattype	Projektområde		
	m²	ha	%
1a – Blød siltet bund	68246,5	6,8	96,6
2b – Blandet sandbund med ≤10% store sten	1295,2	0,1	1,8
3 – Blandet bund med ≤25% store sten	1125	0,1	1,6
Totalt	70666,6	7,1	100



Figur 3-5. Substrattype 1a fra ROV-station SK01.



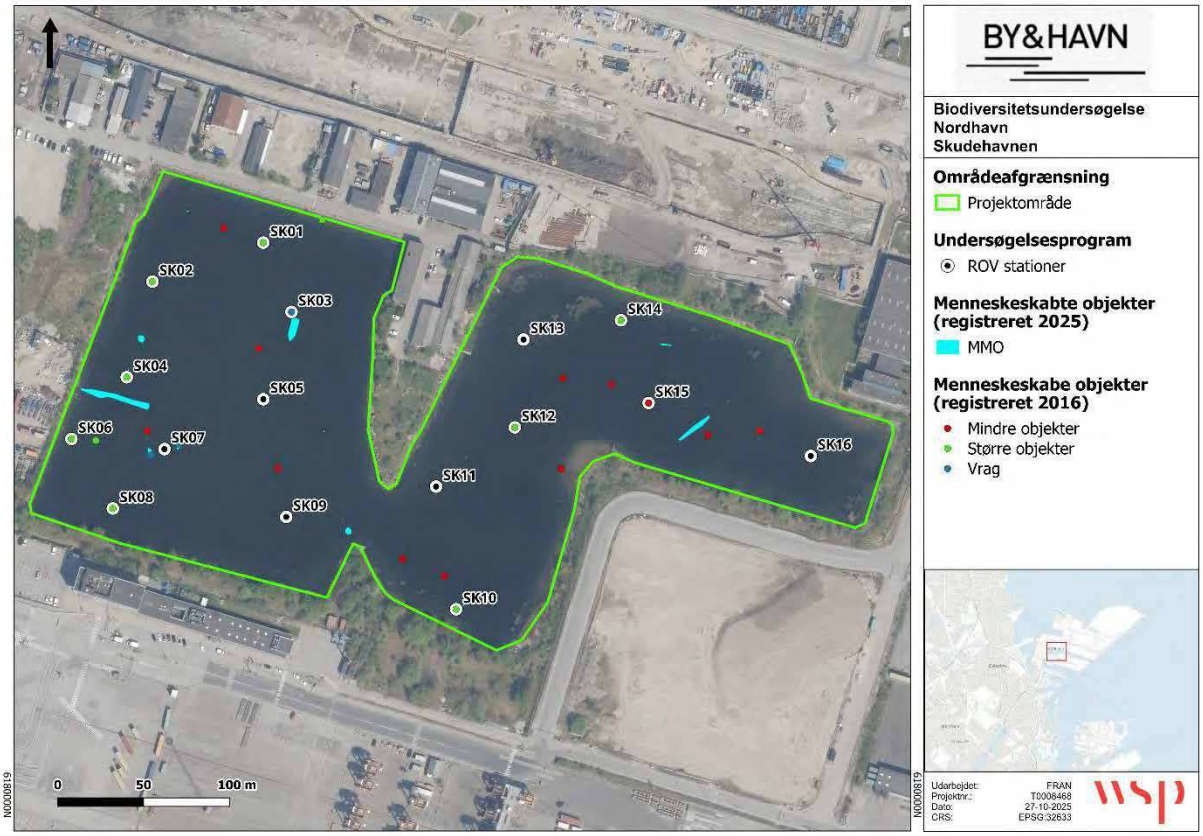
Figur 3-6. Substrattype 2b fra ROV-station SK16.



Figur 3-7. Substrattype 3 fra ROV-station SK06.

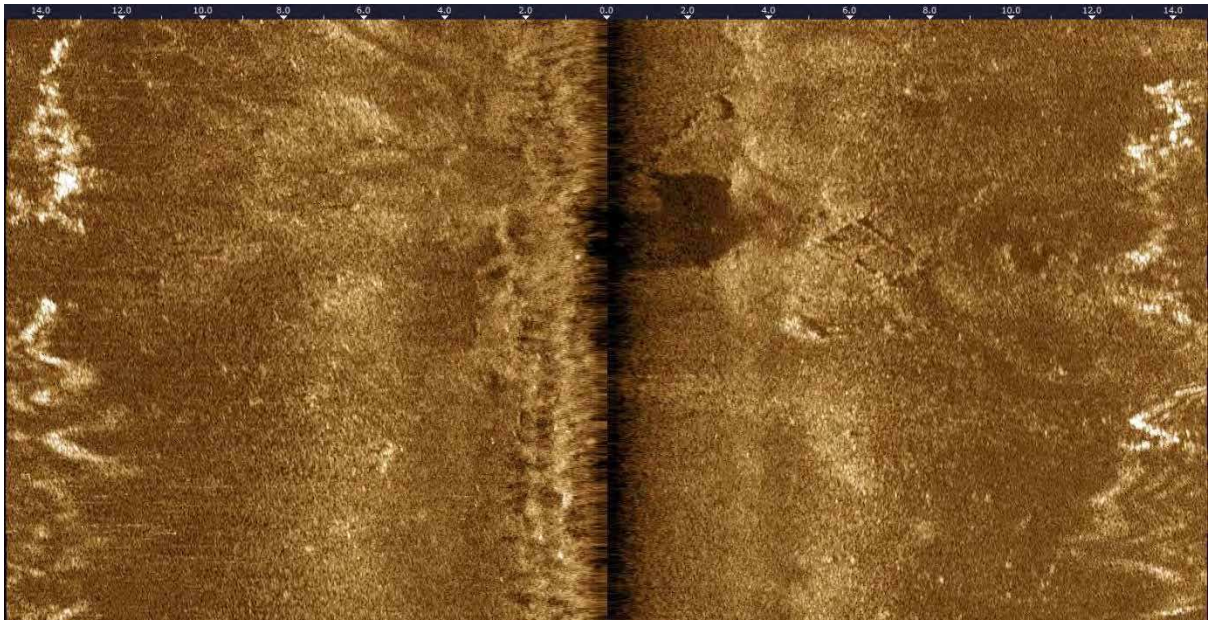
3.2.2 MENNESKESKABTE OBJEKTER

Der er registreret menneskeskabte objekter på havbunden flere steder i Skudehavnen (Figur 3-8). Menneskeskabte objekter er verificeret ud fra den tidligere undersøgelse i 2016 (Orbicon, 2016) med sidescan sonar data (SSS) og ROV-verifikationer fra 2025. Det skal bemærkes, at sigtbarheden i vandsøjlen var begrænset, hvilket har medført, at ikke alle udpegede objekter har kunnet blive verificeret ved hjælp af ROV.



Figur 3-8. Oversigt over menneskeskabte objekter i Skudehavnen med angivelse af ROV-stationer. Menneskeskabte objekter blev punkt-registreret fra SSS-data i 2016 (Orbicon, 2016). Det dækker over vrag, større objekter (genstande >1 m) og mindre objekter (genstande <1 m). Menneskeskabte objekter fra 2025 er registreret som lyseblå polygoner (”MMO”) på SSS og er verificeret på ROV-data.

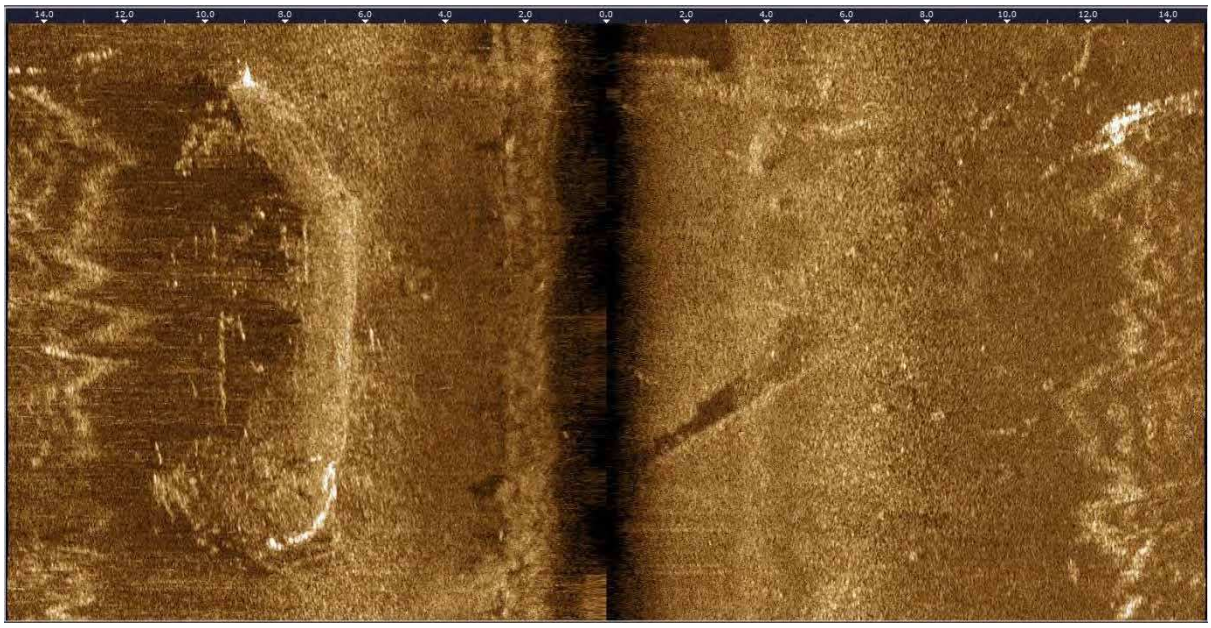
Nedenfor vises eksempler på menneskeskabte objekter, som er blevet verificeret på SSS-data og ROV i 2025 (se Figur 3-9 til Figur 3-16).



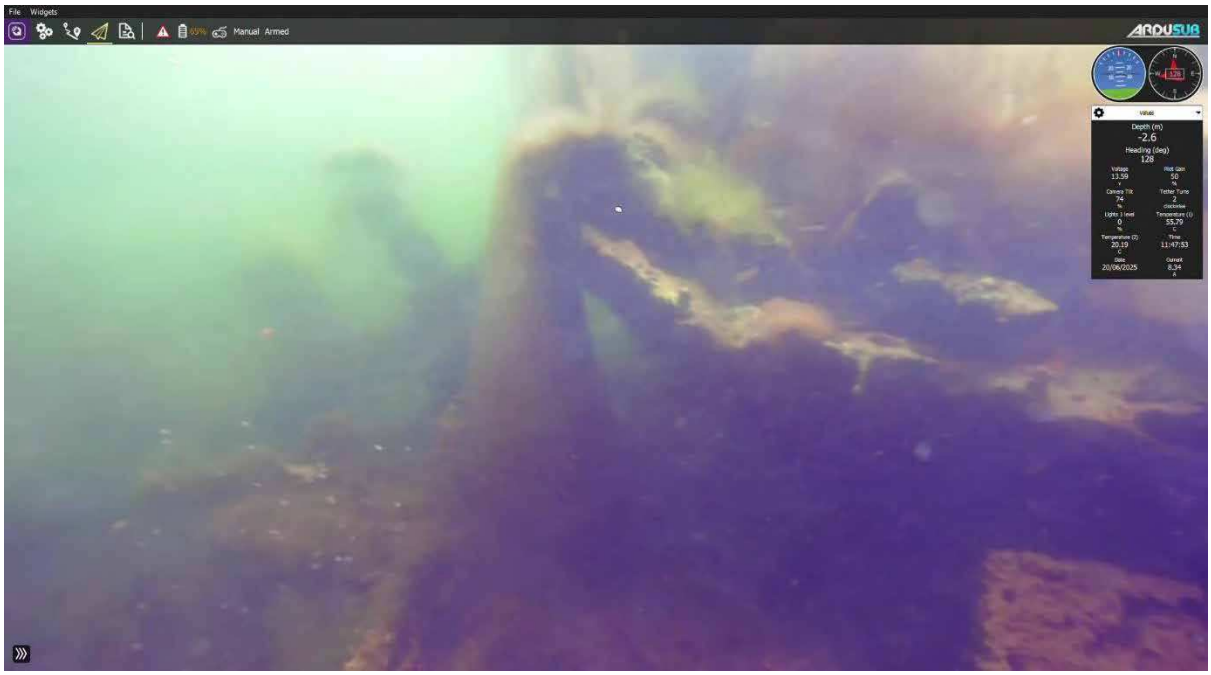
Figur 3-9. Ukendt objekt observeret på SSS-data. Objektet er firkantet og er ca. 2,5 m på langs og 1 m på tværs.



Figur 3-10. ROV-station SK01 – ukendt objekt fra Figur 3-9.



Figur 3-11. Vrag observeret på SSS-data. Vraget er ca. 16,5 m på langs og ca. 4,5 meter på tværs. Verificeret på ROV-station SK03.



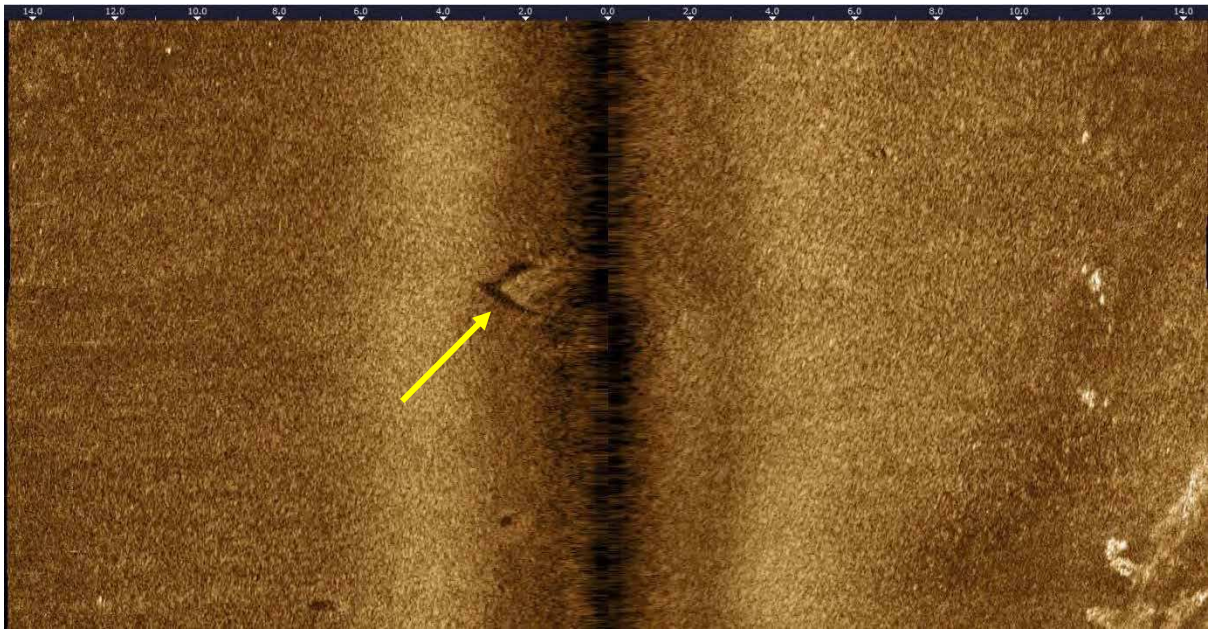
Figur 3-12. ROV-station SK03 – vrag fra Figur 3-11.



Figur 3-13. Vrag observeret på SSS-data. Vraget er ca. 5,5 m på langs og ca. 2 meter på tværs. Verificeret på ROV-station SK07.



Figur 3-14. ROV-station SK07 – vrag fra Figur 3-13.



Figur 3-15. Større objekt observeret på SSS-data. Objektet er ca. 2,5 m langt.

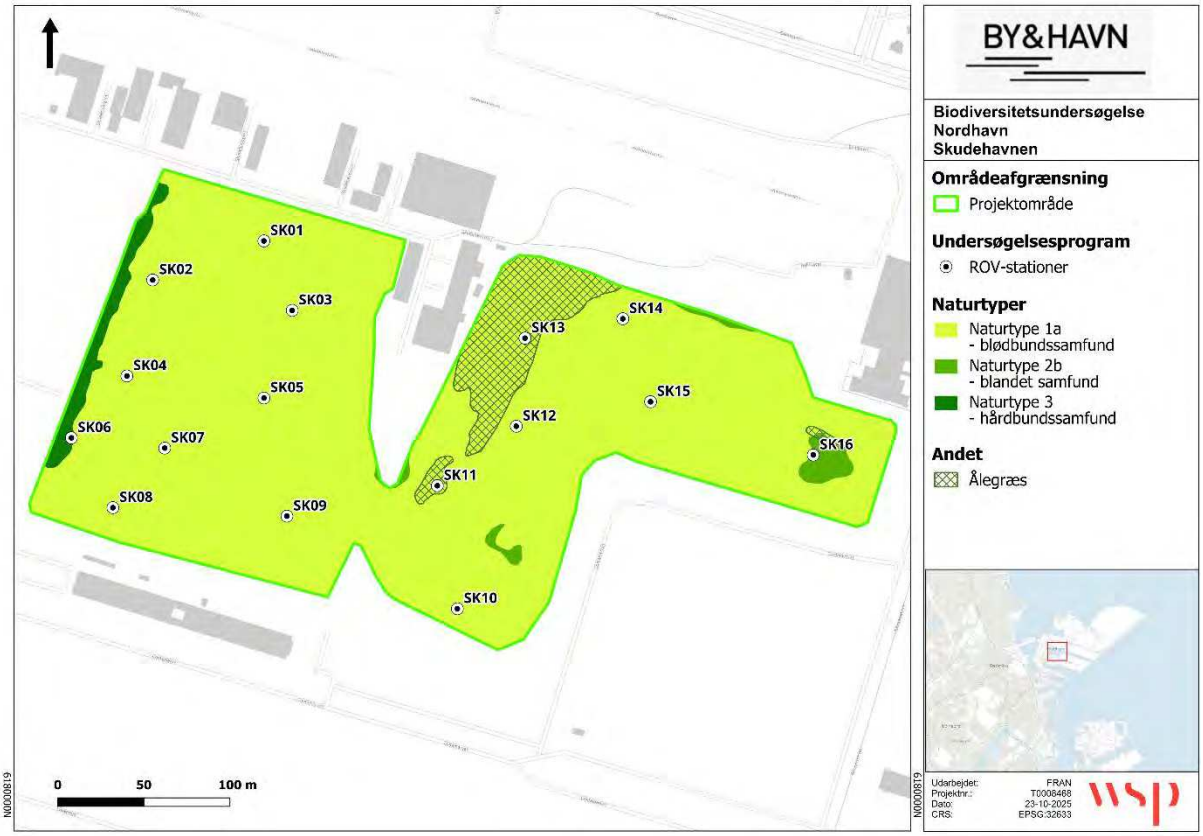


Figur 3-16. ROV-station SK12 – større objekt som er et vrag fra en gammel jolle fra Figur 3-15.

3.3 EPIFLORA OG -FAUNA

Naturtyper er bestemt ud fra unikke kombinationer af substrattyper (se afsnit 2.1.2 og 3.2) samt unikke bentiske flora og fauna taxa/arter forbundet med disse. Flora og fauna som lever på eller i de forskellige substrattyper, kortlægges ved hjælp af ROV-video (Se afsnit 2.2). De bentiske samfund og dermed naturtyperne bestemmes derfor hovedsageligt ud fra de epibentiske samfund, der lever på sedimentet. Synlig infauna og tegn på infauna-aktivitet, såsom muslingehuller, børsteormebunker og -rør, er dog også inkluderet i taxa-listen og dækningsprocenten. Infauna er beskrevet mere detaljeret i afsnit 3.4.

Der blev fundet tre forskellige naturtyper i projektområdet (Figur 3-17, Tabel 3-2). Den mest udbredte naturtype var den blødere naturtype 1a - blødbundssamfund, der udgør 96,6% af projektområdet. Derefter findes Naturtype 3 – hårdbundssamfund med en %-vis arealdækning på ca. 2,0%, som findes langs den vestlige side af projektområdet. Kun omtrent 1,5% af området har Naturtype 2b - blandet samfund knyttet, der findes lokalt spredt i projektområdet.



Figur 3-17 Naturtypekort, kortlagt ud fra substrattypekort og visuelle verifikationer af havbundens biologi.

Tabel 3-2. Arealfordeling af de tolkede naturtyper i Skudehavnen vurderet ud fra SSS-kortlægning og ROV-verifikationer. Bemærk, at ålegræs ikke er en naturtype og derfor ikke indgår i den totale procent-opgørelse (derfor skrevet med parentes).

Substrattype	Projektområde		
	m^2	ha	%
1a -Blødbundssamfund	68246,5	6,8	96,6
2b -Blandet samfund	1035,5	0,1	1,5
3 -Hårdbundssamfund	1384,7	0,1	2,0
(Ålegræs)	(4710,9)	(0,5)	(6,7)
Totalt	70666,6	7,1	100

Tilstedeværende arter og dækningsgrader for hver naturtype er angivet i Tabel 3-3 nedenfor.

Tabel 3-3. Oversigt over flora- og faunaarter med dækningsgrader på forskellige substrat- og naturtyper. Dybden er angivet som en gennemsnitlig værdi, med min- og maksimum range.

Naturtype	Substrattype	Dybde (m)	Fauna-arter	Fauna-dækning	Antal arter	Flora-arter	Flora-dækning	Antal arter
1a **ROV-station: 01, 02, 03, 04, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15**	1a	3,7 m (2,4-4,4 m)	**Invertebrater:** Søpunge, Posthornsorm, Hydrobia, Kalkrørsorme (australsk kalkrørsorm), Blåmuslinger, Øregoble **Fisk:** Trepigget hundestejle eller sildefisk, Kutlinger sp.	**Invertebrater:** 6,2 % (<1-20 %) **Fisk:** <1 %	10	Vandhår sp., Børstebladet vandaks, Fedtemøg, Tarmrørhinde, Strengetang, Ålegræs, Søsalat, Vandkrans, Ruppia cirrosa., tagrør, grønalger i forrådnelse	**Overordnet:** 21,25 % (0-65 %) **Substratspecifik:** 2,6 % (0-20 %)	9
2b **ROV-station: 16**	2b	3,2 m	**Invertebrater:** Søpunge, Hydrobia, Kalkrørsorme, Strandsnegl. **Fisk:** Kutlinger sp.	**Invertebrater:** 4 % **Fisk:** <1 %	5	Tarmrørhinde, Fedtemøg, Strengetang, Børstebladet vandaks, vandkrans, ålegræs	**Overordnet:** 40 % **Substratspecifik:** 50 %	6
3 **ROV-station: 06**	3	1,3 m	**Invertebrater:** Hydrobia, Australsk kalkrørsorm, Rurer, Øregople, ribbegople. **Fisk:** Toplettet kutling, Havkarusser eller skaller, Sortmundet kutling,	**Invertebrater:** 2 % **Fisk:** 1 %	6 (8)	Fedtemøg, Børstebladet vandaks, Tarmrørhinde, Trådalger, Grønalger i forrådnelse.	**Overordnet:** 35 % **Substratspecifik:** 50 %	5

3.3.1 NATURTYPE 1A

NATURTYPEBESKRIVELSE

Naturtype 1a består af en blødbund og varierer mellem områder med meget lidt flora og skalfragmenter til områder med høj dækning af børstebladet vandaks og ålegræs (Tabel 3-3).

FLORA

På ROV-station 1, 3-5, 7-9 og 12 var der en lav flora dækningsgrad (0-15%) (Figur 3-18), mens der ved ROV-station 2, 10, 11 og 13-15 var en højere dækningsgrad af spredt flora (15-65%), præget af børstebladet vandaks (Figur 3-19), og for ROV-station 11 og 13 af ålegræs (Figur 3-20).
Vegetationen bestod derudover af en variation af arter herunder vandhår sp., fedtemøg, tarmrørhinde, strengetang, søsalat, vandkrans, ruppia cirrosa., tagrør samt grønalger i forrådnelse.
Der blev ikke observeret substratspecifik flora på nær ved ROV-station 1 (<1%), 2 (15%) og 12 (20%).

FAUNA

Der var for naturtype 1a en lav fauna dækning, der kun for ROV-station 2 (20%) og 3 (15%) havde en dækningsgrad over 10%. Den observerede fauna bestod primært af hydrobia snegle, søpunge og australsk kalkrørsorm der var tilknyttet vegetationen og flere MMO (man made objects). Af øvrig invertebrat fauna blev der observeret blåmuslinger, øregoble og posthornsorm.
Dækningsgraden for fisk var meget lav på tværs af målestationer (<1%). Der blev observeret sortkutling, sortmundet kutling og trepigget hundestejle eller sildefisk.



Figur 3-18. Blødbund med spredte skalfragmenter. Der observeres en lav flora dækning med enkelte børstebladet vandaks. Fra SK12.



Figur 3-19. Blødbund med en højere observeret flora dækningsgrad bestående af børstebladet vandaks. Fra SK14.



Figur 3-20. Blødbund med en spredt højere observeret flora dækningsgrad bestående af ålegræs. Fra SK13.

3.3.2 NATURTYPE 2B

NATURTYPEBESKRIVELSE

Naturtype 2b består af en blandet bundtype med skalfragmenter og en spredt vegetation bestående primært af grønalger, hvor en større andel af den observerede fauna også er tilknyttet. Af naturtype 2b fremgår både blød bund såvel som sten og grus (Figur 3-21).

FLORA

Floraen bestod primært af grønalger, derudover blev der observeret børstebladet vandaks, tarmrørhinde, vandkrans, strengetang, fedtemøg og lidt ålegræs.

FAUNA

Der var for naturtype 2b en lav fauna dækningsgrad. Den observerede fauna bestod primært af hydrobia snegle knyttet til områdets vegetation. Af øvrig fauna kan nævnes søpunge, strandsnegl, kalkrørsorme og kutlinge sp.



Figur 3-21. Blødbund med enkelte større sten og spredte skalfragmenter. Der ses grønalger og fedtemøg. Fra SK16.

3.3.3 NATURTYPE 3

NATURTYPEBESKRIVELSE

Naturtype 3 består af blandede substrater med både blød bund med spredte skalfragmenter, småsten, en varierende mængde af større sten (>10 cm). Derudover en spredt dækning af drivende og fast vegetation (Figur 3-22).

FLORA

Floraen ved naturtype 3 var spredt med en substratspecifik dækningsgrad på 50% og en overordnet dækningsgrad på omtrent 35%. Børstebladet vandaks og fedtemøg var fremtrædende, derudover blev der observeret tarmrørhinde, trådalger samt grønalger i forrådnelse.

FAUNA

Der var for naturtype 3 en meget lav fauna dækningsgrad. Af observeret fauna kan nævnes hydrobiasnegle, australsk kalkrørsorm, rurer, øregople, ribbegople, toplettet kutling, sortmundet kutling, og havkarusser eller skaller.



Figur 3-22. Blød bund med spredte sten og skalfragmenter. Der ses børstebladet vandaks med bevoksning af fedtemøg. Fra SK06.

3.4 INFAUNA

På baggrund af det indsamlede infauna-data er der blevet lavet en opgørelse over taxonomien på arts- og klasseniveau for projektområdet. Der er ligeledes fokuseret på fremtrædende arter, artsantal, tætheder og biomasse samt diversitet. Resultaterne fremgår af følgende afsnit.

3.4.1 FREMTRÆDENDE ARTER, ARTSANTAL SAMT TÆTHEDER OG BIOMASSE AF ARTER & KLASSER

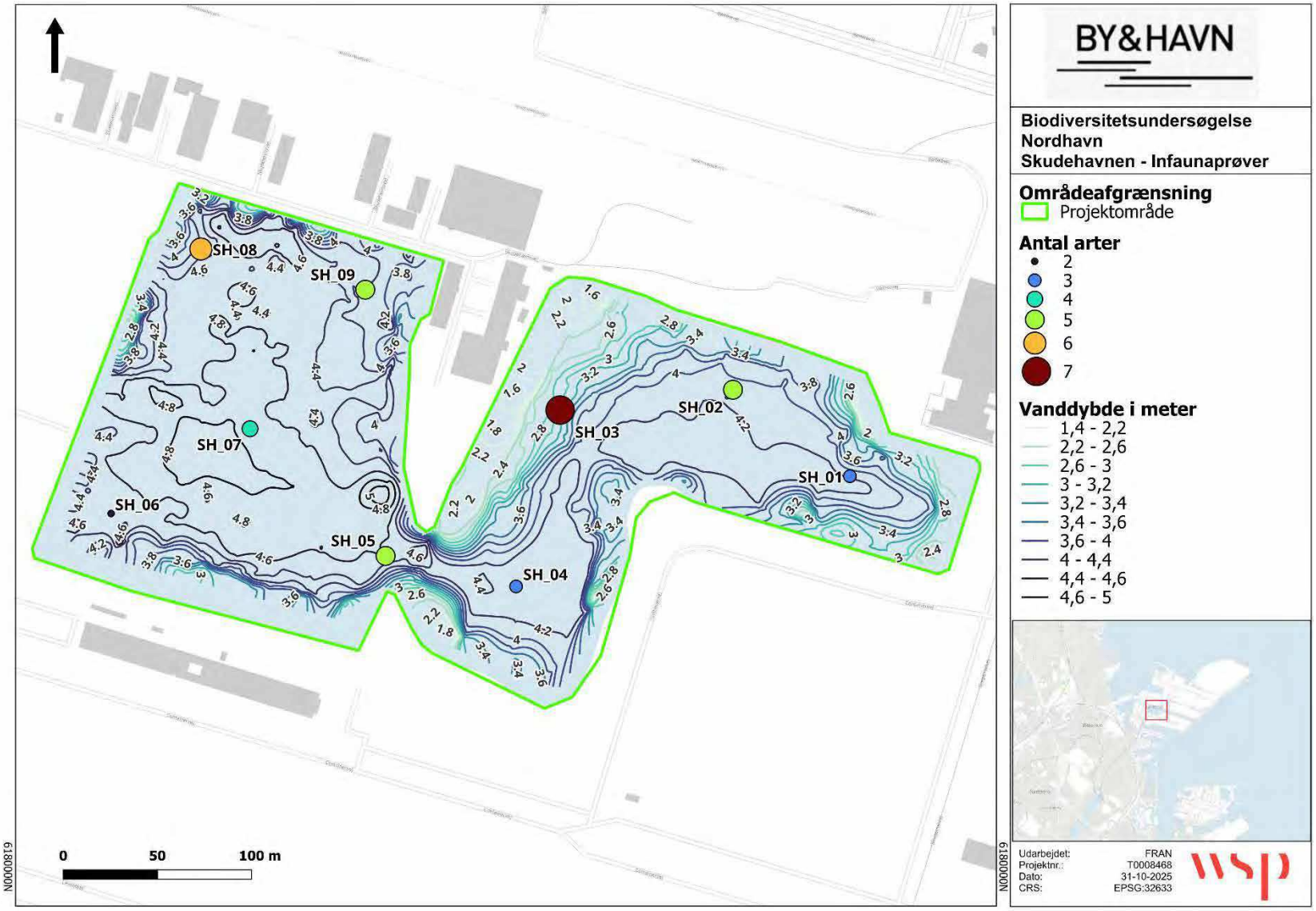
Tabel 3-4 lister de fem mest dominerende arter baseret på antal stationer med fund, tæthed og biomasse. Listen indeholder Peringia ulvae (Stor dyndsnegl), Chironomidae indet. (Dansemyggelarver ubstmt.), Pervicardium exiguum (Brakvandshjertemusling), Cerastoderma glaucum (Lamarcks hjertemusling) og Microdeutopus gryllotalpa. Arterne har udmærket sig ved enten at være til stede i en stor andel af prøverne, have høj tæthed eller biomasse eller en kombination af de tre.

Tabel 3-4. De fem mest dominerende arter i de 16 infaunaprøver, i forhold til antallet af stationer med fund, individer pr. m² (tætheden) og Biomassen (g vådvægt/m²). I parentes er angivet %-del af; stationer, den samlede biomasse og tæthed.

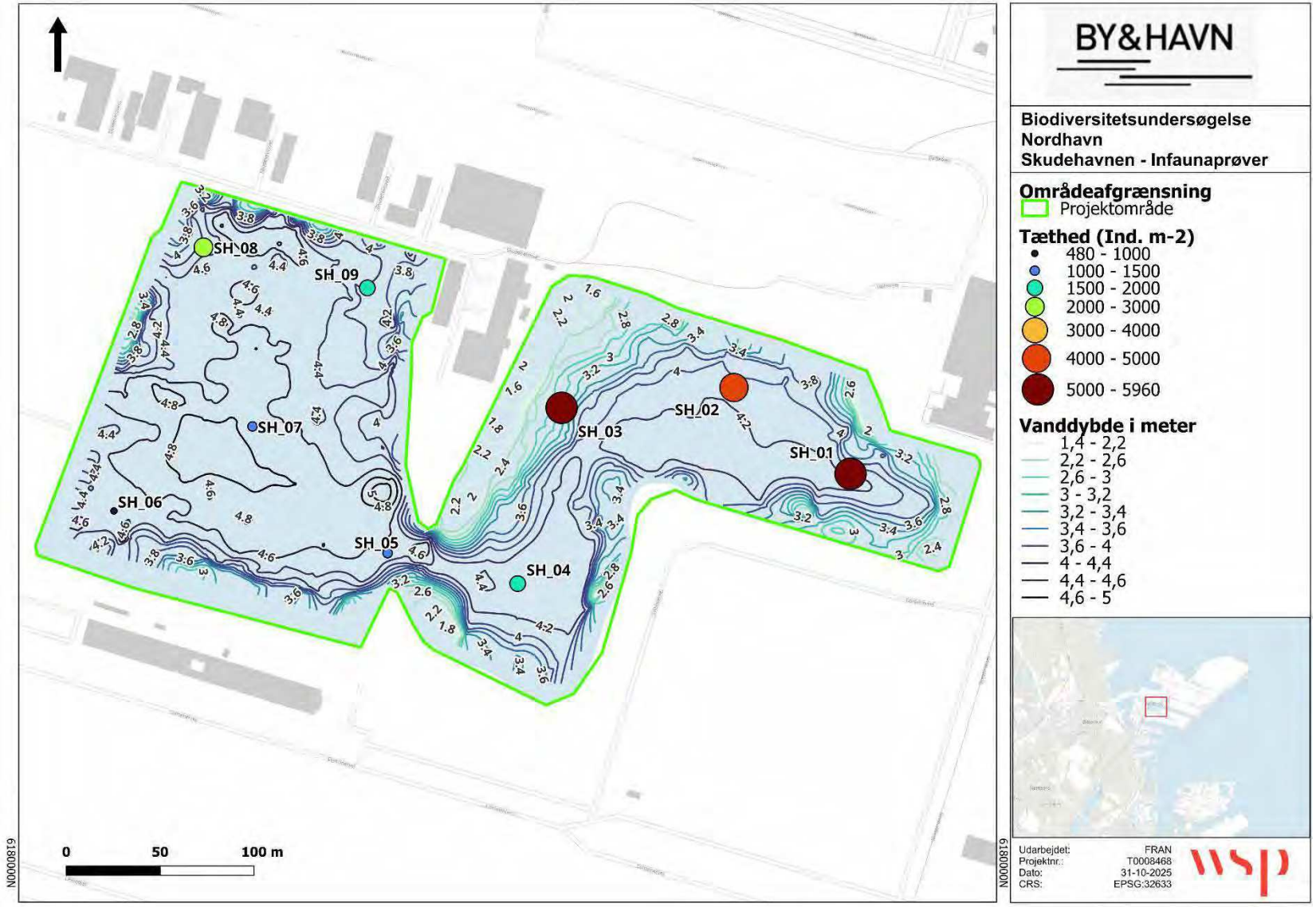
Art	Klasse	Antal stationer med fund	Tæthed Ind. / m²	Biomasse g WW / m²
Peringia ulvae, Stor dyndsnegl	Gastropoda	9 (100 %)	2031,11 (72%)	10,91 (55%)
Chironomidae indet., Dansemyggelarver ubstmt.	Hexapoda	8 (89 %)	244,44 (9 %)	1,25 (6 %)
Pervicardium exiguum, *Brakvandshjertemusling*	Bivalvia	6 (67 %)	222,22 (8 %)	1,68 (8 %)
Cerastoderma glaucum, Lamarcks hjertemusling	Bivalvia	1 (11 %)	4,44 (<1 %)	3,17 (16 %)
*Microdeutopus gryllotalpa**	Malacostraca	1 (11 %)	213,33 (8 %)	0,32 (2 %)

**Har ikke noget dansk navn*

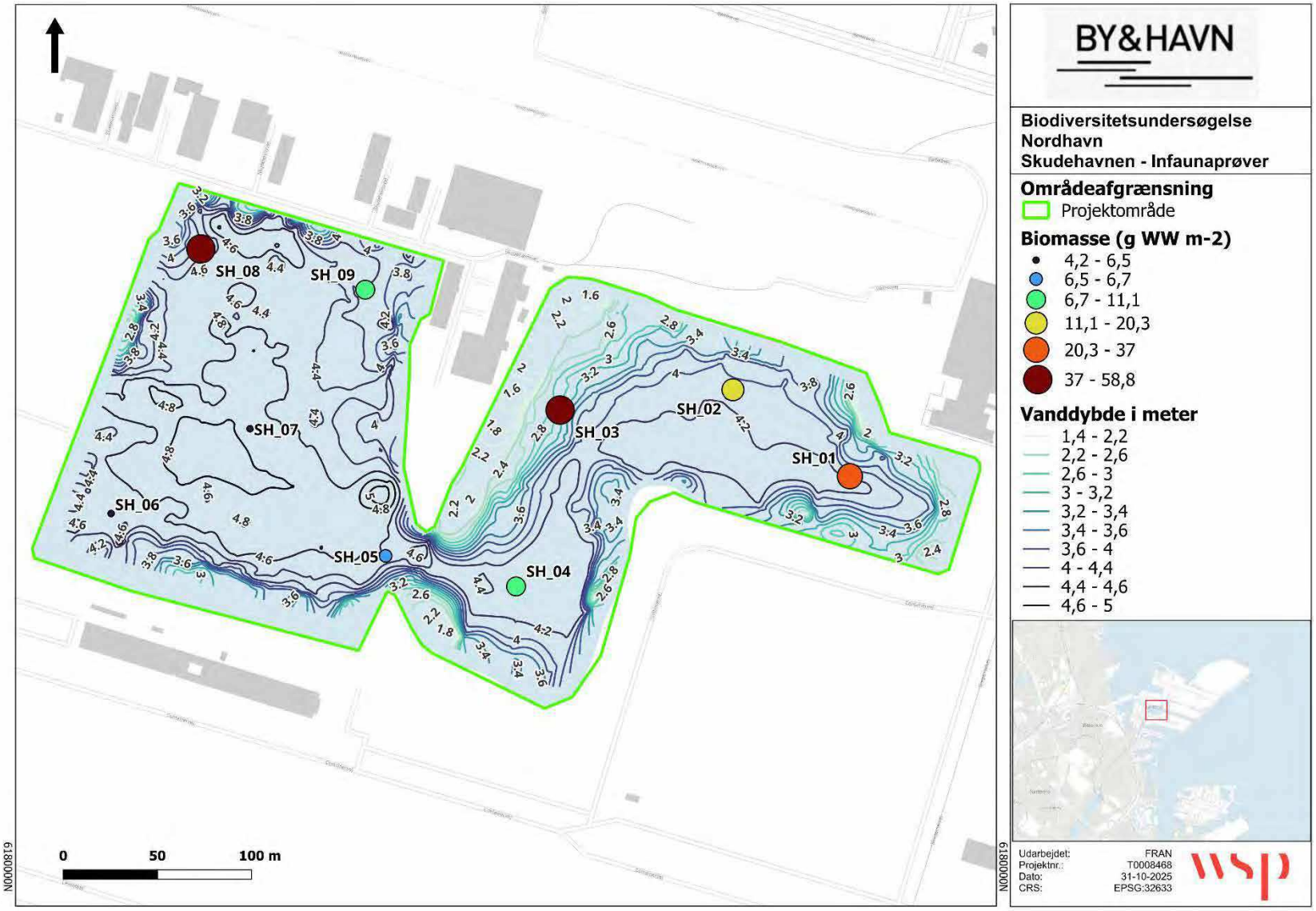
Antallet af arter fundet per prøve varierede fra to til syv arter (se Figur 3-23). Der blev i gennemsnit fundet 4,44 arter per prøve (S1) (SE ± 0,0,5, median fem arter pr prøve). Den samlede tæthed per prøve varierede fra 480 til 5960 individer pr. m² med et gennemsnit på 2835,6 individer pr. m² pr prøve (SE ± 633,6 ind/m², median 1880 ind/m²), se Figur 3-24. Den samlede biomasse pr. prøve varierede fra 4,17 til 58,85 g WW pr. m² med et gennemsnit på 19,97 g WW pr. m² pr prøve (SE ± 6,10 g WW/m², median 11,11 g WW/m²), se Figur 3-25.



Figur 3-23 Antal arter fundet i hver af de 9 infaunaprøver.

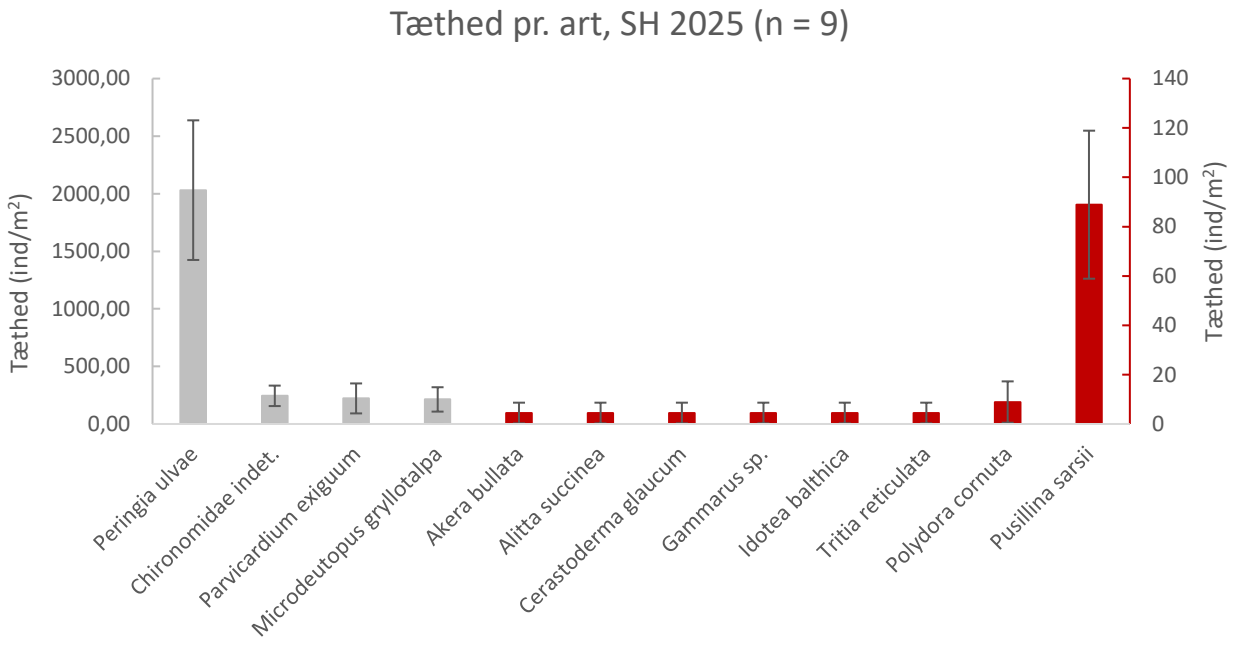


Figur 3-24 Infauna-tætheden fundet i hver af de 9 indsamlede infaunaprøver.



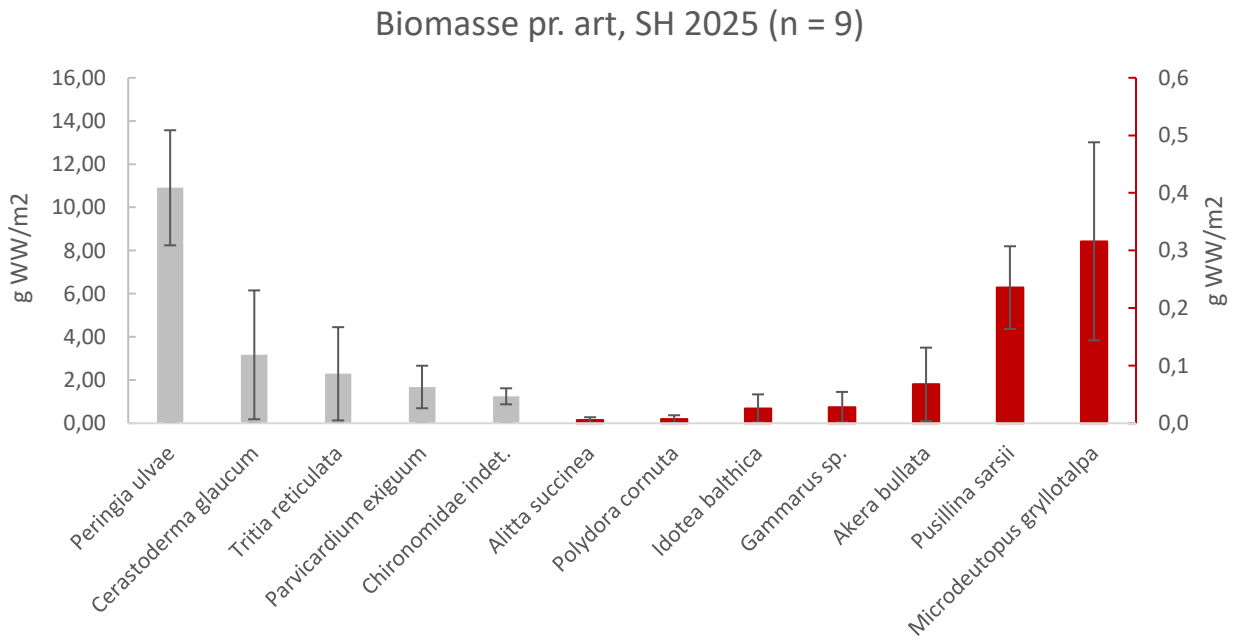
Figur 3-25 Infauna-biomassen fundet i hver af de 9 indsamlede infaunaprøver.

Der blev i alt fundet 12 forskellige arter fordelt på fem taxonomiske klasser i infaunaprøverne for projektområdet. Tætheden af hver af arterne kan ses på Figur 3-26. Tætheden er især domineret af *P. ulvae* med over 2000 individer pr. m^2.



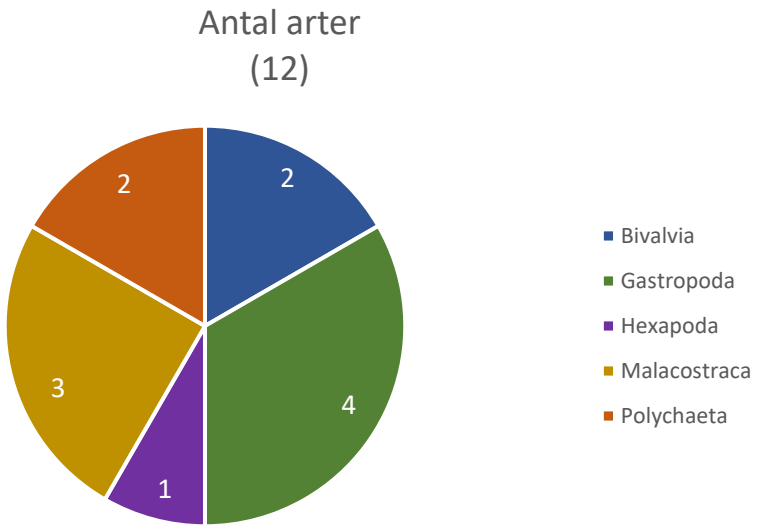
Figur 3-26 Tæthed af arterne fundet i de ni infaunaprøver i projektområdet. Bemærk at de arter med højest tæthed (>100 ind./m^2, markeret som grå) er repræsenteret ved den primære akse til venstre. Arter med lavere tætheder (<100 ind./m^2, markeret som røde) er repræsenteret ved den sekundære akse til højre.

I Figur 3-27 er biomassen for hver af arterne angivet. *P. ulvae* er den art der ses med højest biomasse i projektområdet.

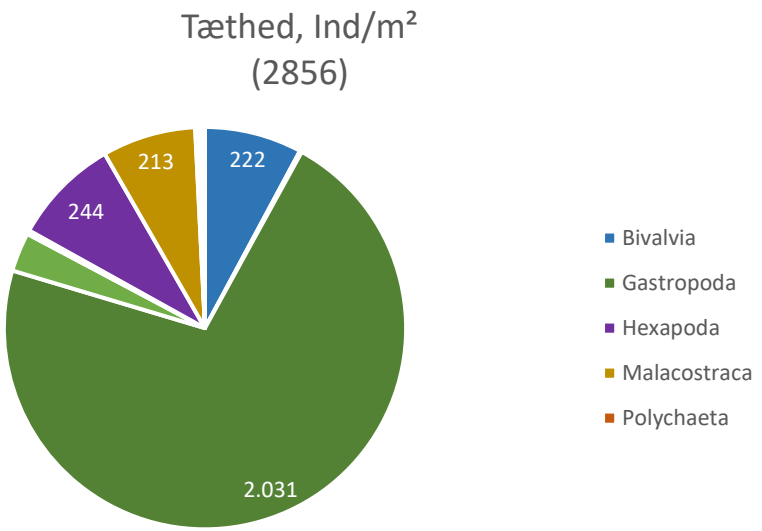


Figur 3-27 Biomassen af arterne fundet i de ni infaunaprøver i projektområdet. Bemærk at de arter med højest biomasse (>10 g WW/m^2, markeret som grå) er repræsenteret ved den primære akse til venstre. Arter med lavere biomasse (<10 g WW/m^2, markeret som røde) er repræsenteret ved den sekundære akse til højre.

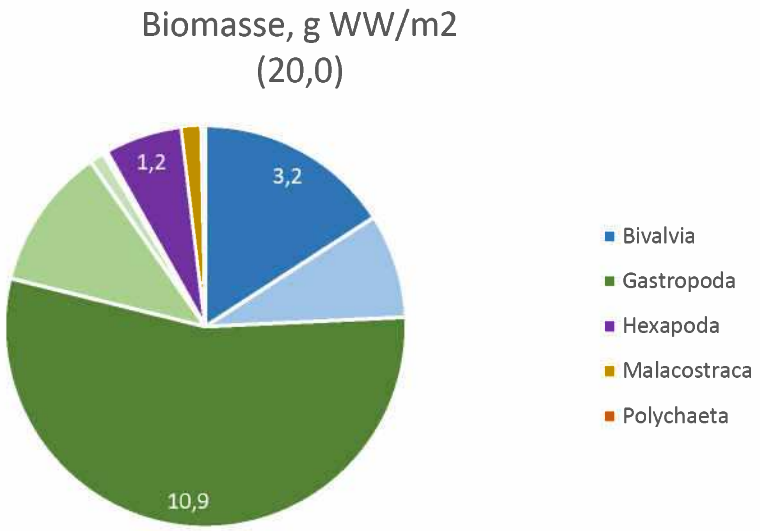
Af Figur 3-28, Figur 3-29 og Figur 3-30, fremgår fordelingen af arter pr. taxonomisk klasse ved antal arter, tæthed og biomasse. Gastropoda udgør den mest diverse klasse med fire arter. Af tæthed er Gastropoda især dominerende med 75 % af den samlede tæthed. Dette styres især a *P. ulvae.*
Gastropoda udgør også størstedelen af biomassen med 68 % af den samlede biomasse. Herefter kommer Bivalvia med 24 % af biomassen, Hexapoda med 3%, Malacostraca med 2%, og Polychaeta med <1 %.



Figur 3-28. Infauna fordelt på taxonomiske klasser opgjort i antal arter fundet i projektområdet. Tal i parentes viser total. Hvide tal i diagrammet angiver antallet af arter indenfor klassen.



Figur 3-29 Infauna fordelt på taxonomiske klasser opgjort i tæthed (Individer/m²) fundet i projektområdet. Tal i parentes viser total. Hvide tal i diagrammet angiver tætheder af de mest dominerende arter indenfor deres respektive klasse hvis klassens samlede tæthed udgør mere end 5% af den samlede tæthed.



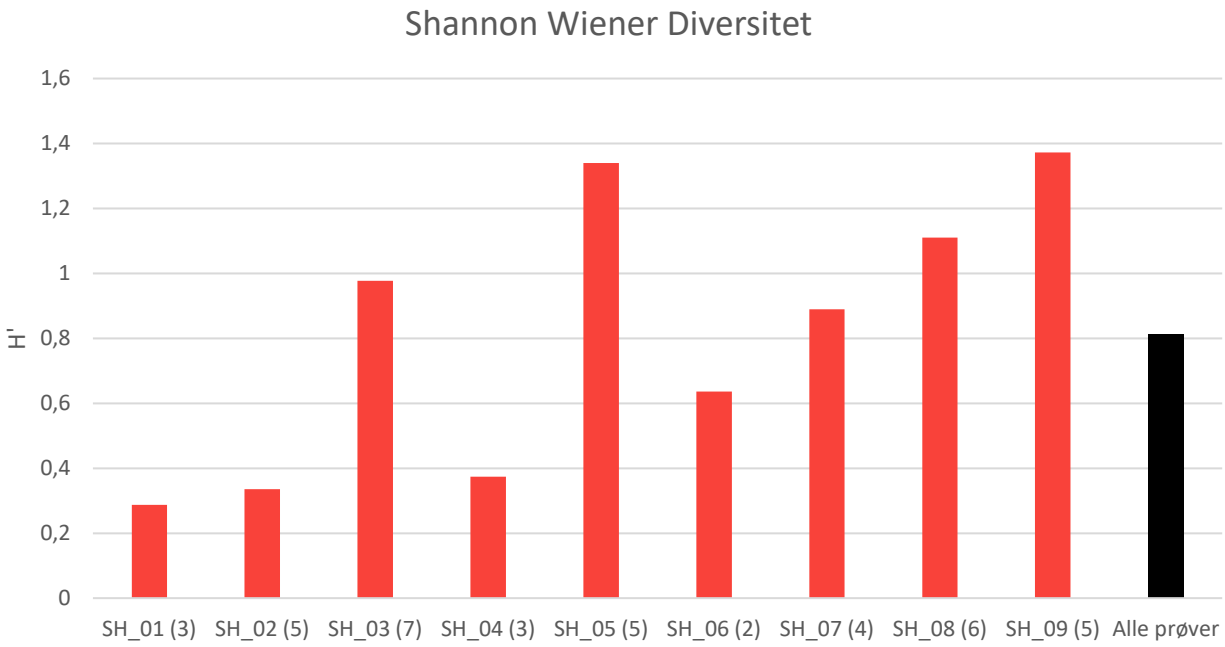
Figur 3-30 Infauna fordelt på taxonomiske klasser opgjort i biomasse (g WW/m²) fundet i projektområdet. Tal i parentes viser total. Hvide tal i diagrammet angiver biomassen af de mest dominerende arter indenfor deres respektive klasse hvis klassens samlede biomasse udgør mere end 5% af den samlede biomasse.

3.4.2 DIVERSITETS- OG MILJØKVALITETSINDEKS

På baggrund af det indsamlede infauna-data er det blevet undersøgt, hvordan artsdiversiteten og miljøkvaliteten er i området, ved henholdsvis Shannon-Wieners diversitetsindeks, AMBI-indekset og DKI. Shannon-Wiener diversitetsindekset kvantificerer diversiteten af arter inden for et givent område og kan bruges til at undersøge om infauna-samfundet er mere forskelligt inden for et givent område end et andet. AMBI-indekset siger noget om, hvordan miljøkvaliteten er inden for et givent område samt hvor følsomme og tolerante arterne i et givent område er.

Kombinationen af AMBI-indekset og Shannon-Wiener diversitetsindeks (H') kan anvendes til at beskrive tilstanden af miljømæssige forhold og vurdere, om infaunasamfundet påvirkes negativt af eutrofiering og iltsvind. En lav værdi af AMBI og en høj værdi af H' indikerer gode miljømæssige forhold. Shannon-Wiener og AMBI indgår i udregningen af DKI-værdien hvor de bliver korrigeret for saltholdighed, da der forventes at findes en større diversitet ved højere saliniteter og lavere diversitet ved lavere saliniteter.

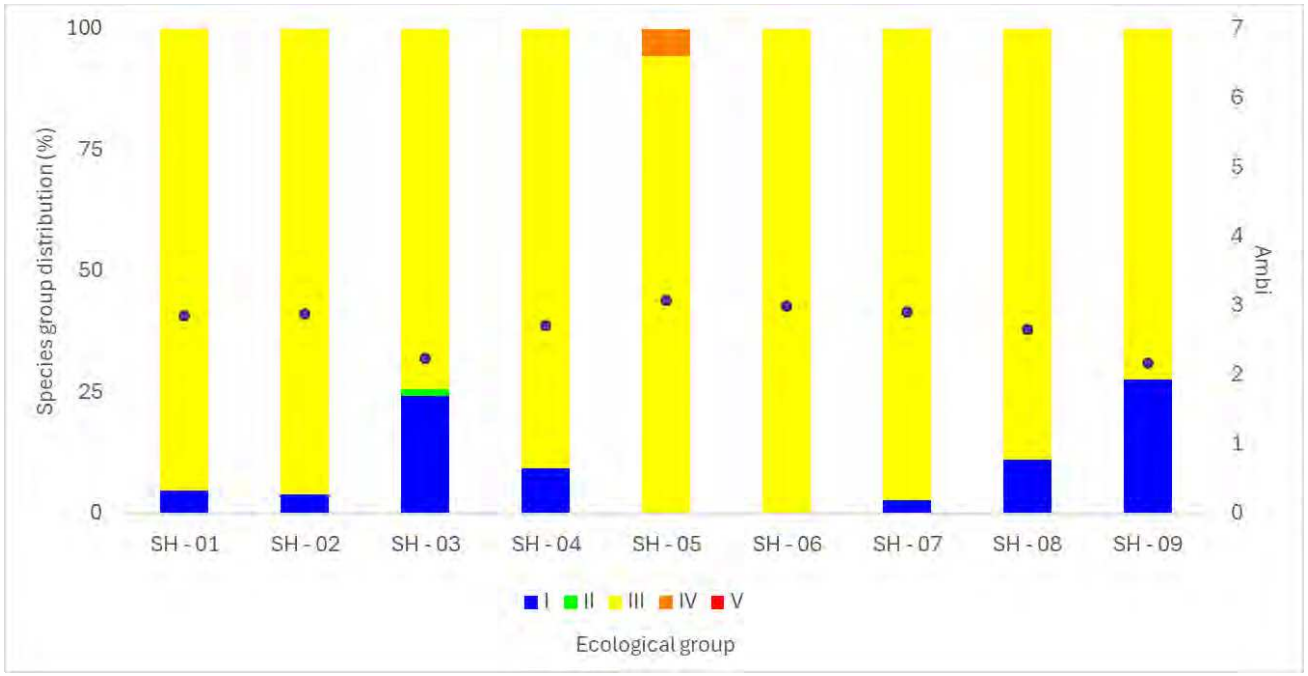
SHANNON-WIENER DIVERSITETSINDEKS (H')



Figur 3-31. Shannon Wiener diversity for hver af de ni prøver samt Det samlede gennemsnit (sort) for projektområdet. Tal i parentes efter prøvenummer angiver antal forskellige arter pr. station.

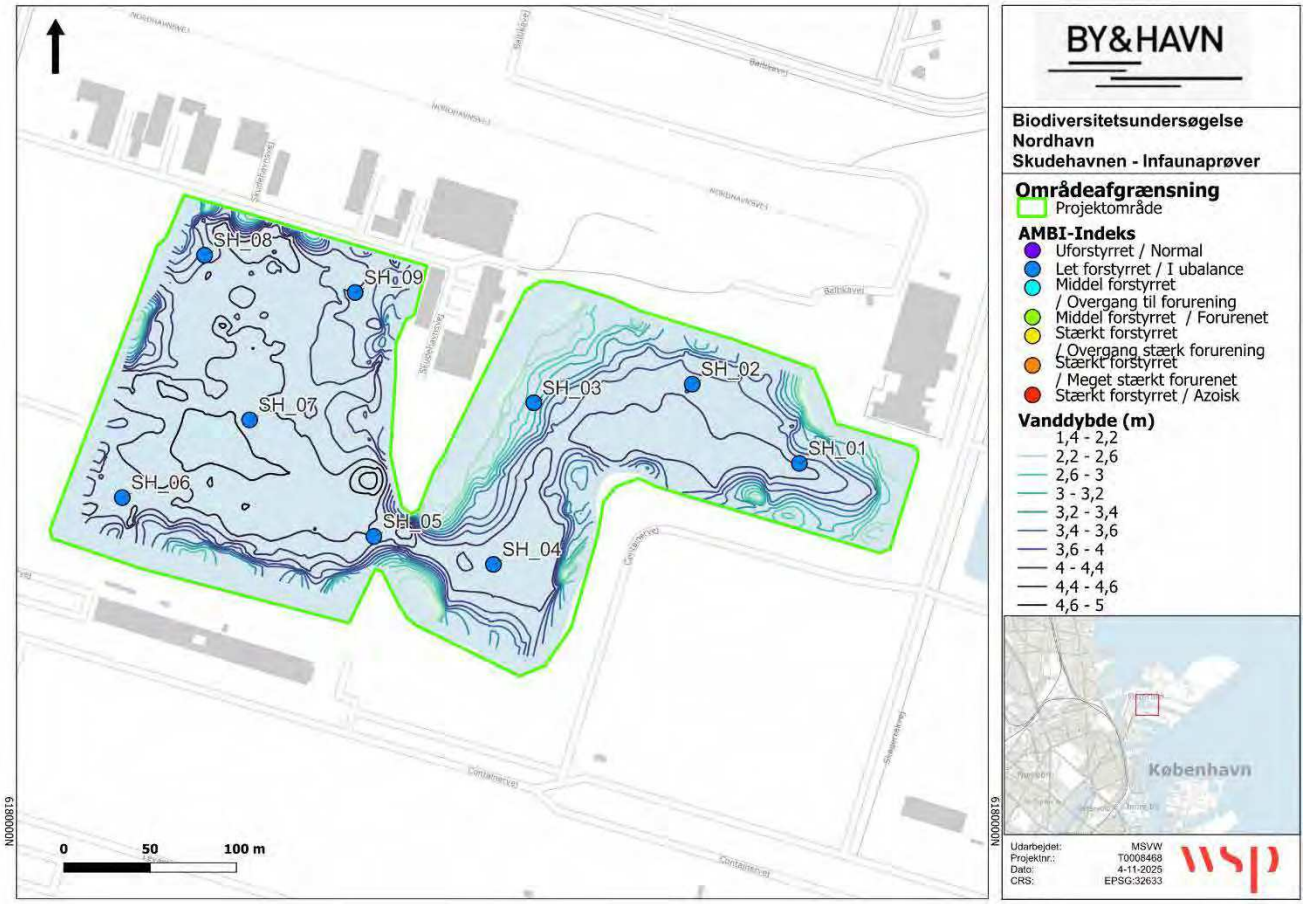
Shannon Wiener diversiteten pr. station er gennemsnitteligt på 0,81 (SE ±0,13) med den laveste ved SH_01 og den højeste ved SH_09 (Figur 3-31) og ligger derfor gennemsnitteligt under det spænd man normalt finder i danske farvande (1,03-4,1) (Hansen & Høgslund, 2023).

AMBI-INDEKS



Figur 3-32. AMBI-index for hver af de ni stationer i projektområdet.

AMBI-indekset pr. station er gennemsnitteligt på 2,73 (SE ± 0,10) med den laveste ved SH_09 og den højeste ved SH_05, se Figur 3-32. Området kan derfor for alle prøver klassificeres som let forstyrret. Ingen af prøverne inkluderer arter fra faunagruppe GV (hurtigvoksende arter der tilpasser sig organisk berigelse og belastede forhold). Syv ud af de ni prøver indeholdt arter fra faunagruppe GI (arter der er meget følsomme overfor organiske betingelser som er til stede under ikke-forurenede forhold) men alle ni prøver indeholdt faunagrupper GIII (arter, der er tolerante overfor massiv organisk berigelse) med et gennemsnit på ca. 90 % over alle ni prøver).



Figur 3-33. Oversigt over AMBI-indeks i de 9 infaunaprøver.

DKI

Beregningen af det Danske Kvalitets Indeks (DKI), der inddrager Shannon Weiner indekset samt AMBI-indekset, og korrigerer disse for saliniteten (her på 20) giver en DKI-værdi på 0,46 (SE ± 0,02). I forhold til den økologiske kvalitetsratio (Tabel 2-2) er den økologiske tilstand moderat.

4 DISKUSSION

4.1 DYBDEFORHOLD

Dybdeforholdene i Skudhavnen varierer fra 1,4 m og 5 m (Figur 3-1). I størstedelen af Skudehavnen måles dybden til >3 m, mens der i et nordøstligt hjørne af Skudhavnen måles lavere dybde 1,4 – 3 m. Der er i området med lavere dybde kortlagt ålegræs (Figur 3-3), hvilket bl.a. kan skyldes det mere optimale lysforhold på lavt vand.

4.2 SUBSTRATFORHOLD

Havbunden i projektområdet er domineret af substrattype 1a med en blød, siltet bund. Denne substrattype udgør 96,6% af det samlede projektområde (Figur 3-4).

I området nær Skudehavnen viser arkivboringer, at det øverste overfladelag består af forskellige typer af bløde sedimentlag, herunder blandt andet gytje, dynd og slam, der er kendetegnet af at være aflejret under rolige strømforhold med lav vandudveksling. Derudover er der registreret aflejring med opfyld/fyldlag (Orbicon, 2016). Dette stemmer overens med resultaterne fra nærværende undersøgelse, der viser en dominans af substrattype 1a (blød bund) i projektområdet.

I Skudehavnsbassinet er der i 2015 foretaget geofysiske undersøgelser af tykkelsen på de bløde sedimentlag. Undersøgelserne viste, at tykkelsen af det bløde sediment varierer mellem 0,5-0,8 m, som overlejrer moræneleret nedenunder. Kalken i området ligger dybere, ca. 15-20 m under havbunden. Enkelte steder, typisk langs siderne i Skudehavnen, findes sedimentpuder af det bløde sediment med tykkelser mellem 1-2,5 m (Orbicon, 2016).

4.3 BIOLOGISKE FORHOLD

4.3.1 EPIFLORA- OG FAUNA

Der blev fundet tre forskellige naturtyper i Skudhavnen, naturtype 1a – blødbundssamfund, naturtype 2b – blandet samfund og naturtype 3 - hårdbundssamfund (Figur 3-17, Tabel 3-2). Projektområdet er domineret af naturtype 1a, der udgør 96,6% af de identificerede naturtyper i Skudehavnen.

Fordelingen af naturtyper i Skudehavnen overlapper med projektområdets substratforhold. Substrattype er en afgørende fysisk faktor for, hvilke organismer der kan etablere sig og dermed hvilken naturtype der dannes.

Der blev ved områder med naturtype 1a - blødbundssamfund observeret en generel lavere flora-dækning end for de øvrige naturtyper (Tabel 3-3). Dette kan skyldes at blødbundsamfund er tilknyttet en blød siltet bund, der giver dårligere vilkår for fastsiddende organismer, som bl.a. makroalger og tang, end øvrige substrattyper i projektområdet som indeholder flere hårde substrater med sten. Dog er der i områder indenfor naturtype 1a, i projektområdet, observeret en højere dækning af ålegræs og børstebladet vandaks. Ålegræs og børstebladet vandaks har rødder, der skal kunne trænge ned i sedimentet for at forankre planten og optage nærringstoffer. Derfor vil disse arter ofte være tilknyttet blødere substrattyper, som observeret ved naturtype 1a.

Der observeres flere ligheder mellem den pågældende undersøgelse i Skudehavnen og øvrige undersøgelser udført i Københavns Havn (WSP 2025 (in prep): Havbiologisk monitering, Københavns Havn, Kunde: Københavns Kommune). Disse ligheder omfatter bl.a. en højere observeret flora-dækningsgrad på hårdere substrattyper, og en flora-dækningsgrad for blødere substrattyper med større variation afhængigt af tilstedeværelsen eller manglen på ålegræs og børstebladet vandaks.

4.3.2 INFAUNA

Indsamlet infauna-data fra projektområdet identificerede 12 arter på tværs af fem taxonomiske klasser. Af disse var *Peringia ulvae* (Stor dyndsnegl) den mest almindelige art i projektområdet, og dens taxonomiske klasse, gastropoda (snegle), den mest repræsenterede taxonomiske klasse. *P. ulvae* blev observeret ved alle ni prøvetagningsstationer og havde den højeste observerede tæthed og biomasse per art (Tabel 3-4). *P. ulvae* lever af mikroskopiske alger og detritus, der findes på overfladen af mudder- og sandbund. Dette stemmer overens med resultaterne fra nærværende undersøgelse, der viser en dominans af substrattype 1a i projektområdet, som består af en blød, siltet bund ofte med sparsom vegetation.

Øvrige undersøgelser i Københavns Havn viser ligeledes en dominans af arter tilknyttet liv i og på sediment ved substrattype 1a, heriblandt *P. ulvae*.

4.3.3 HAVNENS PÅVIRKNING PÅ BIOLOGISKE FORHOLD

Skudehavnen er placeret i Københavns Nordhavn og findes mellem Kalkbrænderihavnsløbet og Skudeløbet med begrænset vandpassage.

Historisk set har Skudehavnen fungeret som havn, før det med tiden er blevet lukket inde og havnen efterladt. Dette forklarer den høje tilstedeværelse af vrag og andre menneskeskabte objekter i bassinet. På grund af den begrænsede vandpassage i området findes meget blød, organisk beriget havbund, på grund af høj sedimentationsrate i Skudehavnen. På de lavere områder findes blomsterplanter, herunder specielt ålegræs og børstebladet vandaks, der ofte vokser på lave vanddybder i dyndet substrat. På dybere områder virker bunden mere eutrofieret påvirket, hvilket er vurderet på baggrund af tilstedeværelsen af filamentøse grønalger, søsalat og fedtemøg hvilket bekræftes når man kigger på infauna-data, der dog bevidner om en gennemsnitlig havbund baseret på AMBI-værdier. Det bemærkes dog her, at artsantallet for både epiflora og -fauna er lavt sammenlignet med lignende områder i Københavns Havn, der i sig selv vidner om en lav biodiversitet.

4.4 KONKLUSION

Vurderingsgrundlaget for potentielle påvirkningers indvirkning på bentisk flora og fauna fra projektet Biodiversitetsundersøgelser i Nordhavn er belyst i nærværende baggrundsrapport.

Baggrundsrapporten er udarbejdet på baggrund af en omfattende marinbiologisk og maringeologisk dataindsamling, samt gennemgang af eksisterende viden. Data fra de gennemførte baselineundersøgelser præsenterer de substratmæssige forhold samt den biologisk mangfoldighed i det kommende udviklingsområde.

5 REFERENCER

Borja et. al. (2000). *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Mar. Poll. Bull. 40, 1100–1114.*

Carstensen, J., Krause-Jensen, D., & Josefson, A. (2014). *Development and testing of tools for intercalibration of phytoplankton, macrovegetation and benthic fauna in Danish coastal areas.* Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 85 pp. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 93. https://dce2.au.dk/pub/sr93.pdf.

Hansen, J. (2018). *Notat om usikkerheder og fejlkilder ved anvendelsen af DKI på bundfaunadata fra forskellige prøvetagningsdesign.* Aarhus Univeritet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 10 s.

Hansen, J. W., & Høgslund, S. (2023). *Marine områder 2021.* Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Orbicon. (2016). *By & Havn - Skudehavnen og Skudeløbet, SEDIMENTANALYSER OG GEOFYSISK UNDERSØGELSE .*

WSP. (2022). *The Danish substrate classification method.*

BILAG

A TITEL



Strategi for grønbroget tudse i anlægsfasen for Levantkaj (forventet 2027-2035)

Klient: Udviklingsselskabet By & Havn I/S

Indhold

1. Indledning 3

2. Udviklingsplan for Levantkaj 3

3. Forekomst af grønbroget tudse 4

4. Spredningsmuligheder og barrierer 6

5. Muligheder for håndtering af grønbroget tudse i anlægsfasen for Levantkaj (forventet 2027-2035) 9

5.1. Forhåndsdispensation 9

5.2. Grønbroget tudses adgang til Levantkaj begrænses 10

6. Strategi for anlægsfasen (forventet 2027-2035) 10

6.1. Placering af paddehegn 11

6.2. Passager i hegnet 12

6.3. Typer af paddehegn 12

6.3.1. Midlertidige paddehegn 12

6.3.2. Semi-permanente paddehegn 12

6.4. Opsætning af paddehegn 12

6.5. Drift, vedligehold og kontrol 13

6.6. Undersøgelser af projektområdet 13

6.7. Tilladelser m.m. 13

6.8. Miljøvurdering af planforslag 13

7. Referencer 14

Rev.nr.	Dato	Beskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af
1.0	01-10-2025	Notat	EKRI, THEA	MHES	MHES
1.1	16-01-2025	Mindre rettelser	EKRI	MHES	MHES

1. Indledning

By og Havn ønsker en strategi for bilag IV-arten grønbroget tudse på selskabets arealer på Levantkaj.

Habitatdirektivets[1] Artikel 12 forpligter grundejere og myndigheder til at undgå visse skadelige påvirkninger af en række beskyttede dyrearter, kaldet bilag IV-arter. Beskyttelsen i Artikel 12 indebærer forbud mod følgende indgreb:

a) Alle former for forsætlig indfangning eller drab af disse arter i naturen.
b) Forsætlig forstyrrelse af disse arter, i særdeleshed i perioder, hvor dyrene yngler, udviser yngelpleje, overvintrer eller vandrer.
c) Forsætlig ødelæggelse eller indsamling af æg i naturen.
d) Beskadigelse eller ødelæggelse af yngle- eller rasteområder.

Artikel 12 a, b og c kaldes individbeskyttelsen og forvaltes i Danmark af Styrelsen for Grønarealomlægning og Vandmiljø (SGAV). Artikel 12 d kaldes levestedsbeskyttelsen og forvaltes normalvis af den pågældende kommune.

Overholdelse af beskyttelsesbestemmelserne forudsætter kendskab til de omfattede arters udbredelse og bestandsstatus, såvel som lokalisering af beskyttede yngle- og rasteområder. Dette notat omhandler grønbroget tudse på Levantkaj og omfatter en beskrivelse af artens nuværende status og historiske forekomst, samt forslag til strategi for arealudvikling på Levantkaj.

2. Udviklingsplan for Levantkaj

Levantkaj er i dag en containerterminal med en industrihavn og asfaltarealer. By & Havn planlægger at udvikle Levantkaj til en ny bydel med boliger og serviceerhverv. Levantkaj et areal på 34 ha og skal i fremtiden at rumme omkring 4.000 boliger til 8.500 beboere samt erhvervsbyggeri med plads til omkring 4.800 medarbejdere (Figur 2.1). I byudviklingen indgår en række kommunale funktioner, herunder folkeskole, boldbane, daginstitutioner, halkompleks, socialt botilbud, plejecenter, kulturhus. Som en del af byudviklingsprojektet ønsker By & Havn, at Levantkaj udvikles til at understøtte og fremme lokale naturkvaliteter.

[1] Rådets direktiv 92/43/EØF af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter



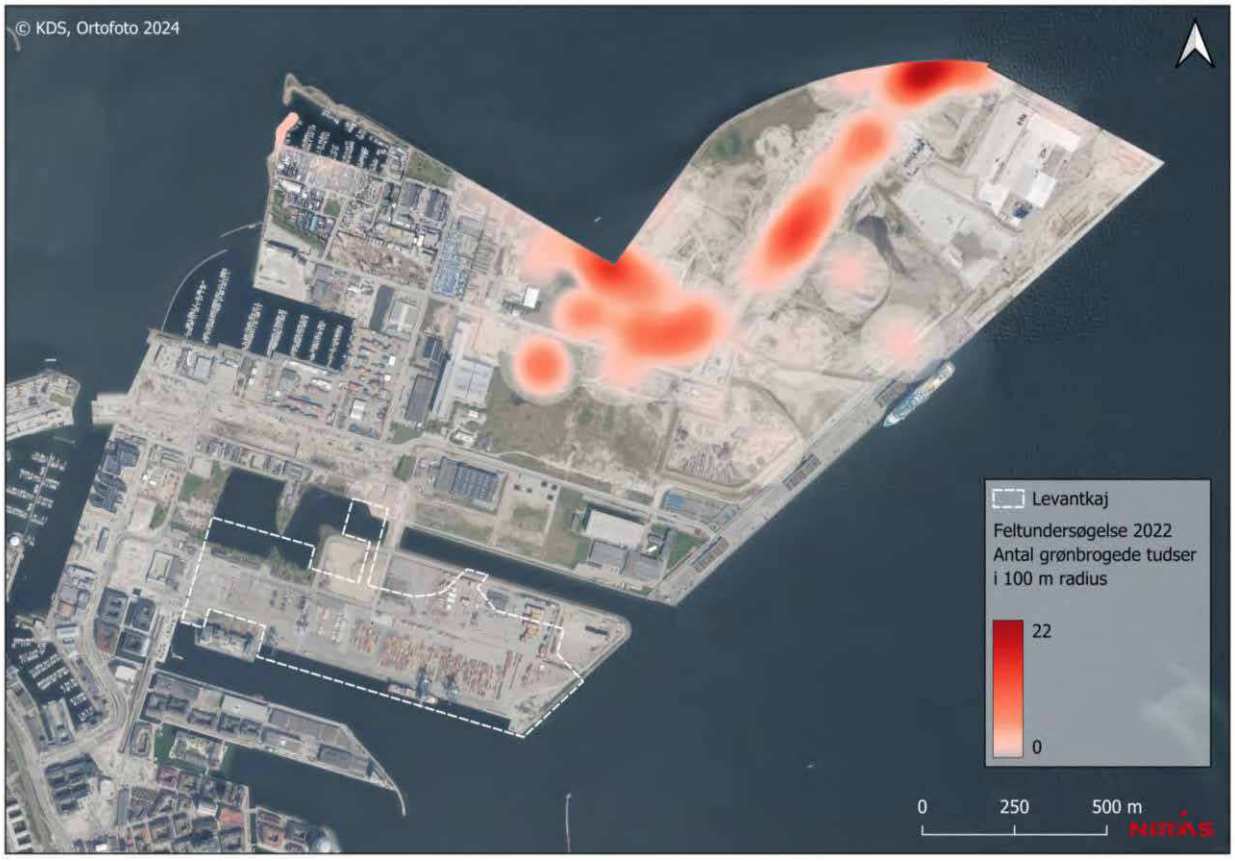
Figur 2.1: Masterplan for Levantkaj (By & Havn)

Der er udarbejdet en biodiversitetsstrategi for Levantkaj, som blandt andet indeholder forslag til grønne områder med plads og strukturer til grønbroget tudse.

3. Forekomst af grønbroget tudse

Yngle- og rasteområder for grønbroget tudse findes i og omkring forskellige typer af ferskvandslokaliteter, f.eks. små midlertidige lavvandede vandsamlinger, ofte uden vegetation. Grønbroget tudse har ynglet på Saltholm i Øresund så langt tilbage, som der er oplysninger til rådighed. I historisk tid har arten levet på lignende strandengsområder omkring København, hvor leveforholdene tidligere mindende om Saltholm. I dag må Saltholm anses for det vigtigste tilbageværende naturlige yngle- og rasteområde for arten i nærheden af København. Grønbroget tudse kan ikke yngle i saltvand, men kan svømme og derved sprede sig fra Saltholm til forskellige dele af København. Grønbroget tudse er i dag kendt fra flere områder i Københavns Havn, herunder Ydre Nordhavn. Grønbroget tudse er en pionerart med forkærlighed for tidlige successionsstadier, og derfor er forekomsten af grønbroget tudse i Københavns Havn i dag forbundet med arealudviklingsaktiviteter og landindvindinger, der løbende har tilvejebragt nye egnede levesteder for arten. Således har arten gennem de seneste > 50 år i perioder koloniseret levesteder omkring København i forbindelse med landindvinding, senest i Ydre Nordhavn.

I 2022 blev forekomsten af grønbroget tudse i Ydre Nordhavn kortlagt. Grønbroget tudse blev primært fundet i naturområderne nord for Levantkaj, se Figur 3.1.



Figur 3.1: Resultat fra kortlægningen af grønbroget tudse i Ydre Nordhavn i 2022. Data fra NIRAS. Stiplet markering viser Levantkaj som er i fokus for denne opgave.

I 2022 er grønbroget tudse desuden eftersøgt på Levantkaj i forbindelse med om-disponering af forurenet jord samt anlæggelsen af spildevandstanke (NIRAS, 2022). Der blev fundet flere egnede rasteområder for grønbroget tudse i form af grus, sten og materialebunker, men ingen individer. I 2024 blev Levantkaj undersøgt af flere omgange i forbindelse naturkortlægning af området (By & Havn, NIRAS, 2024) og forundersøgelser for Østlig Ringvej (Sund & Bælt, 2024). I forbindelse med naturkortlægningen blev der fundet et enkelt individ af grønbroget tudse på området (Figur 3.2).



Figur 3.2: Resultat fra naturkortlægningen på Levantkaj i 2024. Data fra (By & Havn, NIRAS, 2024).

4. Spredningsmuligheder og barrierer

Nordhavn er stærkt præget af byggeri og menneskelig aktivitet, hvilket skaber mange barrierer og forstyrrelser for grønbrogede tudse. For at få et overblik over de barrierer, der begrænser spredning af grønbroget tudse, er store dele af Ydre Nordhavn blevet kortlagt for spredningsbarrierer, senest i september 2025.

På Figur 4.1 ses resultaterne af kortlægningen, hvor paddehegn, bygninger, tunneller og åbninger i hegn er markeret. Derudover ses barrierer som betonelementer, spunsvægge og kystsikring uden opfyld. Spunsvægge ses ofte langs kysten og ved større byggeprojekter, som ved f.eks. Nordhavnstunnellen, og kan blokere tudsernes vandring – enten i begge retninger eller kun én vej. Typisk forhindrer spunsvæggen tudserne i at komme ind fra havet, mens de stadig kan komme ud fra land (men falder i vandet).

Nogle steder består paddehegnet af både midlertidige og permanente hegn, hvilket man f.eks. kan se omkring tunnelfabrikken (Figur 4.2). Kantsten fra vejanlæg kan også være en barriere, især for mindre tudser, da de ikke kan hoppe over en kantsten på 10-15 cm. Tudser kan desuden falde ned i afløbsriste, når de går langs kantstenen. Dette kan undgås ved at lave strå kantsten, flytte risten lidt væk fra kantstenen eller etablere opgange på begge sider af risten. Kantstenenes højde er ikke kortlagt.

Kystsikringen omkring store dele af Levantkaj består af store sten med store mellemrum, hvilket gør det vanskeligt for grønbroget tudser at komme i land på Levantkaj. Figur 4.2 viser et eksempel, hvor der er

huller på 1-2 meter dybde mellem stenene lige ved græskanten. Kystsikringen er desuden cirka 2,4-3 meter høj, hvilket yderligere begrænser tudsernes muligheder for at indvandre fra havsiden.

Disse elementer gør det svært for tudserne at indvandre til Levantkaj. På Figur 4.3 er mulige spredningsveje vist. Det vurderes at indvandring fra området med den "åbne" kystsikring er usandsynlig. De begrænsede indvandringsmuligheder og placering af spredningsveje falder godt sammen med observationer af tudser i nærområdet (Figur 3.2).



Figur 4.1: Placering af strukturer, der fungerer som barriere for grønbroget tudse samt åbninger i disse.



Figur 4.2: Billeder af udvalgte barrierer i Ydre Nordhavn. Øverst: Billeder af den "åbne" kystsikring omkring dele af Levantkaj – sandsynligheden for indvandring denne vej er meget lille. Midt: Til venstre, eksempel på kansten inden for området – her lavet med en tilbagetrukket rist der mindsker antallet af tudser der falder ned. Til højre, ekspempel på midlertidigt paddehegn. Nederst: Eksempler på hegn der fungerer som paddehegn. Det venstre billede viser en mere permanent løsning omkring Tunnelfabrikken mens det højre billede viser et hegn der er opsat mod nogle store oplagsbunker. Foto: NIRAS.



Figur 4.3: På baggrund af resultaterne angivet i Figur 4.1, er de potentielle spredningsveje i dag angivet (røde pile).

5. Muligheder for håndtering af grønbroget tudse i anlægsfasen for Levantkaj (forventet 2027- 2035)

Der findes mange barrierer for grønbroget tudse på den bebyggede del af Ydre Nordhavn, hvilket bevirker at indvandringen til Levantkaj sandsynligvis kun sker fra nord og i begrænset antal. På Levantkaj findes der i dag to mindre vådområder, som kan bruges af grønbroget tudse som yngleområde. Det ene område er en lavning, som i varme år udtørrer i løbet af sommeren, og det andet område er en grøft. Ved besigtigelserne er der hverken fundet voksne individer eller tegn på yngel i vandsamlingerne. I forbindelse med det fremtidige byggeri, kan der opstå midlertidige vandsamlinger på området, som kan bruges som yngleområde for grønbroget tudse. Det vurderes, at håndtering af grønbroget tudse i forbindelse med byudvikling af Levantkaj, kan ske ved enten at søge en forhåndsdispensation eller ved at holde grønbroget tudse ude af området. De to metoder beskrives nærmere i det følgende.

5.1. Forhåndsdispensation

En forhåndsdispensation er en tilladelse, der gives på et tidligt tidspunkt i planlægningsprocessen. Tilladelsen skal gives, før en beskyttet art har etableret sig i et område, hvor man forventer at skabe egnede levesteder for arten. Der kan gives dispensation til aktiviteter, som normalt ville være forbudt jf. habitatdirektivet, hvis den samlede plan eller projekt tilbyder en merværdi for den beskyttede art, både i anlægsperioden og efter anlæg.

Hvis projektet skal sikre en merværdi for arten, så skal yngle- og rasteområder for grønbroget tudse være tilgængelige, mens anlægsarbejderne står på, og når den nye bydel er bygget færdig.

Levantkaj er et område, der allerede er befæstet, og gradvist vil blive bebygget. Det betyder, at yngle- og rasteområderne vil være forbundet til byggeaktiviteter, hvor der blotlægges sand og grus eller opstår fordybninger med midlertidige vandansamlinger. Da byggeriet udføres i etaper, vil midlertidige yngle- og rasteområder for grønbroget tudse kunne opstå i begrænset omfang ad gangen og være meget kortvarige inden anlægsarbejderne rykker videre. Derfor vurderes det, at grønbroget tudse ikke vil kunne få stor gavn af de kortvarige tilgængelige vandhuller på byggepladsen på Levantkaj, da de vil forsvinde hurtigt igen fra arealet.

Når byggeriet står færdigt, er der biodiversitetsstrategien for Levantkaj, nævnt mulighed for at placere strukturer, der egner sig for grønbroget tudse. F.eks. at der kan etableres vandhuller og udlægges bunker med sand og grus i Skudeløbsparken og langs metroen, som grønbroget tudse kan raste og yngle i (By & Havn, SWECO, 2025).

5.2. Grønbroget tudses adgang til Levantkaj begrænses

Alternativet til forhåndsdispensationen er at forhindre grønbroget tudse i at indvandre og kolonisere Levantkaj. Indvandringen kan til dels kontrolleres ved at opsætte fysiske barrierer (paddehegn), der kan besvære eller forhindre paddernes bevægelse ind i risikofyldte områder. Derudover kan eventuelle tudser i området jævnligt indsamles og flyttes ud af området, inden de etablerer sig.

Paddehegn kan være midlertidige, lavet af plastik eller finmasket net. Permanente paddehegn kan være lavet af beton, komposit eller metal, afhængig af behovet. De graves typisk delvist ned i jorden for at forhindre, at padderne graver sig under hegnet. Højden svinger fra 30 til 50 cm, og i visse tilfælde kan hegnet udstyres med "faunapassager" eller samlekasser, hvor padderne kan opsamles og efterfølgende flyttes til et sikkert sted. For at være effektive skal paddehegn løbende efterses for skader, huller eller nedskridninger, som ellers tillader padderne at slippe igennem. Derudover skal vegetationen omkring hegnet holdes nede så padderne ikke kan kravle over via vegetationen.

Det er udfordrende at lave et paddehegn uden åbninger, da der skal være adgang til Levantkaj i byggeriets anlægsfase. For at forhindre padder i at trænge ind kan man afslutte hegnet mod vejen i en u-form, opsætte og tømme paddefælder eller etablere en færist i vejen.

6. Strategi for anlægsfasen (forventet 2027-2035)

Det vurderes, at den mest hensigtsmæssige strategi for grønbroget tudse på Levantkaj, så vidt muligt er at forhindre indvandring og kolonisering ved hjælp af eksisterende, fysiske barrierer og opsætning af midlertidigt eller semi-permanent paddehegn. Semi-permanente paddehegn fremstilles typisk af materialer, der sikrer, at hegnet kan forblive opstillet i flere år. Dette adskiller sig fra midlertidige hegn, som ofte kun har en holdbarhed på højst 5 år, ofte mindre. Hegnet skal stå opstillet i anlægsperioden og nedtages efterfølgende. Opstillingen af hegnet kombineres med eftersøgning af arten med jævne mellemrum, med henblik på at flytte individer ud af området.

Ved brug af paddehegn som supplement til de eksisterende fysiske barrierer omkring Levantkaj, kan hegnet tilpasses, så adgang til byggepladsen begrænses mest muligt under anlægsfasen. Paddehegnet skal løbende vedligeholdes, så det effektivt kan holde padder ude af de områder der anlægges. Med denne

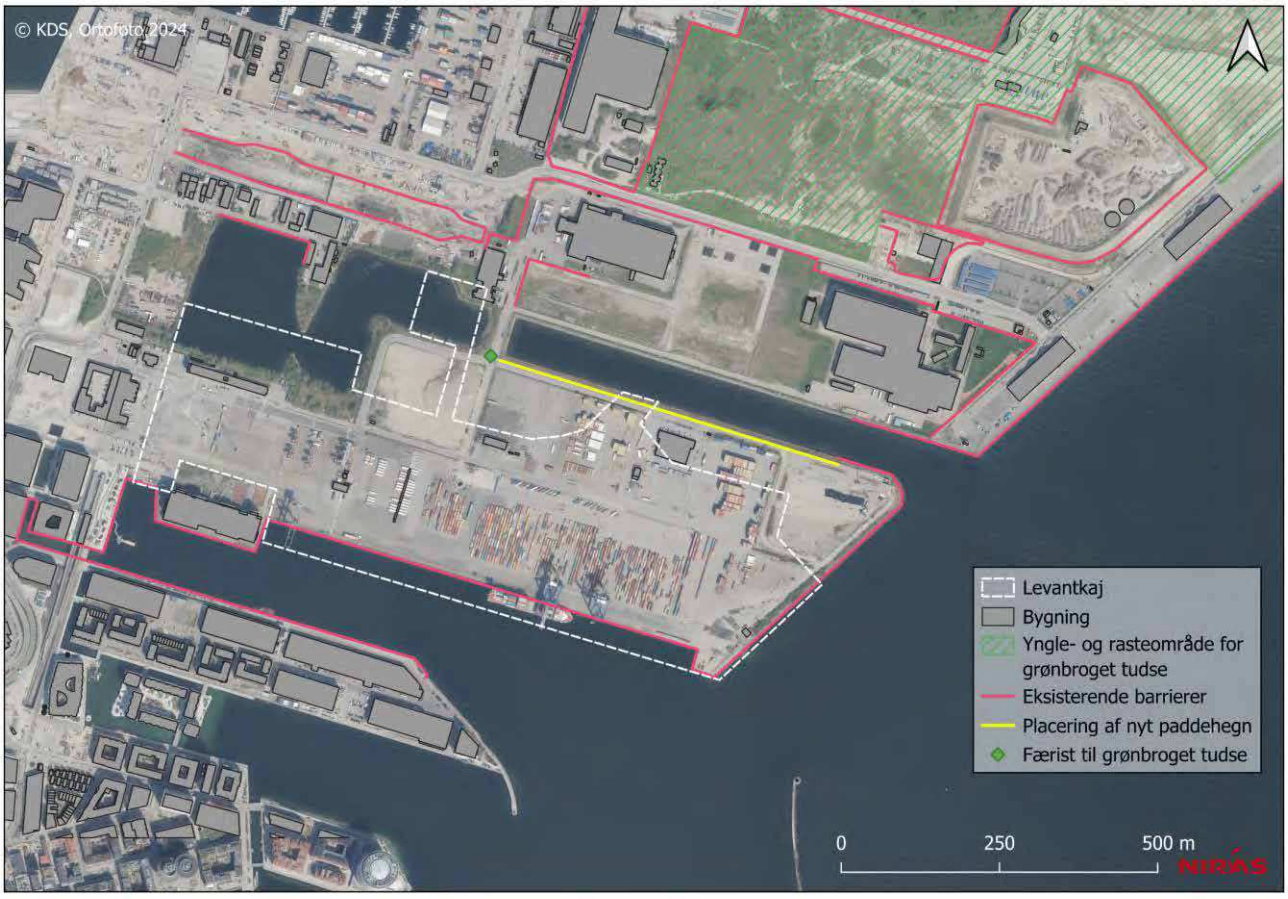
strategi kan indvandring kontrolleres, og eventuelle padder, der alligevel skulle finde vej ind på Levantkaj, kan indsamles og flyttes til de mere egnede levesteder i Ydre Nordhavn.

Der forventes kun en meget begrænset indvandring til Levantkaj da der er kun registreret én grønbroget tudse på Levantkaj, trods flere eftersøgninger i de seneste tre år. Det ene fund vurderes at være en enlig strejfer og indikerer, at arten ikke har etableret en levedygtig bestand på området. Der er derfor ikke risiko for at forstyrre en eksisterende population, når anlægsarbejderne på Levantkaj påbegyndes. Levantkaj er allerede befæstet og vil gradvist blive bebygget, hvilket også begrænser mulighederne for, at der skabes egnede og tilgængelige yngle- og rasteområder for grønbroget tudse.

6.1. Placering af paddehegn

Levantkaj er omgivet er eksisterende barrierer i form af spunsvægge og stensætning mod syd og øst. Den resterende spredningsvej for populationen af grønbroget tudse, vil derfor være indvandring fra nord. Paddehegnet anbefales derfor placeret langs den nordvendte strækning på Levantkaj. På Figur 6.1 ses et forslag til placeringen af paddehegnet.

Paddehegnet er placeres, så grønbroget tudse begrænses i at kolonisere området, samtidig med at det bliver overskueligt at inspicere og vedligeholde hegnet løbende. Placeringen er ikke fast og hegnet kan rykkes frem eller tilbage fra kystlinjen, alt efter hvordan de endelige byggelinjer placeres.



Figur 6.1: Forslag til placering af paddehegnet på Levantkaj. Den røde linje viser de eksisterende barrierer omkring Levantkaj og på Oceankaj (paddehegn, spuns osv.). Den gule linje viser placeringen af det nødvendige paddehegn på området, mens den

grønne linje viser placering af et paddehegn som sandsynligvis ikke er nødvendig for at undgå indvandring af grønbroget tudse. Dette hegn (den grønne linje) opsættes kun, hvis den løbende overvågning peger på, at der et behov.

6.2. Passager i hegnet

Når byggeriet på Levantkaj påbegyndes, kan det blive nødvendigt at lave passager i paddehegnet til f.eks. adgangsveje. Det anbefales, at der kun etableres nødvendige passager, og at disse udformes med størst mulig hensyntagen til paddehegnets funktion. Ved adgangsveje, der bryder paddehegnet, kan der installeres porte eller låger, som holdes lukkede om natten og forsynes med tætte børstelister og kantforseglinger for at forhindre, at padder slipper igennem. En anden løsning er nedgravning af færiste i vejen, som er lavet specielt til padder. Denne mulighed kan anvendes uden brug af port eller låge. Alternativt kan hegnet afsluttes med en paddefælde som tømmes 1-2 gange dagligt i paddernes aktive sæson fra april til oktober.

Uanset hvilken løsning der vælges, er det afgørende, at gennemføringer i paddehegnet løbende inspiceres og vedligeholdes for at sikre, at hegnet forbliver effektivt, og lukker tæt langs nordstrækning mod Oceankaj. I afsnit 6.5 beskrives vedligeholdelsen detaljeret.

6.3. Typer af paddehegn

Der findes flere forskellige typer af paddehegn, der varierer i materialer, holdbarhed og anvendelsesformål. Neden for gennemgås de mest anvendte varianter samt deres karakteristika, fordele og ulemper.

6.3.1. Midlertidige paddehegn

Midlertidige paddehegn fremstilles typisk af plastik, finmasket net eller presenninglignende materialer, der er lette at opsætte og fjerne. De graves delvist ned i jorden, ofte 5-10 cm, for at forhindre, at padderne kan grave sig under hegnet. Højden er som regel mellem 30 og 50 cm, tilpasset de arter der skal holdes ude. Der er en række fordele ved de midlertidige paddehegn; de er lette og hurtige at opsætte og fjerne igen, de er billige, den lave vægt letter transport og håndtering, hegnet er let og kan flyttes under projektet, hvis det er relevant. De midlertidige hegn har dog lavere holdbarhed, ødelægges ofte af maskiner under anlæg og kræver derfor løbende kontrol og reparation af eventuelle huller, nedfald eller beskadigelser. Midlertidige hegn er ikke egnet til opsætning gennem flere år på samme placering.

6.3.2. Semi-permanente paddehegn

De semi-permanente hegn fremstilles ofte af mere robuste materialer som beton, komposit, metal (for eksempel galvaniseret stål) eller hård plast. Disse hegn graves også delvist ned og fastgøres solidt for at sikre lang levetid. De er typisk højere end midlertidige paddehegn og med glatte overflader, så padder ikke kan klatre over. Paddehegnene kan integreres i byggepladshegn, hvor bunden udføres i et lukket materiale som stadig nedgraves. Fordele ved permanente paddehegn er, at de er meget robuste i forhold til f.eks. anlægsaktiviter over mange år og kræver mindre vedligeholdelse end midlertidige hegn. Permanente paddehegn er dog forbundet med højere etableringsomkostninger og mere omfattende anlægsarbejde, mindre fleksibilitet ved ændringer i byggeplaner eller behov for flytning. Hegnene skal blive stående i hele anlægsfasen, hvorefter de kan nedtages.

6.4. Opsætning af paddehegn

Paddehegnet kan med fordel opsættes før grønbroget tudse vandrer mod ynglehuller i april. Efter opsætning af paddehegnet er det nødvendigt at eftersøge grønbroget tudse på Levantkaj, så det sikres, at strejfende individer, der potentielt har vinterrastet på Levantkaj, ikke hegnes inde. Eftersøgning skal foregå om natten, hvor grønbroget tudse er aktiv. Hvis der ved eftersøgningen findes individer af arten, flyttes de

til det egnede yngle- og rasteområde på Oceankaj. Området skal eftersøges for grønbroget tudse mindst tre gange.

6.5. Drift, vedligehold og kontrol

Paddehegnet skal være fuldt funktionelt fra april til november, hvor grønbroget tudse er aktiv. Ved alle typer paddehegn er det afgørende, at paddehegnet løbende efterses og vedligeholdes. Skader, huller osv. skal udbedres hurtigt for at sikre at paddehegnet er tæt og effektivt. Ofte kræver det systematiske gennemgange af området, især inden for perioder som forårs- og efterårsvandringen, hvor padderne er mest aktive. Det skal generelt sikres, at én bestemt person har ansvar for, at hegnet står, som det skal, i den periode det er relevant.

For midlertidige paddehegn anbefales det, at hegnet kontrolleres mindst 1 gang om ugen, og at alle dem, som arbejder i området, skal indrapportere eventuelle skader på paddehegnet til den person, som har ansvar for at udbedre skader.

For permanente hegn på byggepladsen anbefales det, at der laves en gennemgang april og igen i juli. Derudover skal vegetationen omkring paddehegnet slås hvert år i juni for at sikre, at padderne ikke kan bruge det til at klatre over hegnet.

Hvis der ved passager i paddehegnet opsættes fælder, skal de tjekkes dagligt, når de er åbne. Der stilles typisk vilkår i dispensation fra artsfredningsbekendtgørelsen, om at åbne spandfælder skal tjekkes to gange dagligt. Hvis der sættes en port i gennemføring af paddehegnet om natten, skal den efterses to gange årligt for at sikre, at den slutter tæt. En færist skal ligeledes undersøges 1-2 gange om året alt efter hvor meget materiale der nedskylles i kanalen under risten.

6.6. Undersøgelser af projektområdet

To gange årligt gennemgås området for at sikrer at ingen individer har bevæget sig udenom hegnet. Eventuelle fundne individer indsamles og flyttes til områderne nord for Oceankaj. Dette kræver forudgående tilladelse (se 6.7).

6.7. Tilladelser m.m.

Der skal søges dispensation fra artsfredningsbekendtgørelsen til indsamling og flytning af individer af grønbroget tudse fra Levantkaj til områderne nord for Oceankaj. Der ansøges om en dispensation, som er gældende i hele strategiens periode. Dispensationen skal søges ved Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV). Det forventes at en sådan tilladelse berører ganske få individer.

Paddehegnet kan opsættes uden tilladelse på By & Havns arealer. Paddehegnet anses som en afværgeforanstaltning, der forventes at forhindre afgang for tudserne til lokalplanområdet. Der kan ikke sættes vilkår i lokalplanen om etablering paddehegn.

6.8. Miljøvurdering af planforslag

Ved miljøvurdering af lokalplanen skal det fremgå, hvordan planens rammer kan udnyttes, uden at påvirke grønbroget tudse i Ydre Nordhavn. Forudsætningen er, at de relevante afværgeforanstaltningerne implementeres i forbindelse med miljøvurderinger af konkrete projekter, som forventes på baggrund af planen.

De relevante foranstaltninger, som der er redegjort for i strategien, er dels (1) opsætning og vedligehold af paddehegn (gul markering) samt (2) eftersøgning af grønbroget tudse to gange årligt hvor eventuelle dyr flyttes til nord for Oceankaj.

Myndigheden (Københavns Kommune) skal ved godkendelse af lokalplanen offentliggøre en sammenfattende redegørelse for, hvordan myndigheden vil overvåge planens væsentlige indvirkninger på miljøet. Herunder hvordan afværgeforanstaltninger for grønbroget tudse sikres ved de projekter, som udføres på baggrund af planen.

7. Referencer

By & Havn, NIRAS. (2024). *Naturkortlægning, Levantkaj*.

By & Havn, SWECO. (2025). *Biodiversitetsstategi Levantkaj*.

NIRAS. (2022). *Grønbroget tudse: Vurdering af opsætning af midlertidige spildevandstanke – Levantkaj - Nordhavnen*.

Sund & Bælt. (2024). *Forundersøgelser for Østlig Ringvej (pers. komm. vedrørende rapport udkast)*.

Februar 2026

aaen engineering

BY- OG MIKROKLIMATISK ANALYSE

AF LEVANTKAJ, NORDHAVN



SCENARIE A: METROTRACÉ SOM HØJBANE (INKL. TRÆER)

BY- OG MIKROKLIMATISK ANALYSE

Levantkaj, Nordhavn

Scenarie A: Metrotracé som højbane (inkl. træer)

Februar 2026

Udarbejdet for

BY&HAVN

Udarbejdet af

aaen engineering

Indhold

side

INTRODUKTION

Formål 5

Simuleringsforudsætninger 6

BYKLIMA

Simulering af ventilations- og kølepotentialer for før- og efter-scenarie 12

MIKROKLIMA

Sollystimer på terræn 16

Vind på terræn 19

Vindkomfort på terræn 22

Oplevet temperatur 23

MIKROKLIMATISKE ANBEFALINGER

Overordnede vurderinger 28

Overordnede anbefalinger 29

Anbefalinger til optimering af mikroklima 30

INTRODUKTION

FORMÅL

Vigtigheden af et velplanlagt by- og mikroklima stiger som følge af globale klimaforandringer og forventet øget urbanisering. I en dansk kontekst er der typisk et mindre fokus på konsekvenserne ved meget varmt vejr, som følge af et historisk mere mildt og køligt klima sammenlignet med andre lande. Men som følge af klimaforandringer, der giver mere varmt og ekstremt vejr, skal vores byer også være mere robuste over for omskifteligt og ekstremt vejr.

I Danmark er klimaet præget af milde somre og kølige vintre, hvilket betyder at store dele af året er for koldt til udendørs ophold i længere tid. For at øge den termisk komfortable sæson for udendørs ophold er sol og læ vigtige forudsætninger. Samtidig skal byerne være mere robuste overfor højere temperaturer og mere ekstremt vejr, som følge af klimaforandringer.

Formålet med by- og mikroklima rapporten er, at anskue og forstå de eksisterende by- og mikroklimatiske forhold i projektområdet, for så at kunne planlægge byområdet med henblik på at skabe gode komfortbetingelser for de mennesker som kommer til at færdes i der. Rapporten beskriver også anbefalinger til hvordan by- og mikroklimaet kan optimeres, med udgangspunkt i vind- og sollysforhold.

Rapporten anbefaler tiltag og virkemidler, som til dels fokuserer på forbedring af byklimaet ift. at gøre området robust over for høje temperaturer, og til dels på mikroklimaet ift. at skabe gode komfortbetingelser for mennesker. Der skal findes en balance mellem disse tilgange, og byens funktioner skal programmeres herefter.

Byklimaet ser på byområdets termiske egenskaber ift. hvordan byggeriets placering og udformning har betydning for gennemstrømning af luft, absorption og refleksion af varme. Formålet er at modvirke den urbane varmeø-effekt ved at øge køling og ventilering af byområdet. I dokumentet vurderes køleforholdene både for tidligere og planlagte byområde.

Mikroklimaet ser på mennesket som bruger af byen ift. hvordan sol- og vindforhold påvirker den menneskelige komfort, og på hvilke tidspunkter, som følge af byens udformning og materialitet. Byområdet skal rumme plads til det gode udendørs liv, og derfor skal funktioner tænkes ud fra mikroklimaet. F.eks. placering af bageren i morgensolen og i læ fra vinden. Boldbanen eller legepladsen må til gengæld gerne ligge et sted, hvor der er lidt mere vind.

Notatet kan indgå som dokumentation til DGNB byområde-certificering af byområdet (DGNB Byområde 2020-manual version 3.0.0, kriterie: ENV1.5.1 Analyse af byområdets klimatiske forhold og SOC1.1 Mikroklima og komfort).



Sundhed

Der skal sikres et sundt og rart udeklima, der opfordrer til udendørs ophold og aktivitet samt sørger for ventilering.



Klima

Der skal opnås en robusthed i projektet der sikrer termisk komfort i opholdsarealer både nu og i fremtiden.



Økosystemet

Projektet skal skabe en stærk samhørighed med naturen, og et område der tilgodeser både mennesker, flora og fauna.

SIMULERINGSFORUDSÆTNINGER - GEOMETRI

Mikroklima-simuleringerne tager udgangspunkt i 3D-model fra Entasis modtaget i november 2025, der inkluderer både bygninger, kontekstbygniner og terrænmodel. Kontektsgeometrien omkring det undersøgte område består både af eksisterende bygninger, lokalplanlagt byggeri et samt volumener der repræsenterer fremtidigt byggeri på resten af Levantkaj og ydre Nordhavn. Geometrien for ydre Nordhavn er meget generisk, men er medtaget for at give et mere retvisende billede af de fremtidige vindforhold når vindretningen kommer fra nord.

Der er undersøgt to scenarier af metrobanen som visualiseret nedenfor.

For at gennemføre simuleringerne er bygningers og terrænets kompleksitet reduceret, hvor eksempelvis, vinduespartier og tekniske tag-installationer er fjernet, og terrænspring udjævnet.

3D-model med kontekst og terræn

(Perspektiv fra sydvest)



Scenarie A: Metrotrace som højbane

Trace på søjler langs hele forløbet (Perspektiv fra nord)



Scenarie B: Metrotrace med dæmninger

Dæmning ved endestation og søjler med mellemrumsvolumener langs forløbet (Perspektiv fra nord)



Dette scenarie er beskrevet i særskilt mikroklima-rapport

SIMULERINGSFORUDSÆTNINGER - BEPLANTNING

Mikroklima-simuleringerne inkluderer træer placeret og dimensioneret ud fra situationsplanen "LEVANTKAJ_3D mikroklimaanalyse A2" og "240109_vindanalyse med træer bilag" modtaget fra Entasis i januar 2026. Træerne er dimensioneret med udgangspunkt i 10 års vækst.

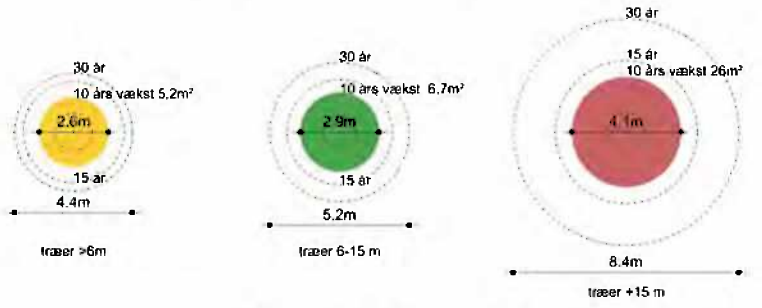
Situationsplan med placering af træer

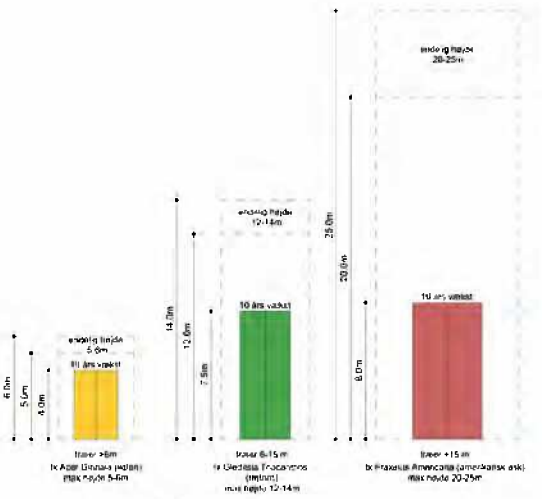
(LEVANTKAJ_3D mikroklimaanalyse A2)



Træ dimensioner med udgangspunkt i 10 års vækst

(240109_vindanalyse med træer bilag)



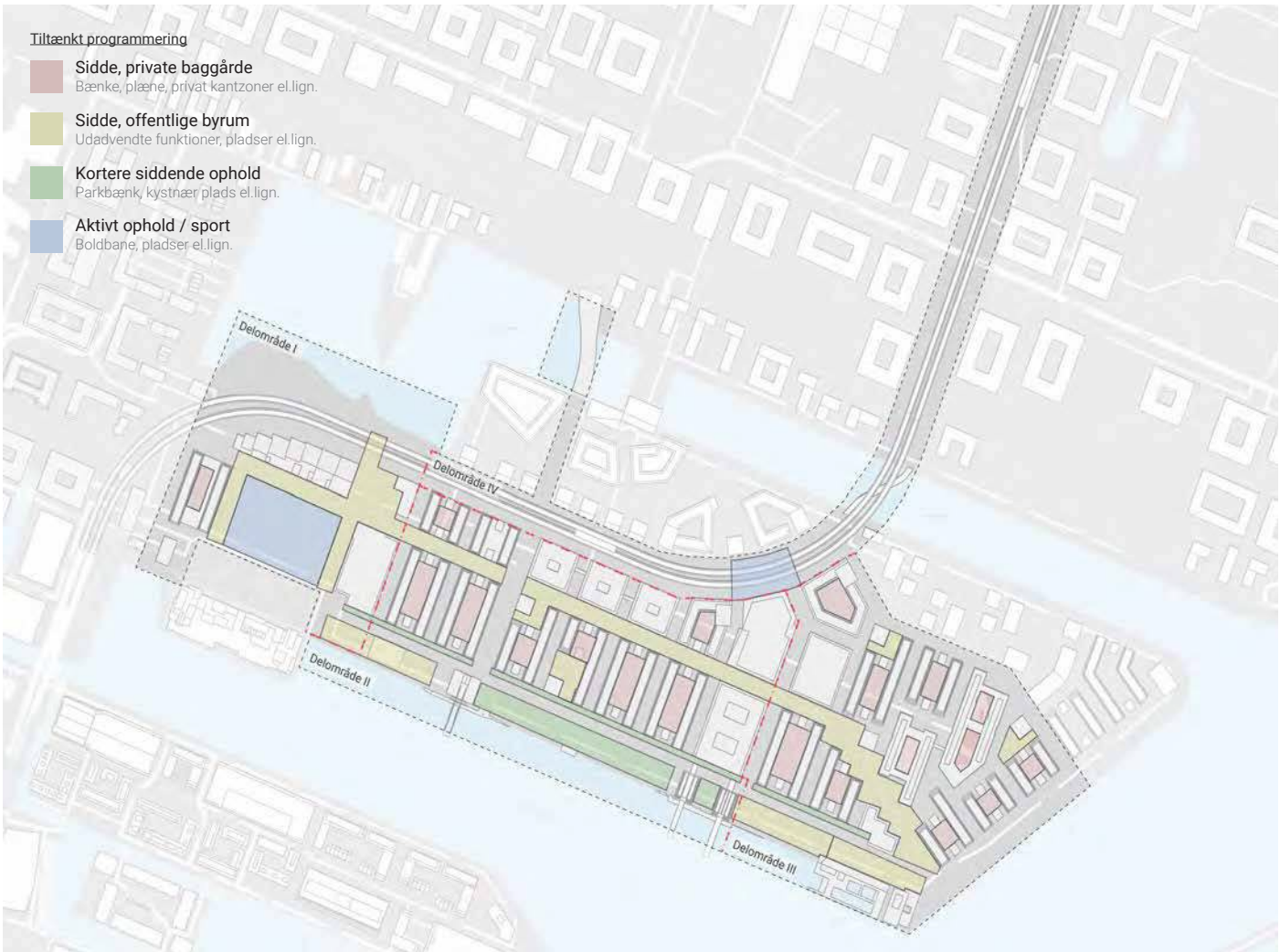


SIMULERINGSFORUDSÆTNINGER - FOKUSOMRÅDE

Der er af byplansarkitekterne for Levantkaj, Entasis, udpeget arealer, som værende væsentlige centarle opholdssteder på Levantkaj. Entasis har yderligere koblet forventede aktivitetsniveauer til byrummene.

I denne mikroklima-rapport fokuseres der på opholdskvaliteten af udearealer, med særligt henblik på ovennævnte arealer, som dækker over gårdrum, boldbaner og pladser, havnefront og bynære gader. Der vil blive beskrevet hvordan primært sol- og vindforhold er med til at påvirke den oplevede termiske komfort i bydelen, med henblik på at vurdere hvilke arealer, som egner sig til bestemte aktiviteter. Derudover at give anbefalinger til, hvordan bygningsvolumeners størrelse, form og placering, samt landskabet og landskabselementer kan bidrage til at forbedre mikroklimaet.

Rapporten kan som beskrevet indgå i DGNB Byområde-dokumentation. I forhold til at dokumentere mikroklimatiske indsatser iht. DGNB-krav, fremhæves der i simuleringerne flere udvalgte opholdsarealer, som markeret i figuren herunder. Hvis der ønskes DGNB Byområde-certificering anbefales det at udvælge boldbanen, Levantparken samt pladserne ved kirken og hav-kultur-huset som særligt udvalgte arealer, da disse har bedre forudsætninger for at opnå point i DGNB. Derudover er der særligt fokus på delområde I - III, da det primært vil være i disse områder anbefalinger til programmering af byrum og ændringer vedr. bygninger og vegetation kan få indflydelse.



SIMULERINGSFORUDSÆTNINGER - SOLLYSTIMER OG VIND

Simuleringer af sollystimer på terræn er foretaget for sommersolhverv (21. juni), vintersolhverv (21. december) og forårsjævndøgn (21. marts), for hhv. at analysere sollysbetingelserne både ved det maksimale, minimale og gennemsnitlige antal lyse timer på et døgn. Simuleringerne forudsætter, at der er klar himmel hele dagen, og viser dermed det potentielle antal sollystimer.

Sollystimer er simuleret i Autodesk Forma, der benytter geospecifik data for solens position fra 2023 og beregner sollystimer med OptiX™ Ray Tracing Engine af NVIDIA.

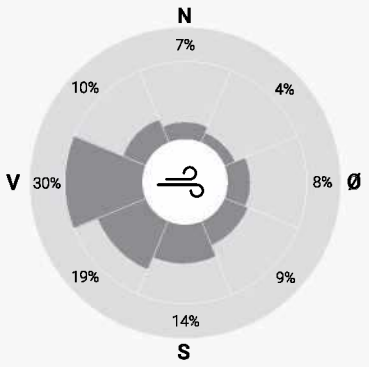
Simuleringsindstilinger:	
- Resolution size :	0,5 x 0,5 m
- Measuring points per hour:	10

Vind på terræn er analyseret ud fra både individuelle vindretninger og en vindkomfort-kategorisering. De individuelle vindretninger kan bruges til at informere formgivningen af designet, mens vindkomfort-kategoriseringen er anvendelig til at programmere aktivitetsniveauer og funktioner efter.

Både de dominerende vindretninger og vægtningen af vindretninger til komfortkategoriseringen er baseret på hyppigheden fra datasættet datasættet Copenhagen 061800 IEWC nord for Københavns Lufthavn med koordinaterne (55.62671, 1267230). Vindrosen baseret på datasættet ses herunder.

CFD simuleringerne er foretaget i Autodesk Forma, der benytter simpleFoam gennem værktøjet OpenFOAM. Der er medtaget omkringliggende bygninger i en radius af ca. 600 m fra centrum af projektområdet.

Simuleringssettings for vind:	
- Turbulence model	K-epsilon
- Roughness lenght:	0,25
- Wind inlet height	10 m above terrain
- Result height	1,75 m above terrain
- Cell size around building:	max. 1m
- Vegetation leaf area density:	0,25
- Plant drag coefficient:	0,2



SIMULERINGSFORUDSÆTNINGER - OPLEVET TEMPERATUR

Den oplevede temperatur er resultatet af hvordan lufttemperatur, vind, luftfugtighed, direkte-, indirekte- og infrarødstråling opleves, baseret på en person gående med 4 km/t, påklædt efter de klimatiske forhold. En oplevet temperatur mellem 9 og 26°C vurderes som uden termisk stress, og dermed termisk komfortabelt.

Simuleringerne giver et øjebliksbillede af de klimatiske forhold på et givent tidspunkt. Det kan derfor være nødvendigt at analysere forskellige tidspunkter på året, og med udgangspunkt i forskellige vejrbetingelser, for at vurdere potentialet for de forskellige områder.

De oplevede temperaturer simuleres i Autodesk Forma. Der tages ikke højde for de termiske egenskaber ved forskellige materialer og overflader i simuleringen. I stedet antages, at temperaturen på jordoverfladen, bygningsflader samt havoverfladen er lig lufttemperaturen.

De udvalgte dage er simuleret med dominerende vindretninger for den pågældende måned og middelvindhastighed jf. vejrdata fra Københavns lufthavn (Copenhagen 061800 IEWC).

Værdier for lufttemperatur, luftfugtighed, skydække, direkte-, diffus-, og infrarødstråling tager udgangspunkt i middelværdier over otte år for den pågældende måned på det pågældende tidspunkt, på baggrund af Copernicus ERA5 datasættet, som anvendes i Autodesk Forma. De specifikke værdier, der er brugt til simuleringerne fremgår i forbindelse med resultaterne.



BYKLIMATISK ANALYSE

VENTILATIONSPOTENTIALE - VIND FRA VEST



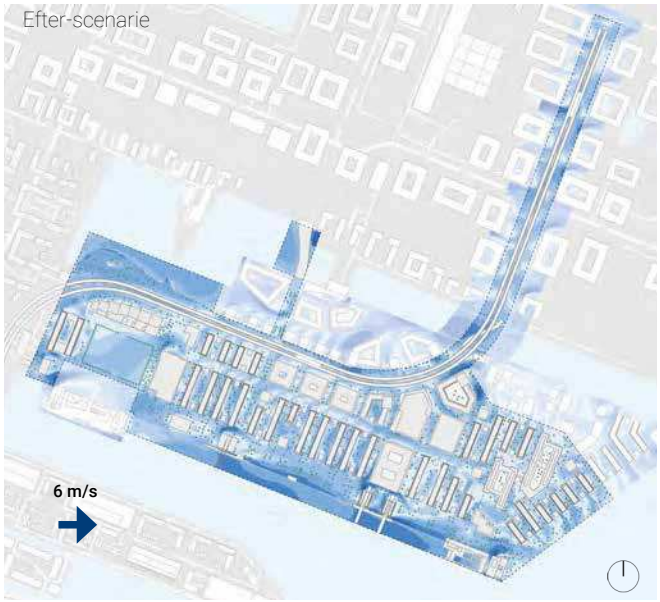
VIND PÅ TERRÆN
VINDHASTIGHED [M/S] 1.75 METER OVER TERRÆN
VIND FRA VEST (270 GRADER FRA NORD) MED 6 M/S

0	1	2	3	4	5	6	7

VINDSTILLE RØG STIGER LODRET TIL VEJRS
LET BRISE VINDEN KAN MÆRKES I ANSIGTET
MODERAT BRISE STØV OG BLADE BEVÆGER SIG

Vestenvind er den mest hyppige vindretning i området og forekommer lidt over 3 måneder sammenlagt i løbet af årets timer.

Situationsplanens udformning sikrer let ventilering langs metrotrace, mens læområder til komfort prioriteres mellem bygningerne. Grundet Levantkajs havnenære placering vurderes behovet for komfort at vægte højere end køling, særligt mod Orientbassinet og Levantkajs haver, hvor der planlægges opholdsarealer. Derimod kan ventileringen langs metroen have en gavnlig effekt på luftgener.



ENV1.5.2.2.2. Der kan opnås **10 DGNB-point**, ved dynamisk modellering af byklimaet for før- og efter situationen.

VENTILATIONSPOTENTIALE - VIND FRA SYDVEST



VIND PÅ TERRÆN

VINDHASTIGHED [M/S] 1.75 METER OVER TERRÆN
VIND FRA SYDVEST (225 GRADER FRA NORD) MED 6 M/S

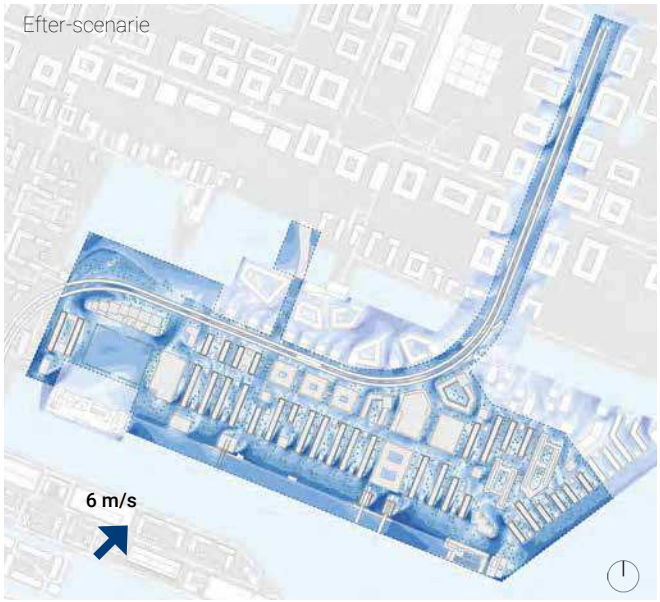
0	1	2	3	4	5	6	7

VINDSTILLE RØG STIGER LODRET TIL VEJRS

LET BRISE VINDEN KAN MÆRKES I ANSIGTET

MODERAT BRISE STØV OG BLADE BEVÆGER SIG

Vind fra sydvest er den næstmest hyppige vindretning i området.



God ventilering opstår langs de brede nordsydgående gadeforløb i den bynære bebyggelse uden kritiske vindgener. Langs flere af de smalle nordsydgående gader vil ventileringen påvirke vindkomforten. Det vurderes her at vindhastighederne bør forsøgt reduceres, så der ikke opstår vindgener og ved denne vindretning.

ENV1.5.2.2.2. Der kan opnås **10 DGNB-point**, ved dynamisk modellering af byklimaet for før- og efter situationen.

OPSAMLING

På baggrund af de analyserne af ventilations-potentialet ved de dominerende vindretninger, vurderes der at være gode forhold for at skabe ventilering gennem projektområdet. Dette vurderes også at være videreført i helhedsplanen, som illustreret nedenfor.

Ventileringen bør hovedsageligt prioriteres langs metrotracet, hvor ventilering vil være gavnligt. Det er ikke ønskeligt, at hele området ventileres, men at der fokuseres på dette i udvalgte arealer, mens der i andre områder bør arbejdes på at skabe læ fra vinden i kombination med soleksponering, hvilket kan give gode opholdsmuligheder og termisk komfort. Dette er tilfældet for byrummene langs Levantkajs haver, samt den sydlige promenade, som der også vil arbejdes med i de mikroklimatiske analyser.

For at undgå negative vindgener, som kan skabe dårlige komfort- og opholdsbetingelser for områdets brugere, bør der rettes særlig opmærksomhed på mødet mellem bebyggelsen og havnebassinet mod syd, da dette er blottet for den hyppige sydvestenvind, og er et område der planlægges med ophold langs kajkanten. Her kan der forventes god ventilering langs havnefronten, men landskabselementer, læskærme, vegetation m.v. kan forbedre komfortoplevelsen for områets brugere.

Områdets minimale biltrafik og placing nær vandet mindsker også behovet for ventilering i projektområdet, hvor luftforurening og overophedning er reduceret betydeligt sammenlignet med indre København. Alligevel kan der med fordel arbejdes med at begrænse befæstede overflader til fordel for grønne områder, vegetation og træer, samt arbejde med materialer i bygningerne med henblik på at reflektere mere sollys fra tagflader samt strategisk arbejde med tunge termiske materialer i facadekonstruktioner, terrænflader og inventar.



ENV1.5.2.2.1: Der kan opnås **10 DGNB-point**, ved en dokumenteret indsats på baggrund af konklusioner fra indledende analyser.

MIKROKLIKLIMATISK ANALYSE

SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN - FORÅRSJÆVNDØGN (21. MARTS)



POTENTIELLE SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN

ANTAL SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN (KLAR HIMMEL).

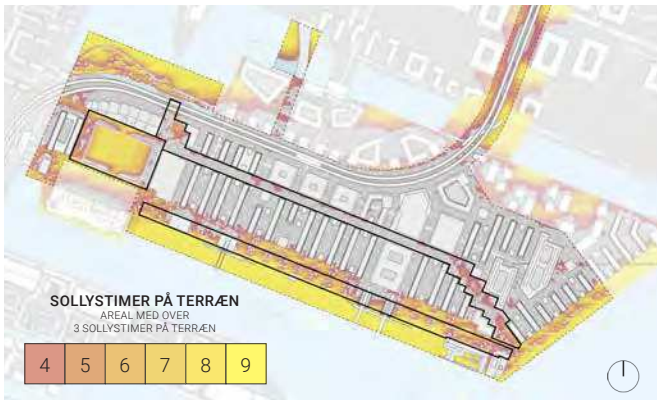
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

BEGRÆNSET SOLEKSPONERING | LAV SOLEKSPONERING | HØJ SOLEKSPONERING | MEGET HØJ SOLEKSPONERING

Ved jævndøgn er der et gennemsnitligt antal potentielle sollystimer for året. Denne dato er dermed en god designmæssig indikator for soleksponeringen ved Levantkaj.

Anbefaling: På baggrund af analysen bør områder med høj soleksponering langs den sydlige og sydøstlige havnefront udnyttes til ophold. Dertil de vestlige arealer til boldbane og havneareal, som også vil have høj soleksponering. Udadvendte stueetager kan med fordel placeres i tilknytning til disse områder, for at skabe et mere livligt bymiljø. For at optimere solforholdene i den øst/vestgående gade, kan træer flyttes til primært den den sydlige side af gaden.

51% af projektområdets samlede byrumsareal i delområde I-III vil blive eksponeret for **mindst 3 timers** direkte sollys ved jævndøgn (klar himmel).



SOC1.1.1.2: Der kan opnås **10 DGNB-point**, hvis der er ≥ 3 timers sol på mindst 50% af alle vigtige opholdssteder.

SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN - SOMMERSOLHVERV (21. JUNI)



POTENTIELLE SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN
ANTAL SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN (KLAR HIMMEL).

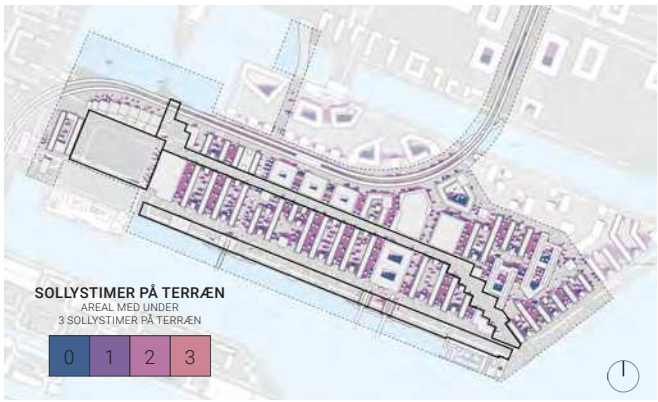
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BEGRÆNSET SOLEKSPONERING		LAV SOLEKSPONERING		HØJ SOLEKSPONERING		MEGET HØJ SOLEKSPONERING			

Ved sommersolhverv står solen højest på himlen og giver flest potentielle sollystimer. Kombineret med høje lufttemperaturer medfører dette en risiko for overophedning og dermed behov for skyggemuligheder ved opholdsarealer med høj soleksponering.

Anbefaling: Træerne sikrer områder med skygge i byrummene, som der kan være behov for i sommerperioden langs kajkanten, og i periferien af boldbanen.

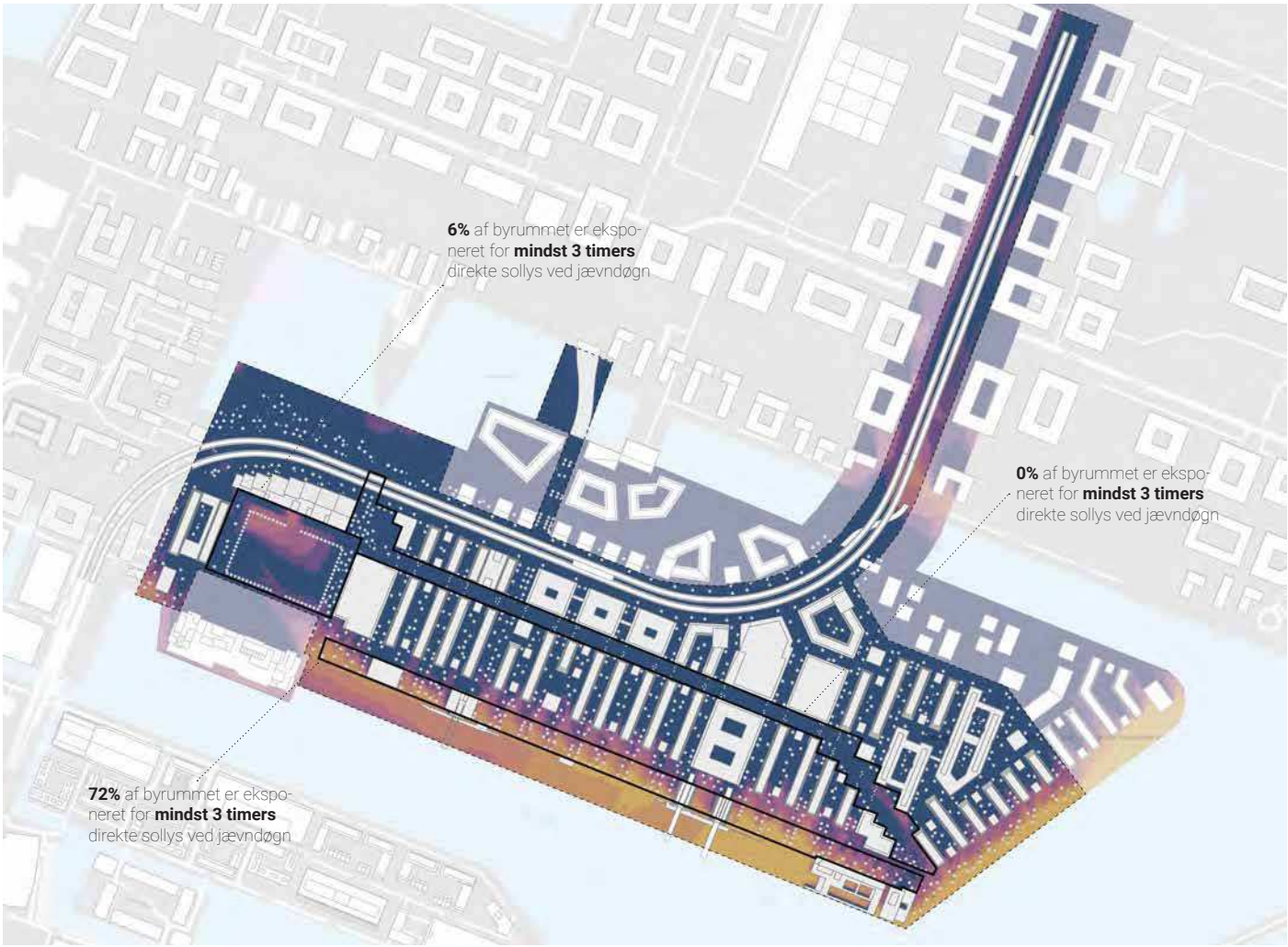
Mellem bygningerne er der mindre behov for ekstra skyggegivere, og træer bør derfor være løvfældende for at sikre soleksponeringen i vinterhalvåret.

21% af projektområdets samlede byrumsareal i delområde I-III vil blive eksponeret for **under 3 timers** direkte sollys ved sommersolhverv (klar himmel).



SOC1.1.1.3: Der kan opnås **5 DGNB-point**, hvis der placeres skyggegivere i mindst 10% af alle vigtige opholdssteder.

SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN - VINTERSOLHVERV (21. DECEMBER)



POTENTIELLE SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN

ANTAL SOLLYSTIMER PÅ TERRÆN (KLAR HIMMEL).

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

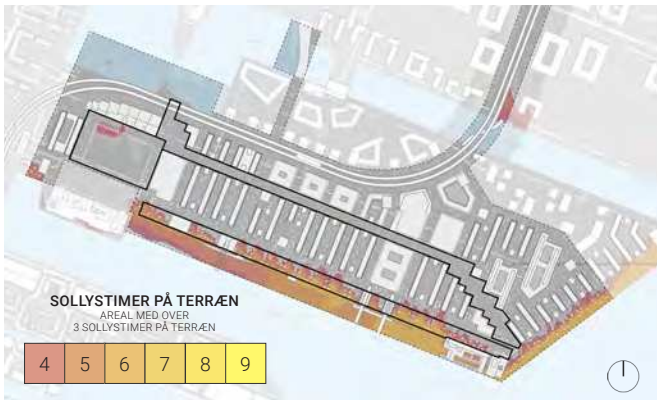
BEGRÆNSET SOLEKSPONERING | LAV SOLEKSPONERING | HØJ SOLEKSPONERING | MEGET HØJ SOLEKSPONERING

Ved vintersolhverv har solen sin sydligste position på himlen, og dermed færrest potentielle sollystimer.

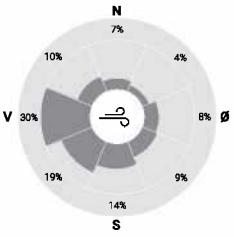
Grundet den høje tætte bebyggelse vil både gader og gårdrum have lav soleksponering på denne tid af året. Her vil der være begrænset incitament til udendørs ophold.

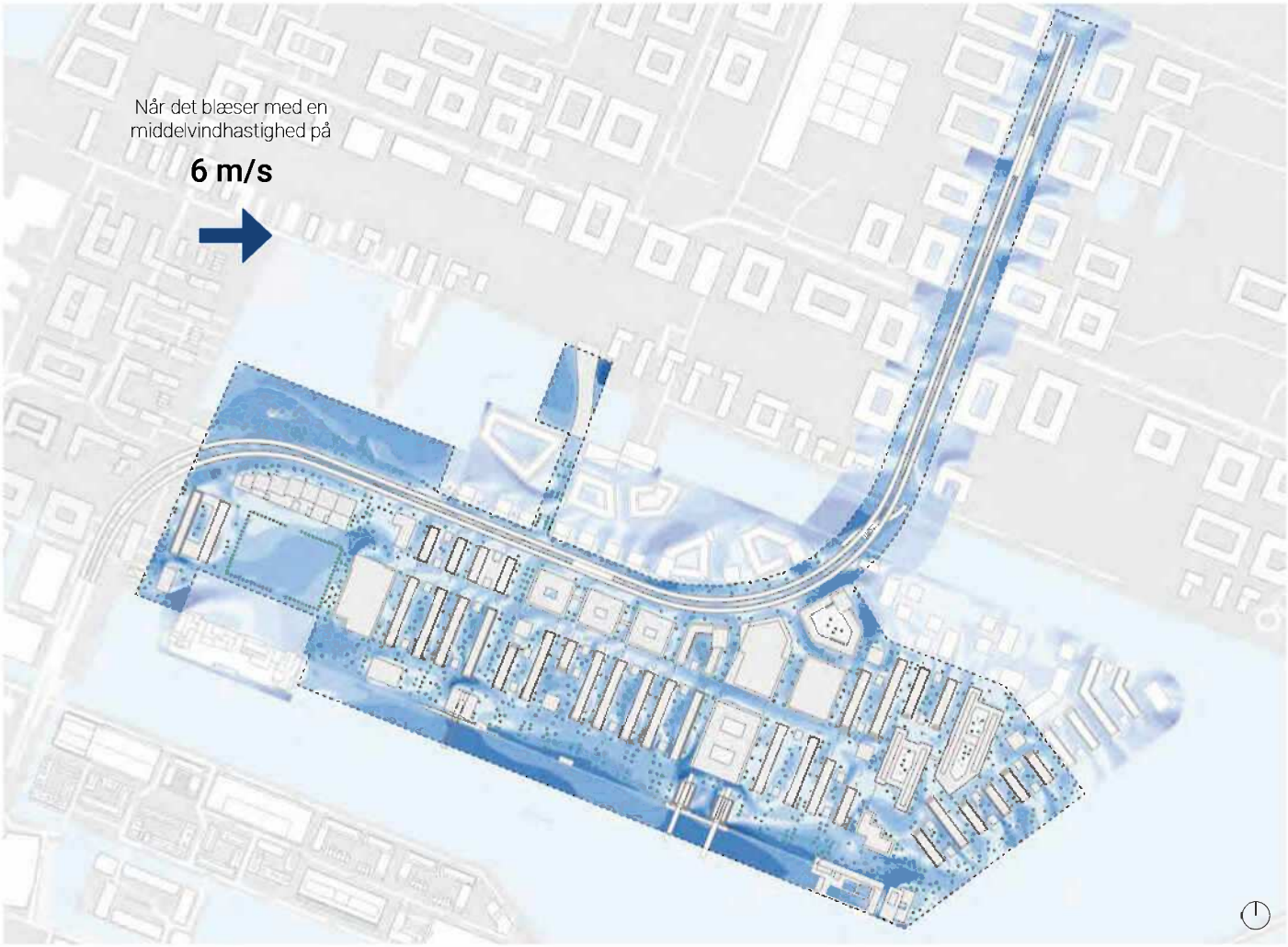
Anbefaling: Den nordvestlige del af boldbanearealet, samt størstedelen af sydlige og sydøstlige havneareal har god sollyseksponering om vinteren, og kan med fordel rumme funktioner i byrum og stueetager, der også er relevante i vintersæsonen. Disse arealer bør også tænkes i relation til vindforholdene, og placeres hvor der er mest læ for vinden.

18% af projektområdets samlede byrumsareal vil blive eksponeret for **mindst 3 timers** direkte sollys ved vintersolhverv (klar himmel).



VIND PÅ TERRÆN - VEST





VIND PÅ TERRÆN
VINDHASTIGHED [M/S] 1.75 METER OVER TERRÆN
VIND FRA VEST (270 GRADER FRA NORD) MED 6 M/S

0	1	2	3	4	5	6	7

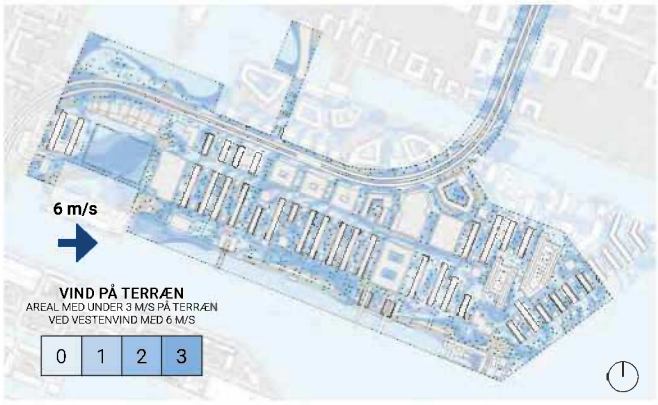
VINDSTILLE RØG STIGER LODRET TIL VEJRS
LET BRISE VINDEN KAN MÆRKES I ANSIGTET
MODERAT BRISE STØV OG BLADE BEVÆGER SIG

Vestenvind er den mest hyppige vindretning i området og forekommer omkring 3,5 måned sammenlagt i løbet af årets timer. Vindforholdene ved denne vindretning vil derfor have en betydelig effekt på komforten i byområdet.

Det er primært i de åbne havnenære arealer der er særligt vindfølsomt, samt ved større bygninger og kystnære adgange til bebyggelsen. I de indre gader, er der relativt fornuftige vindforhold.

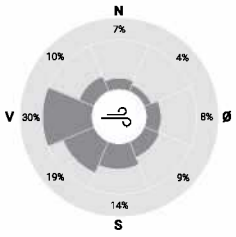
Anbefaling: Den tætte bebyggelse med mange åbne karréstrukturer i et låst grid fører til et mønster for vindforholdene i Levantkaj. Ved høje og store bygninger, sker der typisk større vindgener omkring bygningen. Her kan podier, udhæng samt klynger af træer ud for bygningshjørner og -facader mitigere vindgenerne.

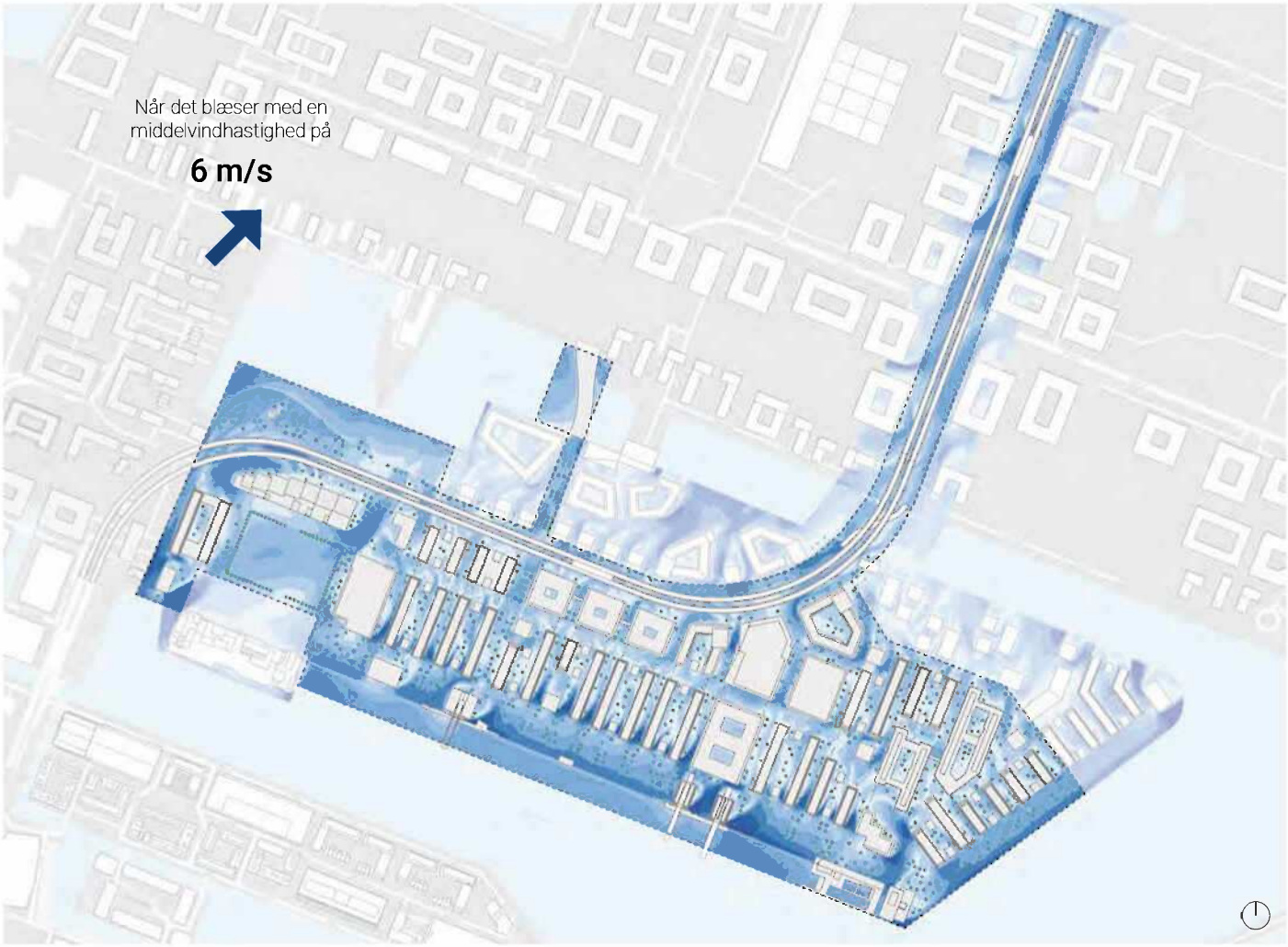
Andel af projektområdets samlede byrumsareal med vindhastigheder under **3 m/s** ved vindforhold med vestenvind på 6 m/s.



SOC1.1.2.1: Der kan opnås **10 DGNB-point**, ved simulering af dominerende vindretning og optimering af design derefter.

VIND PÅ TERRÆN - SYDVEST





VIND PÅ TERRÆN
VINDHASTIGHED [M/S] 1.75 METER OVER TERRÆN
VIND FRA SYDVEST (225 GRADER FRA NORD) MED 6 M/S

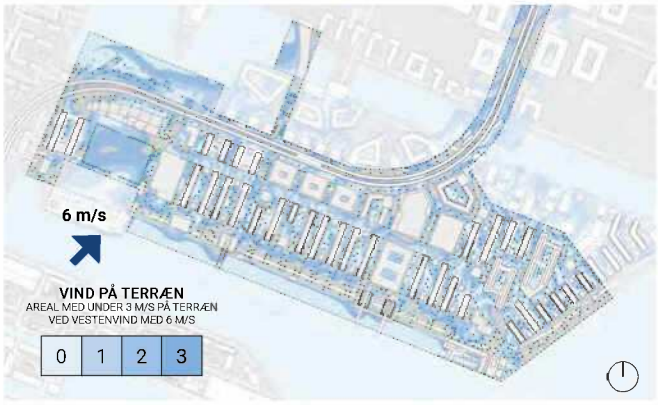
0	1	2	3	4	5	6	7

VINDSTILLE RØG STIGER LODRET TIL VEJRS
LET BRISE VINDEN KAN MÆRKES I ANSIGTET
MODERAT BRISE STØV OG BLADE BEVÆGER SIG

Vind fra sydvest er den anden mest hyppige vindretning i området og forekommer cirka 19% af årets timer. Ligesom ved vestenvinden vil vind turbulens og accelerationer ved denne vindretning vil have en betydelig effekt på komforten i byområdets, primære kystvendte arealer og omkring større, høje bygningskroppe.

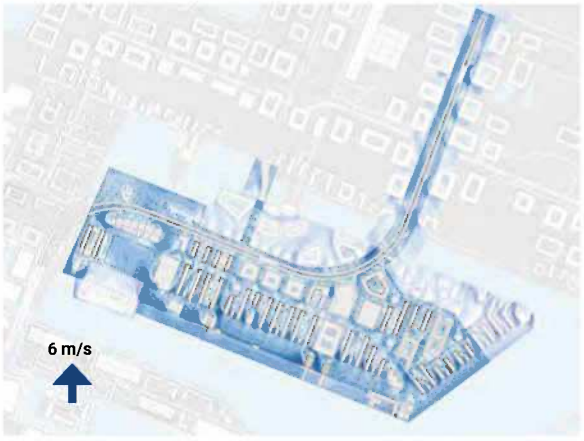
Anbefaling: Ved sydvestenvinden ses der tydelige hjørne-effekter omkring sydvendte hjørner og højere vindhastigheder langs østlige facader ved sydlige indgange til bebyggelsen i Levantkaj. Her bør overvejes at blive arbejdes med facadeforskydninger -rughed eller -afrundinger, klynger af vegetation eller andet som kan formilde vindgenerne her. I de åbne havnearealer kan landskabselementer og vegetation også mitigere vindgener.

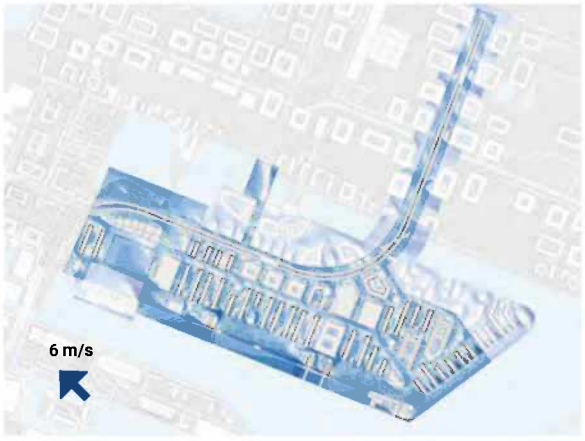
Andel af projektområdets samlede byrumsareal med vindhastigheder under **3 m/s** ved vindforhold med sydvestenvind på 6 m/s.

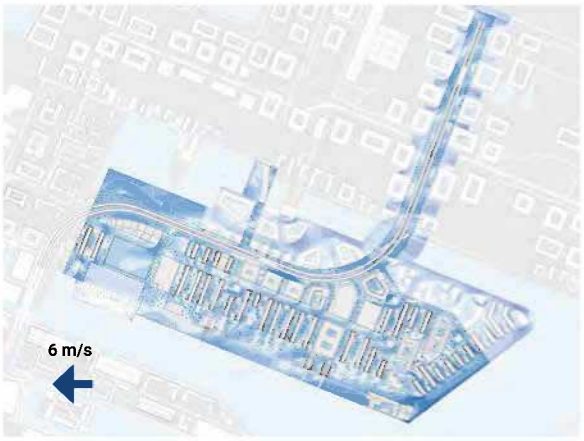


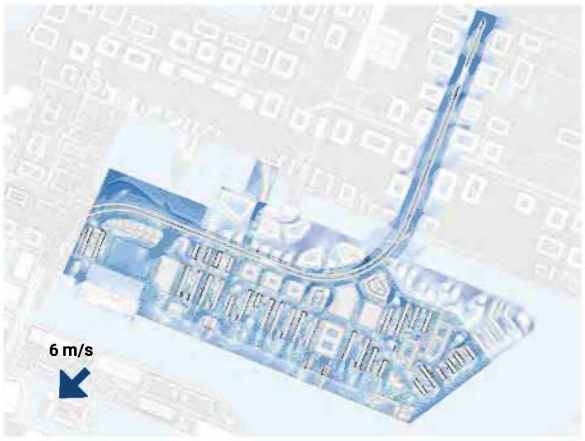
SOC1.1.2.1: Der kan opnås **10 DGNB-point**, ved simulering af dominerende vindretning og optimering af design derefter.

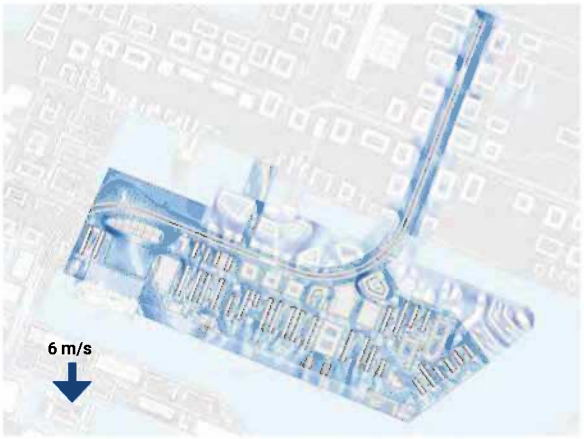
VIND PÅ TERRÆN - ØVRIGE VINDRETNINGER

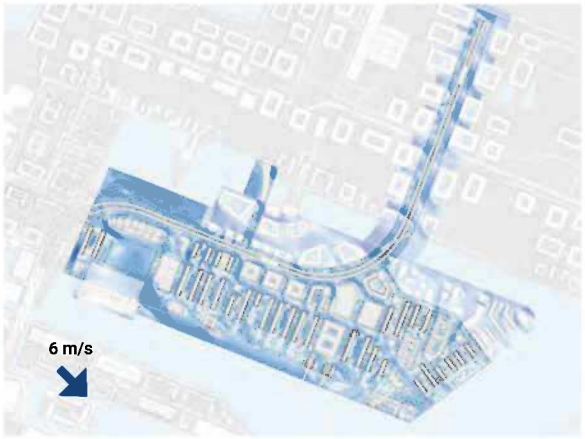








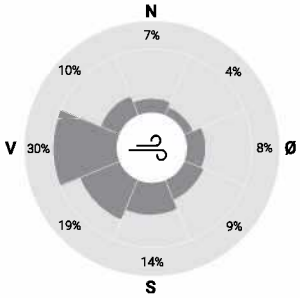




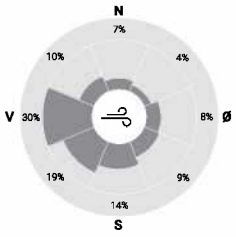
VIND PÅ TERRÆN
VINDHASTIGHED [M/S] 1.75 METER OVER TERRÆN
VED EN HASTIGHED PÅ 6 M/S

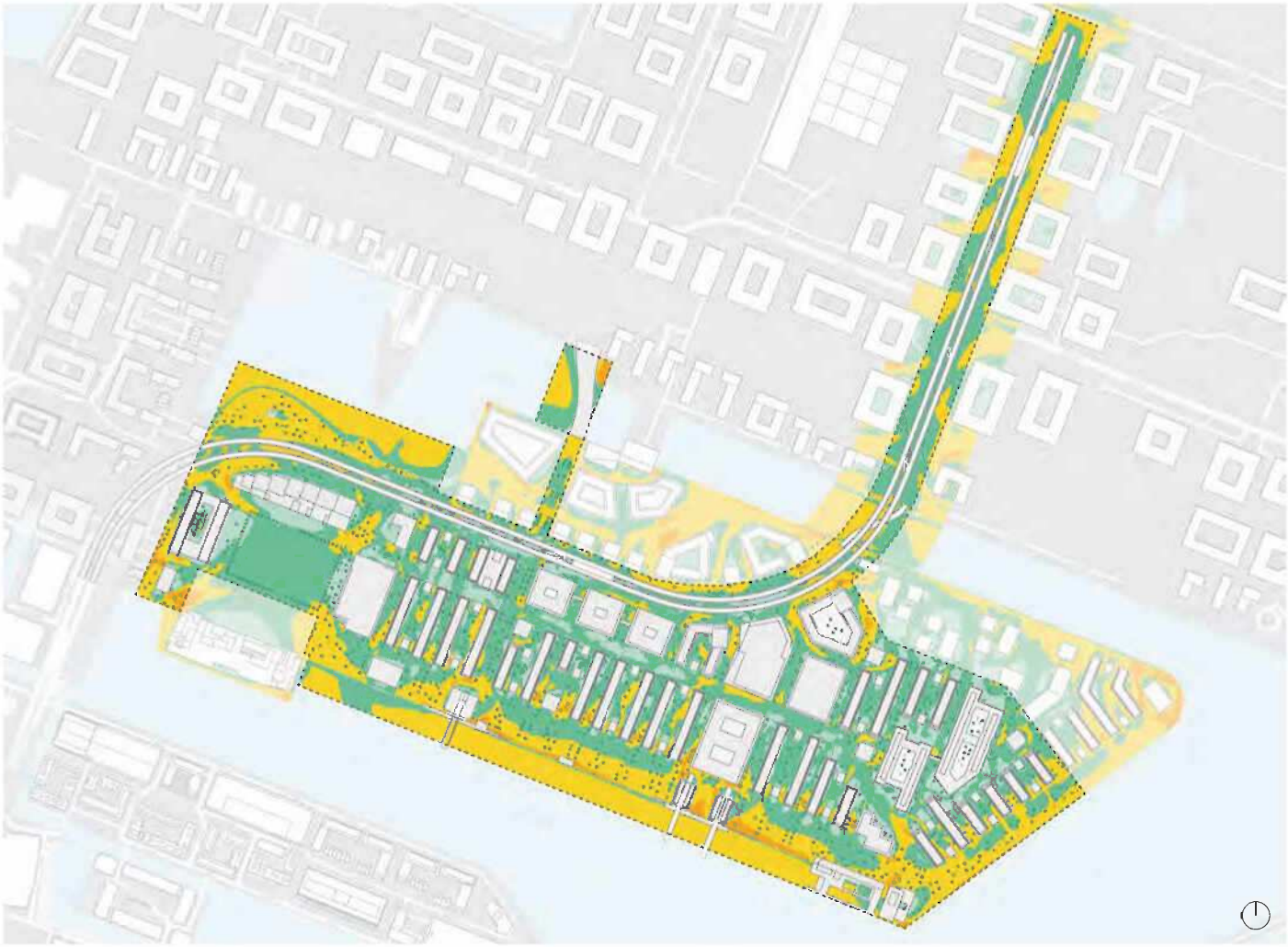
0	1	2	3	4	5	6	7

VINDSTILLE RØG STIGER LODRET TIL VEJRS
LET BRISE VINDEN KAN MÆRKES I ANSIGTET
MODERAT BRISE STØV OG BLADE BEVÆGER SIG



VINDKOMFORT - LAWSON LDDC





VINDKOMFORT
LAWSON LDDC VINDKOMFORTKATEGORISERING 1.75 METER OVER TERRÆN, BASERET PÅ ÅRLIG VINDSTATISTIK

A	B	C	D	E
< 2,5 m/s < 5% af tiden	> 4 m/s < 5% af tiden	> 5 m/s < 5% af tiden	> 6 m/s < 5% af tiden	> 6 m/s > 5% af tiden
EGNET TIL **AT SIDDE NED**	EGNET TIL **AT STÅ OP**	EGNET TIL **LANGSOM GANG**	EGNET TIL **HURTIG GANG**	**UKOMFORTABELT**

Vindkomfortkategoriseringen er nyttig til at programmere aktivitetsniveauer og funktioner ud fra. Analysen er baseret på simuleringerne fra otte vindretninger, vægtet efter deres hyppighed, hvor de dominerende retninger, vest og sydvest, tilsammen udgør 49% af hyppigheden. For at forbedre forholdene er det derfor vigtigst at adressere vindgenerne ved disse vindretninger.

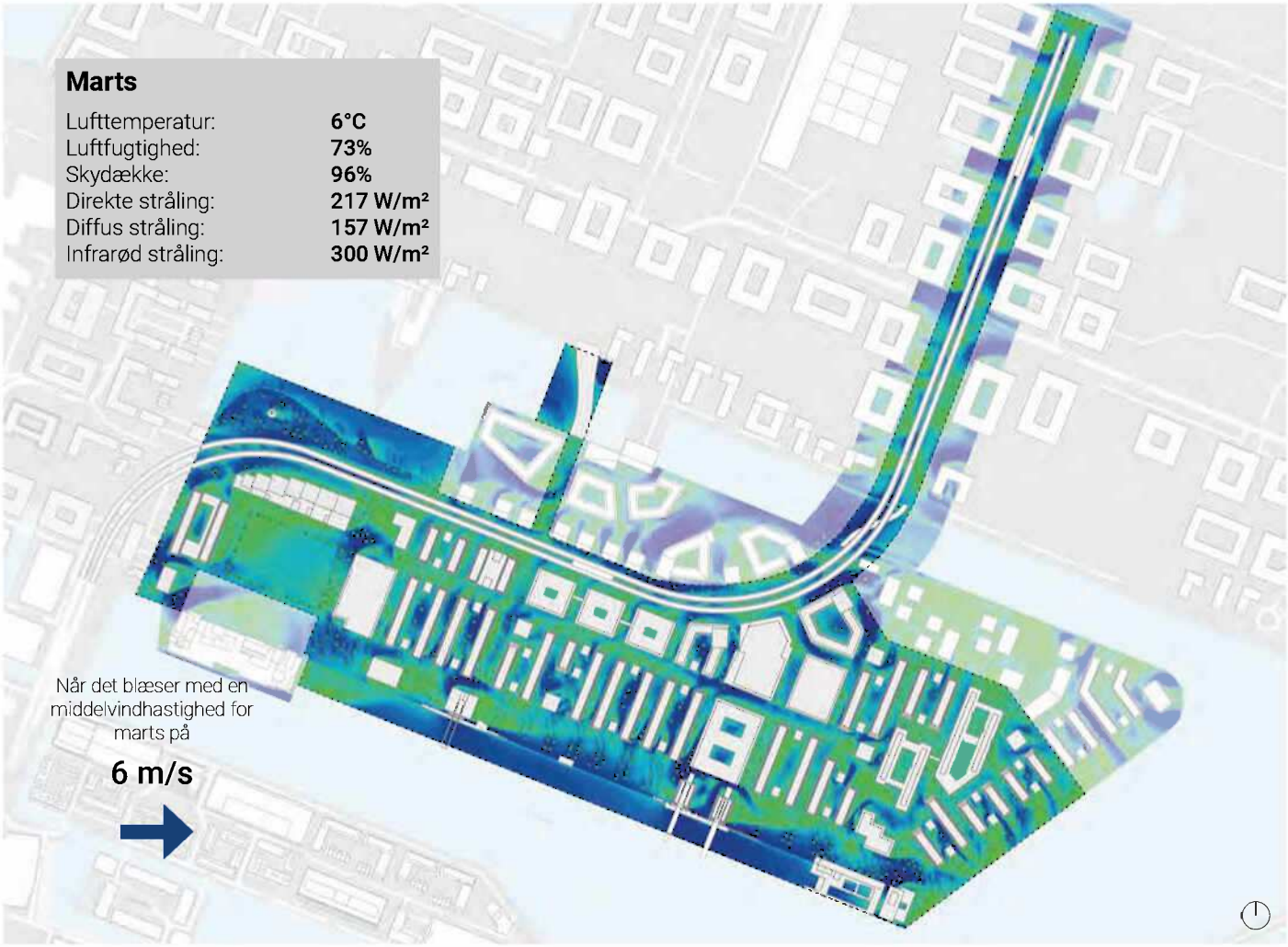
Anbefaling: Vindforholdene i de indre gader i bebyggelsen, samt i de åbne karréers gårdrum er generelt med gode læforhold. Ligeledes omkring sydlige gavle ud til havnefronten. De arealer egner sig til ophold. Vindgener sker typisk i åbne arealer, omkring bygningshjørner og parallelle gadeforløb, hvor flere træer, byrumsinventar, krumspring og afrunder i bygningsfacader kan medvirke til at forbedre vindforhold lokalt.

Andel af projektområdets samlede byrumsareal med vindforhold der **egner sig til ophold (kategori A og B)** baseret på Lawson LDDC vindkomfortkriteriet.



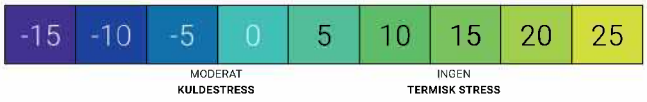
SOC1.1.2.2: Der kan opnås **30 DGNB-point**, ved simulering af vindkomfort og redegørelse for sammenhæng med funktion.

OPLEVET TEMPERATUR -
GENNEMSNITLIG MARTSDAG KL. 12.00



OPLEVET TEMPERATUR

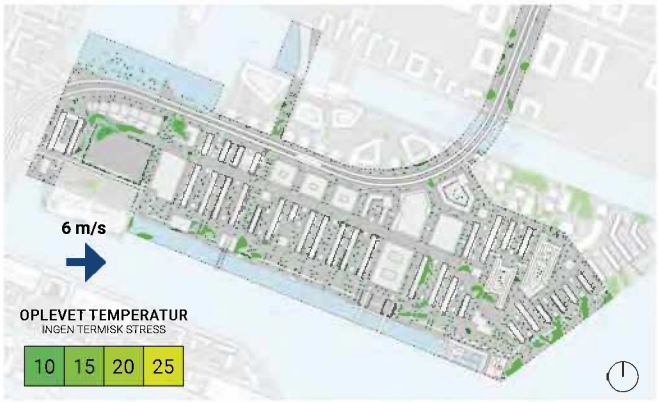
UTCI [°C] KOMBINERER VIND, LUFTTEMPERATUR, LUFTFUGTIGHED OG STRÅLING (TYPISK KLIMA)



Denne simulering illustrer en gennemsnitlig martsdag kl. 12 med vind fra vest, som er den mest almindelige vindretning for måneden. I marts har vinden stor betydning for den termiske komfort, da lufttemperaturerne er lave, og vindhastighederne typisk er højere end om sommeren. De termisk komfortable områder findes derfor i læ, og kan i kombination med soleksponering være velegnede til ophold.

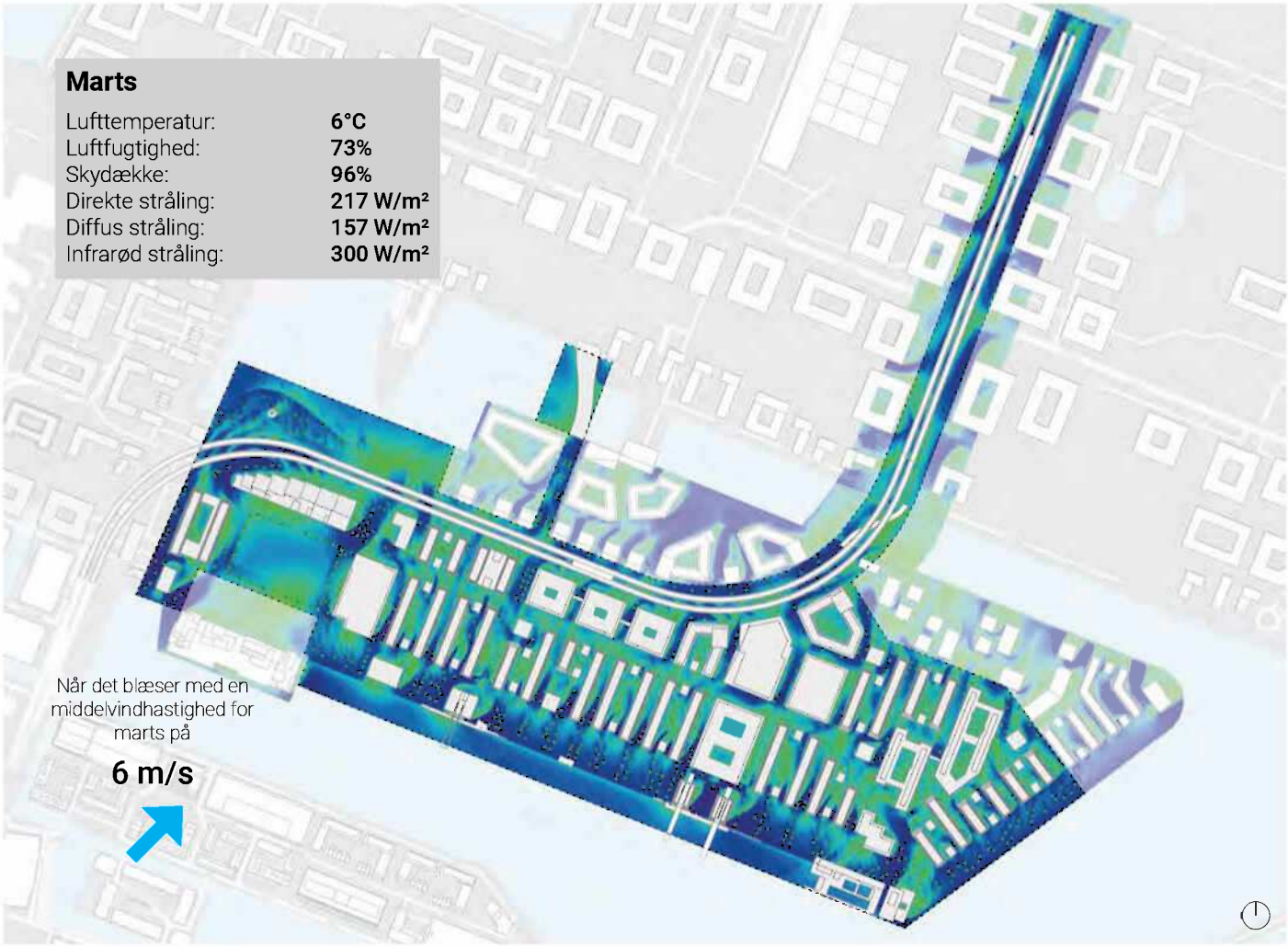
Anbefaling: I ydersæsonen (forårs- eller efterårsdag) klokken 12 kan de bedste termiske forhold generelt opleves langs østvendte facader, hvor der både er soleksponering og ofte læ fra vinden. Disse arealer egner sig til opholdsarealer med tilhørende funktioner, som egner sig til brug i første halvdel af dagens lyse timer.

Andel af projektområdets samlede byrumsareal der opleves som **termisk komfortabelt** (9 - 26°C) ved en gennemsnitlig martsdag kl 12 med vestenvind på 6 m/s.



SOC1.1.3.1: Der kan opnås **20 DGNB-point**, ved undersøgelse af UTCI for 21. marts og 21. juni for alle vigtige opholdssteder.

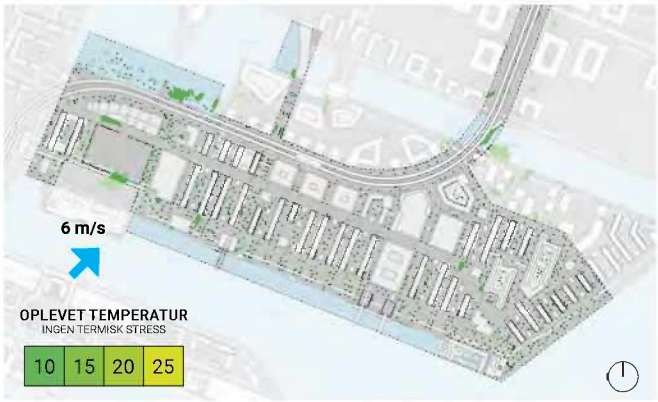
OPLEVET TEMPERATUR -
ALTERNATIV MARTSDAG KL. 12.00 (Vindretning fra SV)



OPLEVET TEMPERATUR
UTCI [°C] KOMBINERER VIND, LUFTTEMPERATUR, LUFTFUGTIGHED OG STRÅLING (TYPISK KLIMA)

-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25
MODERAT KULDESTRESS					INGEN TERMISK STRESS			

Andel af projektområdets samlede byrumsareal der opleves som **termisk komfortabelt** (9 - 26°C) ved en gennemsnitlig martsdag kl 12 med sydvestenvind på 6 m/s.



Da vinden har stor betydning for den termiske komfort i ydersæsonen, kan vindretningen drastisk ændre de oplevede temperaturer i området.

I denne simulering er vindretningen ændret til sydvest, som er den næsthyppigste retning i marts. Ved at sammenligne simuleringerne for de to vindretninger kan man identificere områder, hvor termisk komfort oftere vil opleves i ydersæsonen.

Anbefaling: Når vinden kommer fra sydvest en dag klokken 12 i på en forårs- eller efterårsdag, vil der være færre arealer, der opleves termisk komfort i. Det er fortsat langs østvendte facader, men kortere strækninger, der opleves komfortable.

SOC1.1.3.1: Der kan opnås **20 DGNB-point**, ved undersøgelse af UTCI for 21. marts og 21. juni for alle vigtige opholdssteder.

OPLEVET TEMPERATUR -
GENNEMSNITLIG JUNIDAG KL. 12.00



OPLEVET TEMPERATUR

UTCI [°C] KOMBINERER VIND, LUFTTEMPERATUR, LUFTFUGTIGHED OG STRÅLING (TYPISK KLIMA)

-5	0	5	10	15	20	25	30	35

MODERAT KULDESTRESS — INGEN TERMISK STRESS — MODERAT VARME STRESS

Den direkte solstråling har særlig stor betydning for de oplevede temperaturer. I sommerperioden skaber intens soleksponering kombineret med høj lufttemperatur en risiko for overophedning. Denne simulering illustrerer en gennemsnitlig junidag kl. 12, hvor solen står højt på himlen, og det direkte strålingsbidrag derfor er betydeligt.

Anbefaling: Generelt opleves området som komfortabelt på en gennemsnitlig junidag kl. 12. Størstedelen af Levantkaj fremgår som termisk komfortabelt ud fra de givne forudsætninger. Kun pletvist er der små arealer, som kan opleves for varme (termisk varmestress) når vejrforholdene er som givet en junidag kl. 12. I praksis vil vandet have en termostateffekt der reducerer overophedning, hvilket ikke indgår i simuleringen.

Andel af projektområdets samlede byrumsareal der opleves som **termisk komfortabelt** (9 - 26°C) ved en gennemsnitlig junidag kl 12 med en lufttemperatur på 18°C.



SOC1.1.3.1: Der kan opnås **20 DGNB-point**, ved undersøgelse af UTCI for 21. marts og 21. juni for alle vigtige opholdssteder.

OPLEVET TEMPERATUR -
ALTERNATIV JUNIDAG KL. 12.00 (Lufttemperatur på 25°C)



OPLEVET TEMPERATUR

UTCI [°C] KOMBINERER VIND, LUFTTEMPERATUR, LUFTFUGTIGHED OG STRÅLING (TYPISK KLIMA)

-5	0	5	10	15	20	25	30	35

MODERAT KULDESTRESS — INGEN TERMISK STRESS — MODERAT VARME STRESS

Med klimaforandringerne kan vi forvente en stigning i lufttemperaturer, hvilket vil få negative konsekvenser for de oplevede temperaturer, særligt i byerne. For at illustrere dette er lufttemperaturen i denne simulering øget fra en gennemsnitsværdi på 18°C til 25°C. Derved vil overophedning med oplevede temperaturer over 26°C forekomme i store dele af Levantkaj.

Anbefaling: Ved en højere lufttemperatur, som i hyppigere grad kan forekomme i fremtiden, vil store dele af Levantkaj opleves varmt (termisk varmestress). Her ses det, at der på en junidag kl. 12 med givne vejrmæssige forudsætninger, vil være relativt mange steder i Levantkaj, hvor der kan opleves termisk komfort - dette primært i de smalle gårdrum, hvor der ikke er direkte sollys. Der bør programmeres arealer i disse rum til disse dage.

Andel af projektområdets samlede byrumsareal der opleves som **termisk komfortabelt** (9 - 26°C) ved en gennemsnitlig junidag kl 12 med en lufttemperatur på 25°C.



SOC1.1.3.1: Der kan opnås **20 DGNB-point**, ved undersøgelse af UTCI for 21. marts og 21. juni for alle vigtige opholdssteder.