

Fra: Unni Horne[unni.horne@ramboll.no]

Dato: 20. des 2019 11.04.04

Til: FmOVPost

Kopi: Gudveig Nordahl; Jarle Hansen; Stig Møllersen

Tittel: Drammen Havn - gbnr 113/602 - søknad om peling i sjø Del 2 (2)

Del 2 (2)

Klima og miljøvernavdelingen

Vedlagt følger søknad om peling i sjø i forbindelse med forlengelse av eksisterende Kattegat kai på Holmen i Drammen (gbnr 113/602).

Pga av store vedlegg, er forsendelsen delt i 2 eposter.

Med vennlig hilsen

Unni Horne

Sivilingeniør

Seniorrådgiver

1351579 - Buildings Drammen/Tønsberg/Kongsberg

D +47 93243023

M +47 93243023

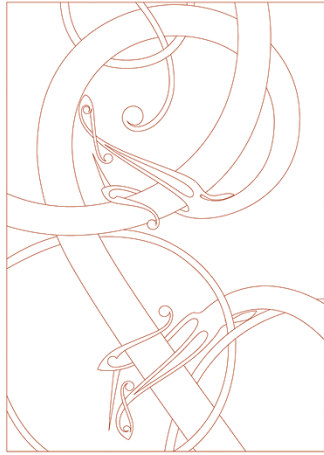
unni.horne@ramboll.no

Rambøll

Erik Børresens allé 7

3015 Drammen

<https://no.ramboll.com>

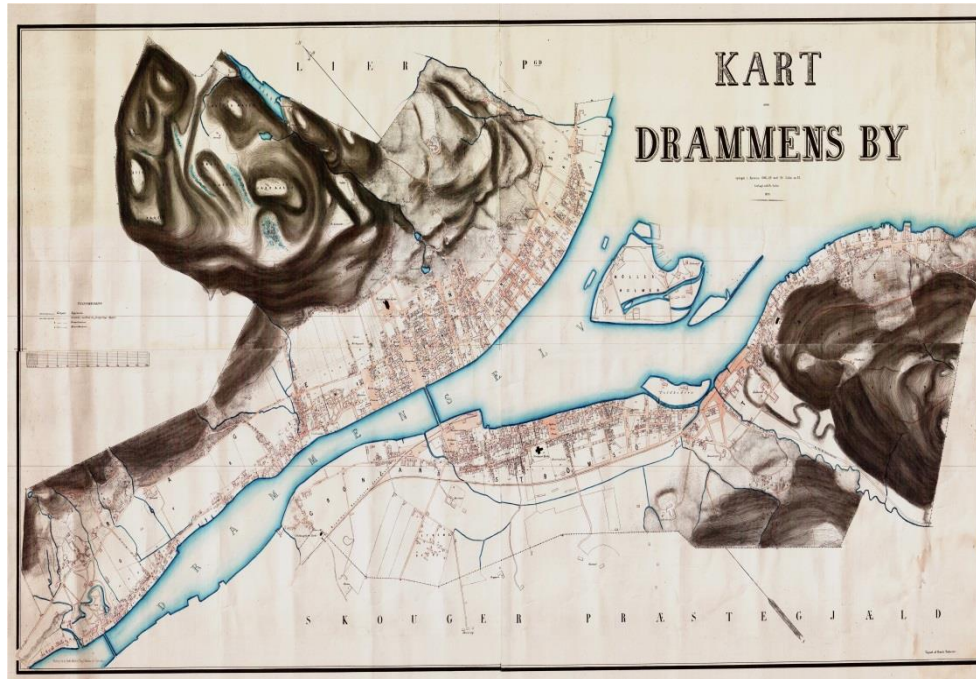


113/602 MFL. OMRÅDEREGULERING HOLMEN KONSEKVENsutREDNING KULTURMILJØ MED HISTORISK STEDSANALYSE AV HOLMEN OG OMLAND, DRAMMEN

Utvidelse av Holmen, Drammen Havn

FORELØPIG

NIKU





Norsk institutt for kulturminneforskning (NIKU)
 Storgata 2, Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
 Telefon: 23 35 50 00
www.niku.no

Tittel 113/602 MFL. Områderegulering Holmen Konsekvensutredning kulturmiljø med historisk stedsanalyse av Holmen og omland, Drammen Utvidelse av Holmen, Drammen Havn	Rapporttype/nummer NIKU Oppdragsrapport 79/2016	Publiseringsdato 18.04.2016
	Prosjektnummer 1020758	Oppdragstidspunkt Februar 2016
	Forsidebilde Kart 1870 (Fr. Julin): Historiske kart, Drammen, Maleri H.P.Dahm 1820, Drammen museum, Flyfoto 2007, L.Tur	
Forfatter(e) NIKU	Sider 23	Tilgjengelighet Åpen
	Avdeling By og landskap	

Prosjektleder Torggrim S. Guttormsen
Prosjektmedarbeider(e) Marianne Borge
Kvalitetssikrer Torggrim S. Guttormsen

Oppdragsgiver(e) Multiconsult

<p>Sammendrag</p> <p>NIKU har fått i oppdrag å utarbeide en konsekvensutredning for kulturmiljø på Holmen, i forbindelse med Drammen havns forslag til tiltak/ny reguleringsplan for Holmen. Forslaget innebærer en betydelig økning av Holmens areal til havneformål. Holmen har få fysiske kulturminner i dag, bortsett fra jernbanebroa fra 1930. Kulturmiljøet på Holmen vurderes til å ha ingen/liten verdi, omfanget/effekten av tiltaket vurderes til middels negativt hvilket innebærer at tiltaket har ubetydelig konsekvens. Det som skjer på Holmen er viktig for Holmens influensområder, definert som Drammens sjøfront, Brakerøya og Tangen. Drammens sjøfront som samlet kulturmiljø vurderes til å ha liten verdi. I og med at bykjernen allerede er avsondret fra fjorden vurderes tiltaket til å ha middels negativt omfang - hvilket innebærer middels negativ konsekvens. Kulturmiljøet Brakerøya vurderes til middels til stor verdi, men er i dag lite sjøvendt, noe som gjør at tiltaket anses å ha lite til middels negativt omfang – hvilket innebærer liten negativ konsekvens. Kulturmiljøet Tangen vil få endret sin relasjon til fjorden betraktelig når Holmen øker i areal. Samlet vurderes kulturmiljøet på Tangen å ha middels verdi, men med delområder som har stor verdi (Skomakergata). Omfanget vurderes til middel - stort negativt, hvilket innebærer middels negativ konsekvens for Tangen som helhet.</p>

Emneord Konsekvensutredning, Historisk stedsanalyse/DIVE-metode, Holmen og omland
--

Avdelingsleder

Sveinung Krokann Berg

Forord

Drammen havn fremmer forslag til planprogram og reguleringsplan for Holmen. Forslagsstiller er et interkommunalt selskap, og eies av kommunene Drammen, Lier, Røyken, Hurum og Svelvik.

Drammen kommune er planmyndighet.

Rapporten inneholder en konsekvensanalyse av forslag til planprogram og reguleringsplan, basert på planens utfyllingstrinn maksimal utfylling v/Astrup og Hellern arkitekter AS, tema kulturminner og kulturmiljø. Metodikken som angitt i Statens vegvesens håndbok V712 for konsekvensanalyser er for en stor del lagt til grunn. For å beskrive kulturhistorisk verdi, er deler av DIVE-metodikken lagt til grunn.

Rapporten er utarbeidet av Norsk Institutt for kulturminneforskning (NIKU) på vegne av Drammen Havn.

Prosjektet er utført i regi av Multiconsult AS.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	6
1.1	Planområdet.....	6
1.2	Planforslaget.....	6
1.3	Influensområdet.....	7
1.4	Mål for utviklingen av Holmen	7
1.5	Definisjoner	8
2	Metode og kunnskapsgrunnlag.....	8
2.1	Konsekvensutredning-metodikk	8
2.2	Kriterier for vurdering av omfang	9
2.3	Kriterier for konsekvensvurdering.....	9
2.4	Metode: Kulturhistorisk stedsanalyse.....	9
2.5	Kunnskapsgrunnlag for vurderingene	10
3	Holmen	11
3.1	1600-1872 Trelast og skipsfart	11
3.2	1872-1961 Jernbane og papirindustri	12
3.3	1962-1979 Nytt veisystem, etablering av moderne industri og bilimport.....	13
3.4	1980 - i dag: Holmen satsningsområde som intermodal havn.....	14
3.5	Verneverdier på Holmen	16
3.5.1	Arkeologiske funn.....	16
3.5.2	Arkeologisk rapport under vann 06.09.16.....	16
3.5.3	Kulturminnemiljø bygninger.....	17
3.5.4	Kulturminnemiljø gater og områder	17
3.5.5	Kulturminnemiljø jernbane	17
4	Holmen og omland – influensområder	18
4.1	Drammens sjøfront	18
4.2	Brakerøya	18
4.3	Tangen	19
5	Beskrivelse av tiltaket på Holmen	21
6	Omfang og konsekvensvurdering.....	22
6.1	Holmen	22
6.2	Drammens sjøfront.	22
6.3	Brakerøya	22
6.4	Tangen	22
7	Oppsummering.....	22
8	Avbøtende og kompensierende tiltak.....	22
9	Kilder	23

1 Innledning

I forbindelse med Drammens Havns forslag til planprogram og ny reguleringsplan for Holmen har NIKU (Norsk institutt for kulturminneforskning) fått i oppdrag å utføre en konsekvensutredning av tiltaket for kulturminner og kulturmiljø. Som en del av konsekvensutredningen er det brukt deler av DIVE-metoden – kulturhistorisk stedsanalyse.

Kommuneplanens arealdel med bestemmelser (vedtatt 05.10.15) er grunnlaget for planarbeidet. Planforslaget utarbeides av arkitektene Astrup og Hellern AS – og dette forslaget legger grunnlaget for utforming av ny reguleringsplan på Holmen. Planforslaget er beskrevet gjennom to utbyggingstrinn - alternativ 0 og maksimal utfylling.

Det er gjort avtaler mellom Drammen Havn, Drammen kommune og Jernbaneverket som innebærer flytting av godshåndtering fra Sundland/Nybyen til Holmen. Nasjonal transportplan 2014-2023 er lagt til grunn som overordnet føring for tiltaket.

Omfang og konsekvenser av tiltaket vurderes av NIKU i henhold til planforslagets utfyllingstrinn maksimal utfylling – sett opp mot nullalternativet. Det såkalte nullalternativet medfører utfylling av bukt. Arkeologisk befarings av området under vann med funn er foretatt av Norsk Maritimt Museum, se egen rapport Arkeologisk rapport, utført 06.09.16.

1.1 Planområdet

Holmen er avsatt til industri/havn og grøntområder i Kommunedelplan for Drammenselva (1991). Det er i kommunedelplanen satt av et sammenhengende grøntbelte langs Strømsøløpet på Holmen.

Gjeldende nyere reguleringsplaner for Holmen:

Plan ID342 Detaljregulering for Holmen – nytt jernbanespor og interngate, 28.04.15

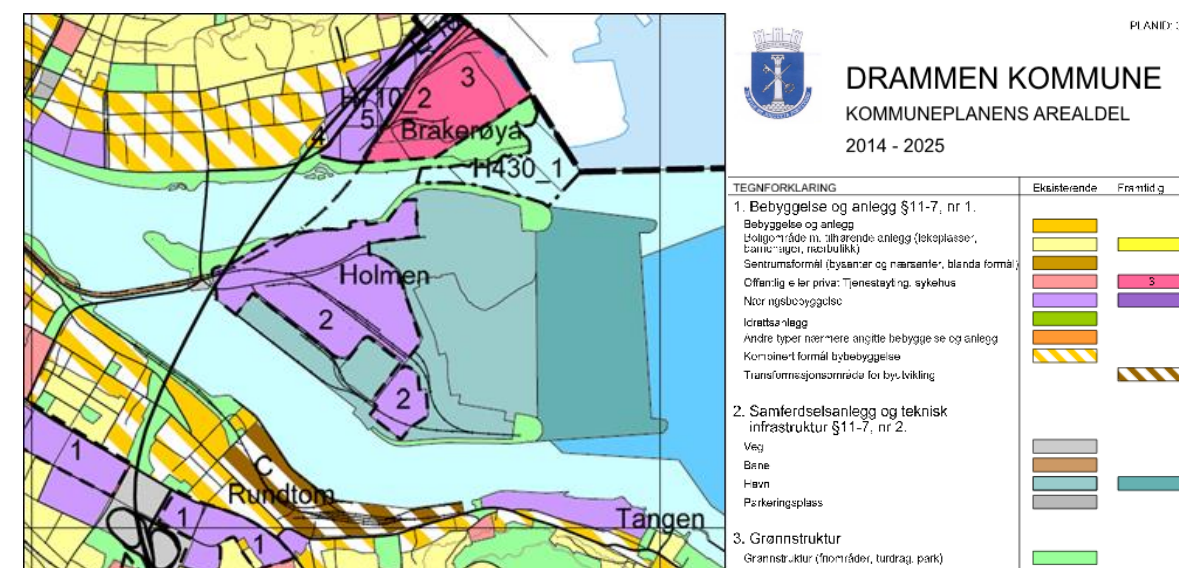
Plan ID52/5 Bragernesløpet fra Holmenbrua til Nygata, og Holmenokken, 24.06.97.

Deler av Holmen består av eldre reguleringsplaner (1967)/eller er uregulert.

1.2 Planforslaget

Planområdet omfatter Holmen med ca. 550 meter sjøområde øst for Holmen. Planen medtar veitilknytning fra nord over Bragernesløpet med bro og veitilknytning over Strømsøbrua og Holmenbrua. Etter ønske fra kommunen omfatter foreløpig utkast til reguleringsplan hele Holmen bortsett fra JBVs reguleringsplan for utbygging av jernbanespor. Jernbaneverket legger opp til en effektivisering av jernbaneanlegget på Holmen, primært ved at man kan kjøre og håndtere lengre godstog enn i dag, maksimalt ca. 576 m.

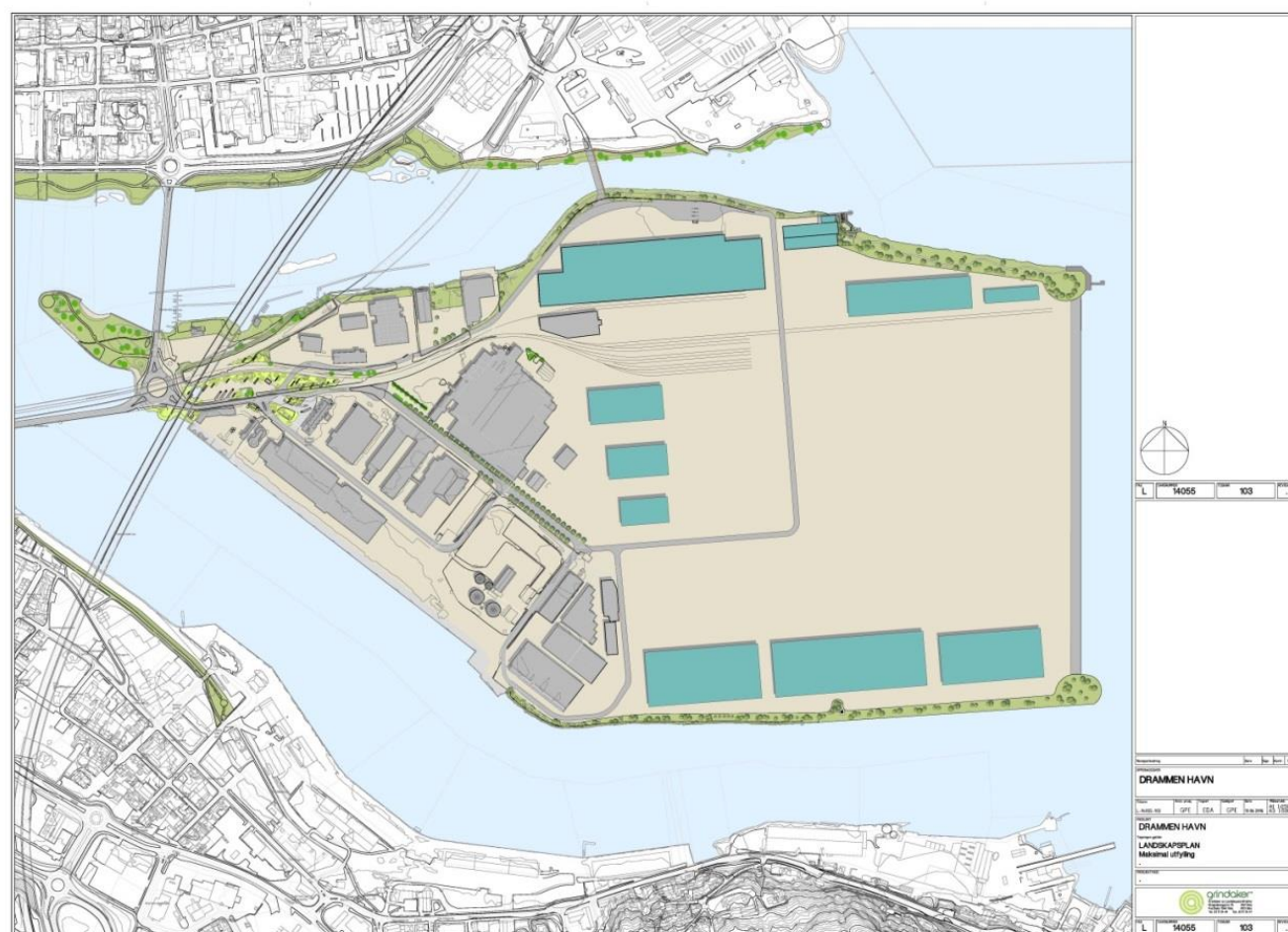
Planens utfyllingstrinn maksimal utfylling er basert på kommuneplanen (Kommuneplanens arealdel med bestemmelser), men foreslås utvidet litt mot nordøst for å optimalisere havnens arealutnyttelse. Planens begrensning må vedtas av Drammen kommune.



Figur 1 Forslag til utvidelse av havnearealene ved utfylling av Holmen, Kommuneplanens arealdel 2014-2025



Figur 2 Foreslått planområde i henhold til planprogrammet, med ca. 550 meter sjøområde øst for Holmen



Figur 3 Illustrasjon maksimal utfylling

1.3 Influensområdet

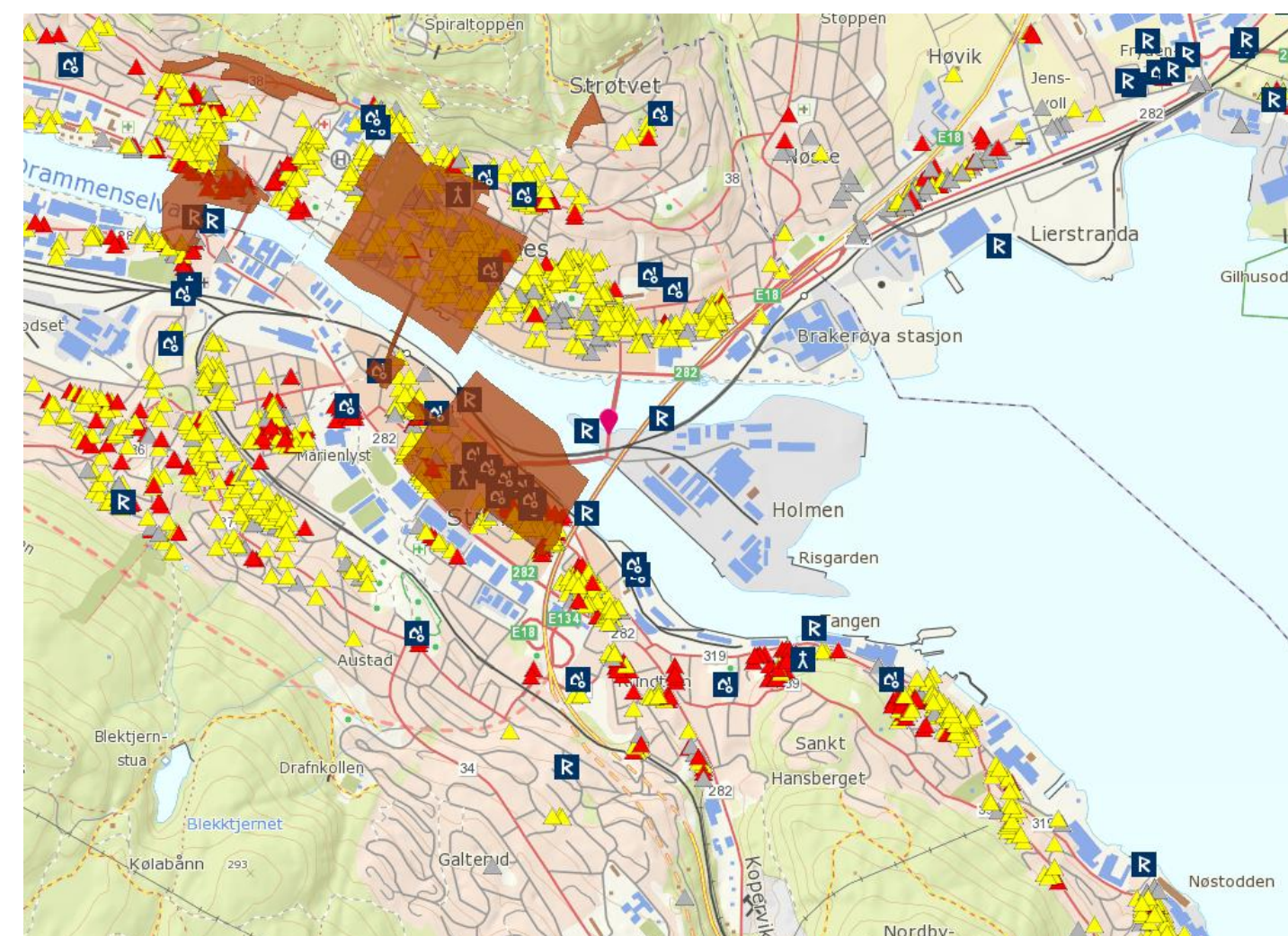
Influensområde er definert i håndboken V712 til Statens Vegvesen, kapittel 3.5 Avgrensning av planområdet og influensområde, s. 49:

Området der virkninger forventes å kunne opptre kalles influensområdet

Og videre på s. 50:

Influensområdet bør avgrenses til området der det ventes vesentlige virkninger av tiltaket

Relasjonen til områdene rundt er viktig. Holmen ligger midt i elveløpet ut mot fjorden og endringer på Holmen vil få vesentlig virkning for områder utover planområdet. Undersøkellesområdet er definert til å omfatte influensområdene Drammens sjøfront, Brakerøya og Tangen.



Figur 4 Kulturminner og kulturmiljø Holmen og omland, kilde: miljøstatus.no Tegnforklaring: SEFRAK-registrert bygninger (oppført før 1900): rød og gule trekkanter, Helhetlig kulturmiljø av nasjonal interesse: brunt område, R: Arkeologiske funn.

1.4 Mål for utviklingen av Holmen

Holmen er for Drammen Havn hovedarealet som benyttes for havnerelatert virksomhet. Mål for havnen er nedfelt i styringssignaler fra innledningen i Strategisk plan for Drammen Havn (2006-2015):

Drammen havn har, på grunn av sin eierstruktur og beliggenhet, en betydelig samfunnsbyggerrolle, både i byutviklingen, næringsutviklingen og for byen og regionens identitet.

Under punktet strategiske føringer i samme plan heter det:

Ikke mange havner har en slik unik samferdselsmessig beliggenhet, og samtidig arealer tilgjengelig for å utvikle effektive godshåndteringsløsninger.

På begge elve- og fjordsidene mot Holmen vil det bli en betydelig byutvikling. Planarbeidet skal legge til rette for økende aktivitet og arealbruk på Holmen og derigjennom avlaste Drammens bysentrale havneområder. Planforslaget for Holmen er utviklet for å legge til rette for økende aktivitet og arealbruk på havna og dertil for å avlaste godsterminaler og næring i Drammen og omegn.

1.5 Definisjoner

Kulturminner og kulturmiljø er definert i lov om kulturminner av 1978 (kulturminneloven), § 2. Med kulturminner menes alle spor etter menneskelig virksomhet i vårt fysiske miljø herunder lokaliteter det knytter seg historiske hendelser, tro eller tradisjon til. Med kulturmiljø menes områder hvor kulturminner inngår som en del av en større helhet eller sammenheng.

Kulturminner fra før 1537 er automatisk fredet, og betegnes automatisk fredete kulturminner (tidligere betegnet fornminner). Erklærte stående byggverk fra før 1650 er også automatisk fredet (kml § 4). Fredningen omfatter vanligvis en sikringszone på fem meter rundt kulturminnet (kml § 6). Kulturminner fra etter år 1537 kalles nyere tids kulturminner og kan fredes ved enkeltvedtak. Samiske kulturminner eldre enn 100 år er også automatisk fredet (kml § 4). Skipsfunn eldre enn 100 år er statens eiendom og behandles i praksis som automatisk fredete kulturminner (kml § 14). Slike funn kan ikke frigis gjennom planvedtak, men krever særskilt dispensasjonsvedtak.

2 Metode og kunnskapsgrunnlag

Metoden som er benyttet i arbeidet med rapporten baseres på Statens vegvesen håndbok V712 for konsekvensanalyser (Vegdirektoratet 2014). Konsekvensanalysen fokuserer på fagtema kulturmiljø der formålet er å frambringe kunnskap om kulturmiljøverdiene i planområdet og belyse hvordan tiltaket vil kunne påvirke kulturminner og kulturmiljø.

2.1 Konsekvensutredning-metodikk

Tre begreper står sentralt når det gjelder vurdering og analyse av konsekvenser ved tema Kulturmiljø i V712:

- **Verdi.** Med verdi menes en vurdering av hvor verdifullt et område eller miljø er.
- **Omfang.** Med omfang menes en vurdering av hvordan et område påvirkes.
- **Konsekvens.** Med konsekvens menes de fordeler og ulemper et definert tiltak vil medføre i forhold til referansesituasjonen (0-alternativet).

Konsekvensgraden, det vil si betydningen av inngrepet, fastsettes således på grunnlag av en kvalitativ vurdering av verdier i det berørte området sett i forhold til tiltakets omfang, se figur 5.

Konsekvensutredningen er bygd opp omkring en tre-trinns prosedyre:

- **Trinn 1** omfatter beskrivelse og verdivurdering av de berørte kulturminnene og kulturmiljøene.
- **Trinn 2** omfatter en vurdering av hvilket omfang/påvirkning - positivt eller negativt - det planlagte tiltaket medfører. Det skilles mellom direkte (inngrep, skade) og indirekte (visuelt) omfang.
- **Trinn 3** omfatter konsekvensvurdering, der kulturminnets verdi og tiltakets omfang/påvirkning sammenstilles og gir konsekvens ut fra matrise i Statens vegvesens Håndbok V172 (se seksjon 2.1).

Alle tiltak som inngår i planene legges til grunn ved vurderingen av omfang. Andre tiltak som fagutreder foreslår skal omtales som avbøtende eller kompensierende tiltak.

De fordeler og ulemper et tiltak medfører vurderes i forhold til referansesituasjonen (**0-alternativet**). NIKU skal vurdere konsekvensene for kulturminner/-miljøer av det foreliggende planforslaget, maksimal utfylling.

I verdivurderingene er det anvendt en tredelt skala for verdisetting med utgangspunkt i Statens Vegvesen håndbok V712, hvor høyeste karakter ikke nødvendigvis bare gis til kulturminner og miljøer av nasjonal verdi. Lokale

og regionale kulturminner kan gis stor verdi ut fra bl.a. lokalbefolkningens opplevelse og tilknytning til dem, basert i all hovedsak på foreliggende dokumentasjon. Verdiene er vurdert etter skalaen: liten verdi – middels verdi – stor verdi, se tabell nedenfor.

	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Fornminner/ samiske kulturminner (automatisk fredet)	Vanlig forekommende enkeltobjekter ute av opprinnelig kontekst	Representativ for epoken/ funksjonen og inngår i en kontekst Steder det knytter seg tro/ tradisjon til	Sjeldent eller spesielt godt eksempel på epoken/funksjonen og inngår i en viktig kontekst Steder av regional eller nasjonal betydning som det er knyttet tro/tradisjon til
Kulturmiljøer knyttet til primærnæringene (gårds miljøer/ fiskebruk/ småbruk og lignende)	Miljøet inngår i en lokal sammenheng men ligger ikke i opprinnelig kontekst Bygningsmiljøet er vanlig forekommende eller inneholder bygninger som bryter med tunformen Inneholder bygninger av begrenset kulturhistorisk/ arkitektonisk betydning	Miljøet er viktig i en regional sammenheng Enhetlig bygningsmiljø som er representativt for regionen, men ikke lenger vanlig og hvor tunformen er bevart. Inneholder bygninger med kulturhistorisk/arkitektonisk betydning	Miljøet er viktig i nasjonal sammenheng Bygningsmiljø som er sjeldent eller særlig godt eksempel på epoken/ funksjonen og hvor tunformen er bevart Inneholder bygninger med stor kulturhistorisk/ arkitektonisk betydning
Kulturlandskap	Kulturlandskap med få kulturhistoriske spor	Kulturlandskap som inneholder flere kulturhistoriske spor som ligger i en kontekst	Sjeldent/ godt bevart kulturlandskap av nasjonal betydning
Kulturmiljøer i tettbygde områder (bymiljøer, tettsteder etc.)	Miljøet er vanlig forekommende eller er fragmentert Inneholder bygninger som har begrenset kulturhistorisk betydning	Enhetlig miljø som er representativ for epoken, men ikke lenger vanlig Inneholder bygninger med arkitektoniske kvaliteter og/ eller kulturhistorisk betydning	Enhetlig miljø som er sjeldent eller særlig godt eksempel på epoken. Inneholder bygninger med spesielt store arkitektoniske kvaliteter og/ eller av svært stor kulturhistorisk betydning
Tekniske og Industrielle kulturmiljøer	Miljøet er vanlig forekommende og ligger ute av kontekst Inneholder konstruksjoner uten spesielle arkitektoniske kvaliteter	Miljøet er representativt for epoken og ligger i opprinnelig kontekst Inneholder konstruksjoner med arkitektoniske kvaliteter	Miljøet er sjeldent og et spesielt godt eksempel på epoken og inngår i en viktig kontekst Inneholder konstruksjoner med spesielt store arkitektoniske kvaliteter
Andre kulturmiljøer (enkeltbygninger, kirker, parker og lignende)	Miljøet er vanlig forekommende og/ eller fragmentert Bygninger uten spesielle kvaliteter	Miljø som er representativt for epoken, men ikke lenger vanlig Inneholder bygninger/objekter med arkitektoniske/kunstneriske kvaliteter	Miljø som er sjeldent og/ eller et særlig godt eksempel på epoken. Bygninger/objekter med svært høy arkitektonisk/ kunstnerisk kvalitet

Figur 5 Kriterier for verdisetting av kulturminner og kulturmiljø (Statensvegvesen, Håndbok V712, 2014)

2.2 Kriterier for vurdering av omfang

Omfangsvurderingen er et uttrykk for hvor stor negativ eller positiv påvirkning det aktuelle tiltaket har for planområdet. Omfanget vurderes i forhold til 0-alternativet.

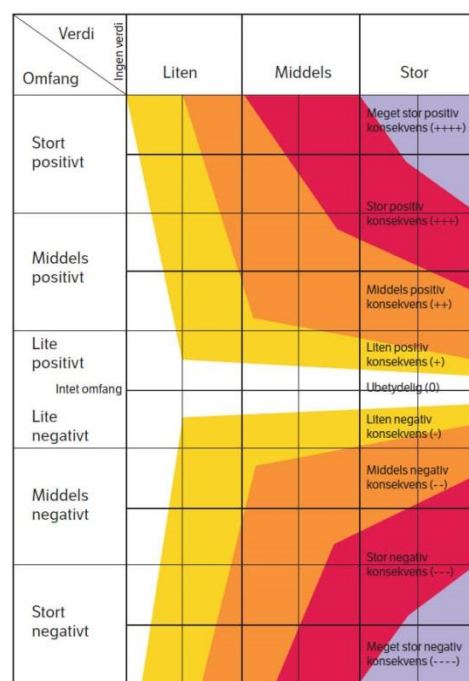
Vurderingen bygger på:

- kunnskap om **verdiene** i kulturmiljøene og delmiljøene
- kunnskap om **tiltakets fysiske utforming**
- kunnskap om **hvordan tiltaket påvirker verdiene** i kulturmiljøene og delmiljøene

2.3 Kriterier for konsekvensvurdering

Med konsekvens menes de fordeler og ulemper tiltaket (utbyggingstrinn 5) vil medføre i forhold til 0-alternativet.

Figur 7 viser konsekvensvifta som brukes for å sammenligne verdien med omfanget av tiltaket. Som det framgår av figuren, angis konsekvensen på en ni-delt skala fra meget stor positiv konsekvens (++++) til meget stor negativ konsekvens (----).



Figur 6: Konsekvensvifte som viser sammenhengen mellom omfang og konsekvensgrad (Statens vegvesen, Håndbok V712, 2014).

2.4 Metode: Kulturhistorisk stedsanalyse

Som et ledd i KU trinn 1, benyttes DIVE som kulturhistorisk stedsanalyse. Analysen er gjort utfra en tillempet bruk av DIVE-verktøyet for kulturhistorisk stedsanalyse, det vil si at deler av denne metodikken er brukt utfra formålet. DIVE er utviklet av Riksantikvaren i samarbeid med Riksantikvarieämbetet i Sverige og Museiverket i Finland. DIVE-metoden er utviklet med tanke på å integrere kulturhistoriske kvaliteter i planlegging og stedsanalyser, og er beskrevet i veilederen DIVE - kulturhistorisk stedsanalyse utgitt av Riksantikvaren i 2009. Verktøyet er også justert og tilpasset gjennom bruk av metoden etter at veilederen ble utarbeidet. DIVE står for Describe (beskrive), Interpret (fortolke), Valuate (vurdere) og Enable (aktivere). Gjennom analysen klarlegges hva som har vært

og er sosialt, økonomisk, kulturelt og fysisk viktig for stedets utvikling og hvilke fysiske spor som har vært og er sentrale funksjons- og betydningsbærere for stedet.

D - Hva forteller dagens landskap og miljø om analyseområdets opprinnelse, utvikling og karakter?

I - Hvorfor har enkelte elementer og karaktertrekk i analyseområdet hatt spesiell samfunnsmessig betydning?

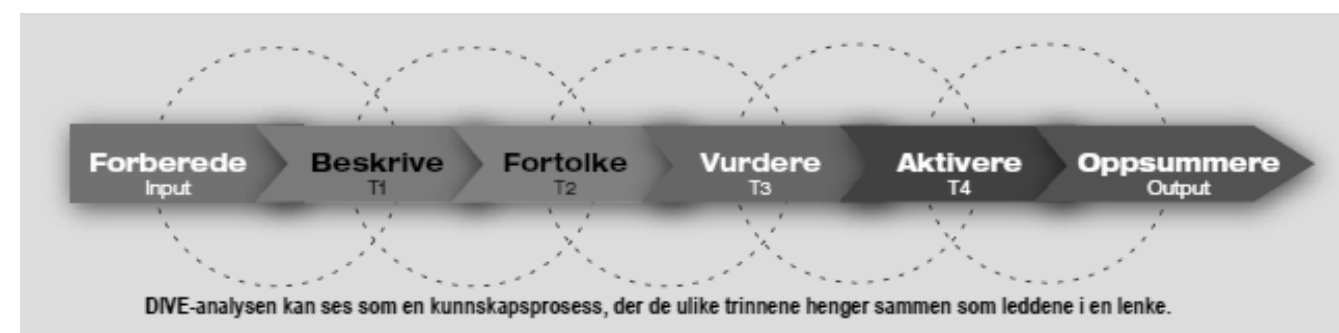
V - Hvilke historiske elementer og karaktertrekk har spesiell verdi, kan de utvikles og hvor går grensene for hva de tåler?

E - Hvordan kan stedets prioriterte, historiske karaktertrekk og ressurser forvaltes og utvikles?

I beskrivelsesfasen (D) kartlegges analyseområdets historiske opprinnelse, utvikling og karakter og den historiske kunnskapen systematiseres og tilrettelegges. Dette er i analysen gjort ved «å kle av» de ulike lagene med bebyggelse og infrastruktur som gjenstår fra de ulike tidsepokene. Fortolkningsfasen (I) viser deretter hvordan de gjenværende elementene fra hver epoke kan representere den romlige logikken som ligger til grunn for hver av periodens plangrep og bebyggelse. Byggestil, lokalisering og sentrale hendelser i stedets eller områdets utvikling kan dermed identifiseres. Vurderings- og aktiveringsfasen (V+E) bidrar til å synliggjøre utviklingspotensial og hvordan områdets kulturhistoriske kvaliteter definerer handlingsrom og kan fungere som inspirasjon for videre utvikling.

Et sentralt verktøy i DIVE-metoden er DIVE-matrisen som organiserer analyseområdet i tidslag og romlig skala og på den måten skaper tidsvinduer som bidrar til å sette dagens fysiske struktur inn i en forståelig historisk ramme.

Ved å undersøke strukturene som er skapt i de ulike tidsepokene identifiseres hvordan ulike drivkrefter, har påvirket Holmens historie fram til i dag.



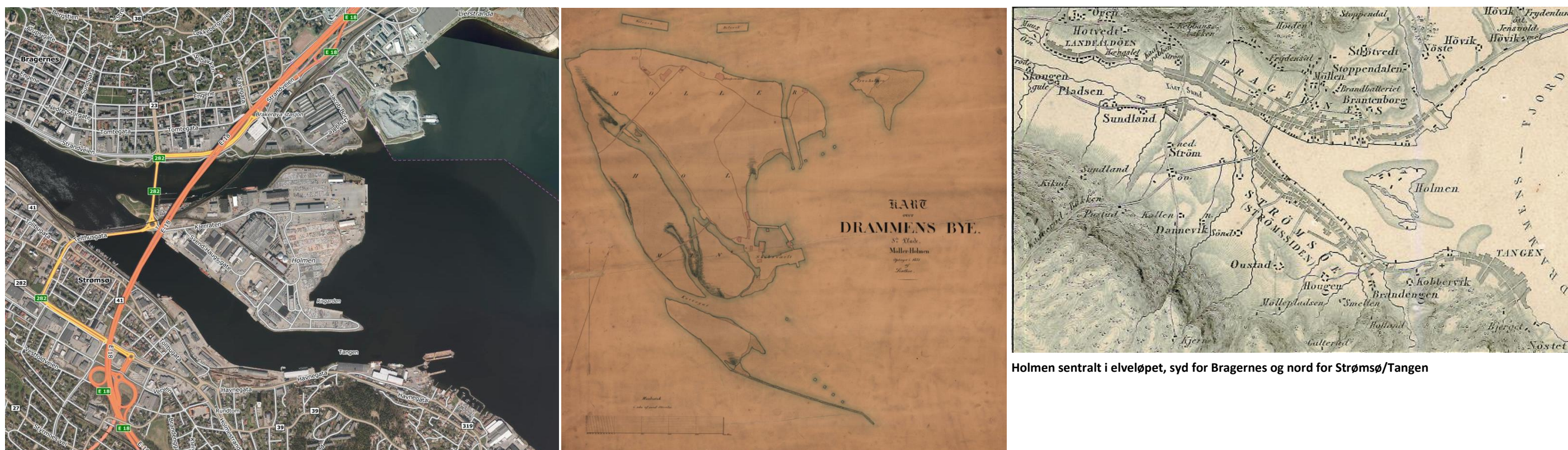
Trinn (arbeidsfaser)	Målsetting	Aktuelle deloppgaver
Forberedende	Input	Opplegg og arbeidsprogram for analysen
T1 Beskrivende	Analyseområdets historiske karakter	Etablere kunnskapsoversikt, sammenstille, beskrive og bearbeide informasjon om analyseområdets opprinnelse, utvikling og karakter
T2 Fortolkende	Analyseområdets historiske betydning	Undersøke analyseområdets historiske lesbarhet, betydningsbærende og -formidlende innhold, integritet, autentisitet og tilstand
T3 Vurderende	Analyseområdets verdi og muligheter	Drøfte de kulturhistoriske ressursenes verdi, utviklingspotensial, sårbarhet, tålegrenser og endringskapasitet
T4 Aktiverende	Analyseområdets handlingsrom	Definere handlingsrommet for aktivering av kulturarven, foreslå strategier og -prinsipper, virkemidler og tiltak for forvaltning og utvikling
Oppsummerende	Output	Sammenfatning av analysens innhold, resultater og anbefalinger

2.5 Kunnskapsgrunnlag for vurderingene

Vurderingene er basert på eksisterende kunnskap om området, det som finnes i eksisterende registre (Askeladden, SEFRAK-registrering), historiske kart, samt eksisterende kommuneplaner for tema kulturminner og kulturmiljø og lokalhistorisk litteratur. Kunnskapsgrunnlaget skal vise hvordan naturgitte og kulturelt betingede forutsetninger og forhold, hver for seg og samlet, har formet analyseområdet, og belyse sammenhengen mellom stedets historiske «fortellinger» og dagens omgivelser. I analysen brukes en Tid-Rom matrise (tidsvindu) som redskap for systematisering og formidling av historisk dokumentasjon.

NIKU har vært i dialog med fylkeskonservator og rådgivende landskapsarkitekt under utarbeidelsen av rapporten.

Norsk Maritim Museum har foretatt registreringer under vann og utarbeidet en rapport: Arkeologisk rapport, 06.09.16



Figur 3 Holmen i dag (til venstre) Holmen som Mølleholmen (med kanaler for tømmerfløting) og Tyvholmen (til høyre) Kilde: Historiske kart 1831, Drammen)

3 Holmen

Holmen er Drammens ansikt mot fjorden og er en del av det større bylandskapet i Drammen.

Holmen er en egen holme i elveløpet, avgrenset av Bragernesløpet i nord, Drammensfjorden i øst, Strømsøløpet i syd og Drammenselva i vest. Holmens spiss vest for E18 og jernbanebro - Holmenokken - er en del av det opparbeidete elvelandskapet i Drammen. Holmen øst for E18 fremstår som et flatt industrilandskap, med et overskuddsareal etter betydelige masseutfyllinger. Holmen har fra sin opprinnelse stadig endret form, først som sandbanke, så som holme- og som industrilandskap.

3.1 1600-1872 Trelast og skipsfart

Holmen oppstod av en sandbanke på 1600-tallet, og hadde en gunstig plassering med sin beliggende midt i «vann-veien» mellom bydelene Strømsø og Bragernes, med front mot fjorden. Holmen ble opprinnelig ment å være en del av gården Brakar (Bragernes Grunde).

Holmen ble vurdert som festningstomt i 1662, men dens forankring i sandbanke og ikke i fjell, gjorde at planene om å etablere et festningsanlegg ikke ble realisert.

Holmen bestod i begynnelsen av flere øyer. Holmen ble i en periode kalt Mølleholmen, etter en tid med møllevirksomhet på øya. En mindre holme – Tyvholmen - fungerte som rettersted for kriminelle (Tyvholmen – forsvant i en storflom i 1860).

I 1798 kjøpte Caspar von Cappelen øya av Hans Andreas Widerøe. Cappelen etablerte sommerhus på øya, drev bjelkehogst, jordbruk, plantet trær og anla en stor naturpark i tråd med tidens idealer som han åpnet for byens befolkning, byens første offentlige park.

Johan Fr. Thorne, en betydelig skogeier og trelasteksportør, kjøpte øya i 1837 og begynte en større utvikling. Holmen egnet seg godt som anløpssted og eksporthavn for tømmer. Thorne gravde kanaler på Holmen for å tilrettelegge for fløting av tømmer til skutene som lå på yttersiden.

Thorne etablerte også skipsverft, trankokeri og blåfargefabrikk.

Sagbruksprivilegiet ble opphevet i 1854 – og dette åpnet for å flytte sagbrukene fra fossene og ned til elvebreddene i Drammen. Tømmeret kunne fløtes direkte ned til eksporthavna, som var en stor fordel. Dette gjorde Holmen attraktiv for trelastaktørene.

Dampsagenes epoke ble innledet med G.W. Arnemanns sag på Holmen i 1859. Dampsagen ble etablert i Thornes nedlagte blåfargefabrikk. Jacob Borch overtok dampsagen året etter og bygget den om til damphøvleri i 1866.

Havnen innerst i Drammensfjorden hadde havnefogd allerede midt på 1600-tallet for offentlig styring av alle aktører langs elvekanten. I 1736 ble det etablert en havnekommissjon som satt i gang mudringsarbeid i Svelvikstrømmen for å åpne for større båter i Drammensfjorden. I 1821 fikk kommisjonen bygget opp en faskinarm i forlengelse av den sørlige øya av Holmen i Strømsø-løpet som bidro til å øke hastigheten på strømmen i elva og dermed gjorde løpet dypere. Denne delen av Holmen fikk navnet Risgarden (ris-garn) – risgjerdet. Kanalen mellom Risgarden og Møllerholmen fikk navnet Kattegat.

Svend Haugs Dampsag og Høvleri etablerte seg på Jakob Borchs bruk i 1861. Både sagene og høvleriene var billige i drift siden dampmaskinene kunne fyres med flis og kapp fra produksjonen. Bruket ble herjet av brann i 1880, men ble bygget opp igjen. Svend Haugs Bruk sysselsatte 150 personer i 1930-årene. En av veiene på Holmen har i dag navn etter Svend Haug – Svend Haugs vei.



Figur 4 Skipsverft på Holmen, sett fra Tangen. Ukjent fotograf

Thornes skipsverft ble overtatt av Jørgensen & Knudsens skipsverft (etablert av Jens Jørgensen og Svend Knudsen) i 1855. I 1880 kjøpte Holmens Brug det meste av Holmen og bygde et betydelig høvleri. Holmen bruk sysselsatte på det meste 140 ansatte.

Trelastindustrien, høvleri og skipsverftet formet øya i denne perioden– og ga den et karakteristisk røffere landskap med kanaler og funksjonelle industribygninger. Øya gikk fra å være et naturlandskap til å bli et industrilandskap.

3.2 1872-1961 Jernbane og papirindustri

Holmens plassering ytterst i utløpet, gjorde at den tidlig fikk en strategisk funksjon som anløpssted. Da Drammensbanen ble anlagt i 1872, ble det ført spor ut til Holmen, for å koble sjøvei og jernbane. Dette ga gode logistikkvilkår for potensiell industri- og havnevirksomhet.

Nedgangstiden i trelasthandelen førte til fremvekst av ny industri. Holmen Brug grunnla Holmen Papirfabrikk i 1883 som var første spire til byens papirindustri. Papirfabrikken, grunnlagt av Carl Christensen, Chalot og G.Hartmann, ble etterfulgt av Holmen-Hillefoss fra 1918.

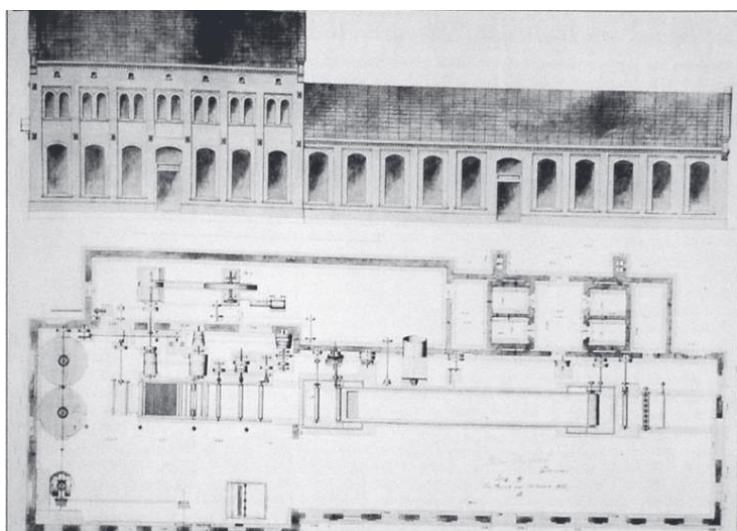
Nye industriarbeidsplasser gjorde at kommunen oppførte en kommunal bolig for arbeiderne på Holmen. En gangforbindelse, med fotgjengerbro parallelt med jernbanen, var beboernes fastlandsforbindelse. Holmens beboere hadde egne kolonihager for dyrking av grønnsaker.



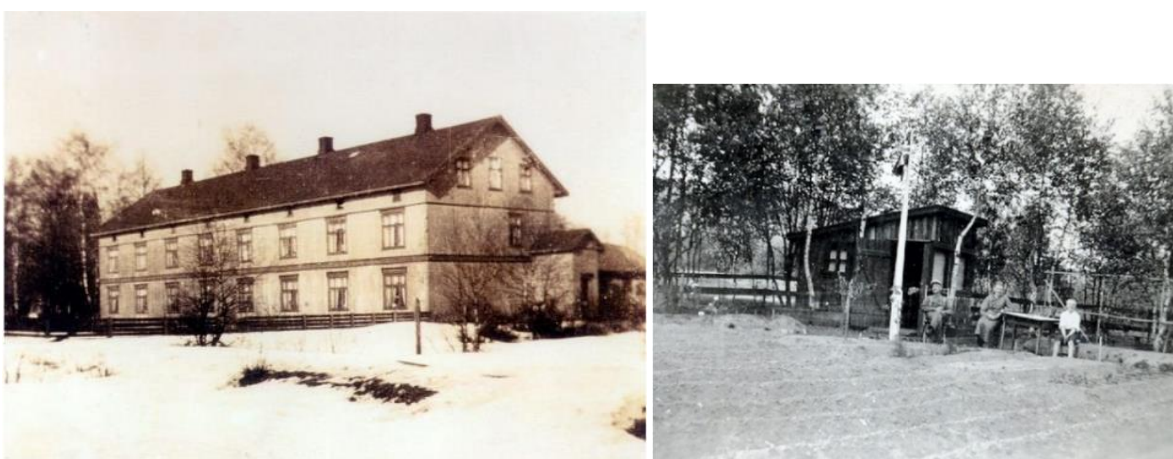
Figur 5 Kart som viser jernbanebro ført over Holmen (Mølleholmen), Historiske kart 1906, finn.no



Figur 6 Jernbanebro med gangbro over til Holmen, sett fra Brakerøya



Figur 7 Tegninger av papirfabrikk på Holmen (G.Hartmann), oppført 1883



Figur 8 Kommunal boliggård for arbeidere på Holmen (til venstre) Kolonihage (til høyre)



Figur 9 Holmen 1939 – Historiske kart, finn.no

Holmen (Risgarden) var et populært badested i Drammen i mellomkrigstiden. Badestranden ble stengt på grunn av forurensning fra industrien i 1949.

Drammens jernbanebru ble ombygget i perioden 1926 – 1930. Jernbanebruas fagverkskonstruksjon kunne svinges, slik at større båter kunne seile inn til Drammen.

Etter krigen fikk vannveien mindre betydning for transport over kortere avstander. Råvarer, brensel og ferdigvarer som tidligere ble fraktet i prammer etter slepebåter, gikk nå med bil eller jernbane.

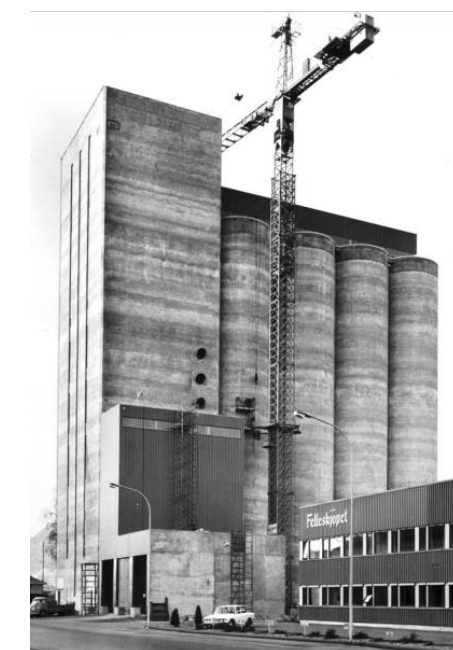
3.3 1962-1979 Nytt veisystem, etablering av moderne industri og bilimport

En bruforbindelse ble etablert i 1963 i nært samarbeid med Norsk Kabelfabrikk som i lengre tid var lovet plass av kommunen til en ny fabrikk på øya. Broen gikk fra Bragernes over til Holmen. Etableringen av Norsk Kabel var begynnelsen på satsningen på utviklingen av Holmen som en moderne industriøy. Kommunen klarte å beholde en viktig industribedrift som skatteyter, ved å gi Norsk Kabelfabrikk areal på Holmen.

Havnevesenet hadde store ambisjoner for Holmen. De mudret opp Strømsløpet og brukte sanden til å planere ut nye områder på Holmen. Kanalen «vestre Kattegat» mellom Holmen og øya Risgarden ble fylt opp, og nye områder ble opparbeidet på sørsiden. Her ble det også reist et stort havnelager. Den ytre delen av øya hadde dårlige grunnforhold og ble reservert for lettere last. Dette passet godt for Drammen Bilhavns ønske om å bygge et importanlegg for biler. Drammen ble etter hvert kjent som byen som tok hånd om halvparten av landets bilimport.

Felleskjøpet etablerte seg på Holmen og bygget en kornsilo i 1971. Felleskjøpets kornsilo ble et nytt vertikalt landemerke for Drammen – på lik linje med Osram-bygget på Brakerøya.

Ny E18 ble bygget i samme perioden, på store søyler forankret på Holmen. Motorveien skapte en fysisk barriere mellom Drammen og fjorden. Større båter kunne ikke lenger passere forbi Holmen, og Holmen ble sammen med Tangen og Brakerøya havneområdet for Drammen. Forholdet mellom Drammen og fjorden ble betydelig endret med det nye veisystemet.



Figur 10 Bilimport 1960-tallet (til venstre), kornsilo Felleskjøpet 1971 (til høyre)

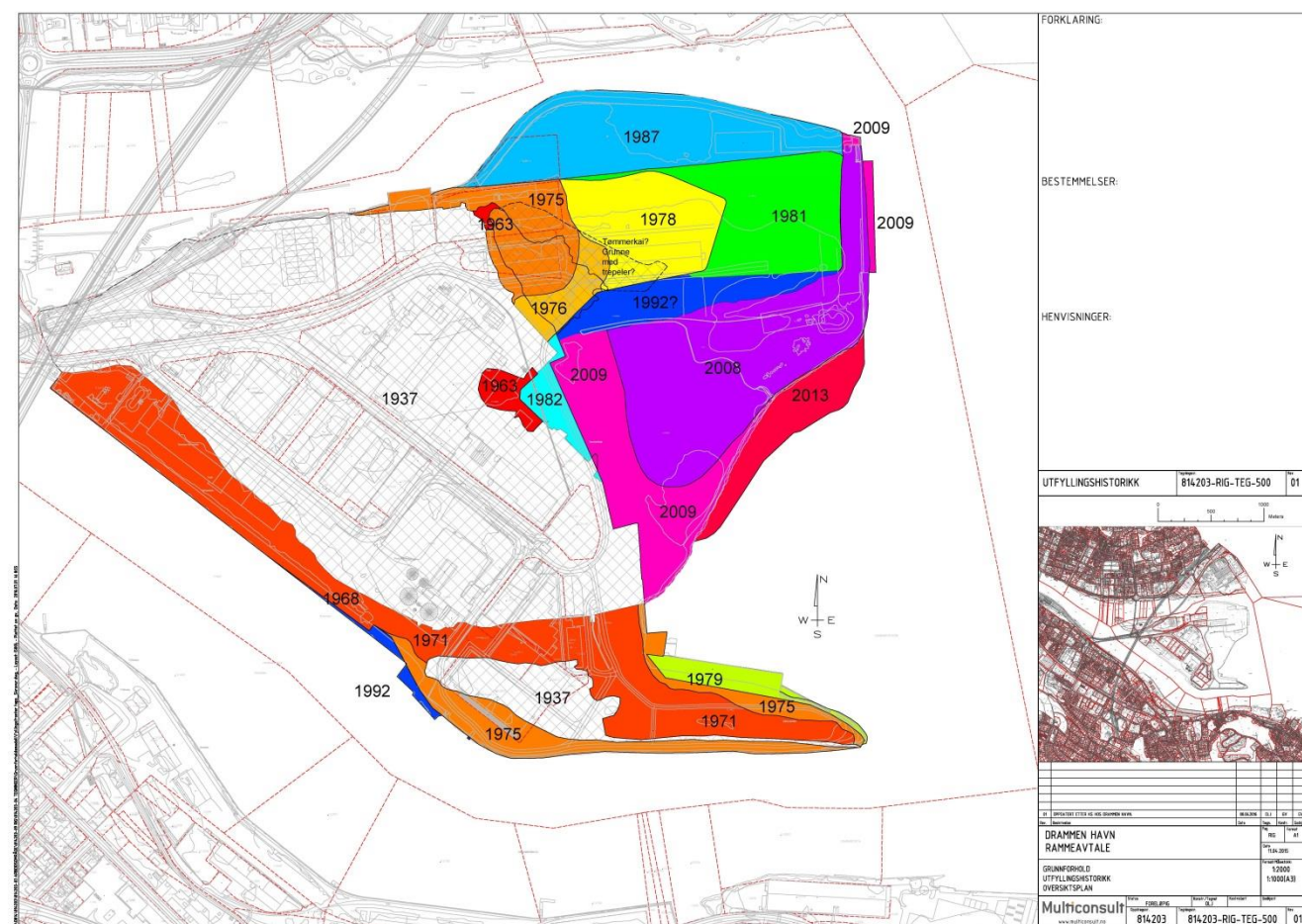
3.4 1980 - i dag: Holmen satsningsområde som intermodal havn

Holmen har vært ansett som et viktig område for overskuddsmasser, som senere kan utvikles til industri . Siden 2003 har Holmen blitt utvidet med ca. 90 daa. Holmen er utvidet etterhvert som det har vært tilgjengelige steinmasser ved masseoverskudd fra vei- og jernbaneutbygging.



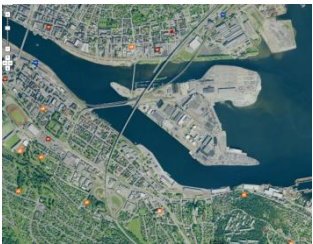


Holmen er Norges største havn for bilimport, men også prosjektlaster, stykkgoods og bulk håndteres i dag. Holmen er på ca. 500 mål og består av 4 kaier: Holmen Syd(Offshore, tørrbulk, ro-ro, stykkgoods, våtbulk, container), Holmen syd olje (tank), Kattegat (container, tørrbulk, prosjekt), Risgarden (ro-ro). Eiere er Drammen kommune og Drammen havn AS.

Holmen har utviklet seg til å bli et viktig knutepunkt mellom sjø, bane og vei. Jernbaneverket har planlagt og igangsatt etablering av nye spor for å legge til rette for mer effektiv håndtering av godstrafikk til/fra Holmen. Holmen har i dag et stort område, som potensielt kan benyttes til ny industri- og havnevirksomhet.

I 2015 ble det importert 107 000 biler til Drammen havn.



Figur 11 Utfillingshistorikk Holmen, Multiconsult

DIVE-matrise Holmen	Verden/Norge/Drammen	Holmen og omland		
		Holmen	Omland: Drammen sjøfront/Brakerøya/Tangen	Holmen som landskap mellom elv og fjord
2016	Norsk transportplan 2014-2023 – Satsning på sjøtransport Knutepunktutvikling – sjø/jernbane/veinett	Strategisk næringsplan for Drammen kommune 2012-2022 Ren Drammensfjord 2015	Visjonen om fjordbyen – Drammen/Lier	 Illustrasjon maks utfylling
1980-2016	Miljøpakke Drammen Elvebyen Drammen Drømmen om Drammen Visjonen Naturbania Bystrategien	Strategisk plan for Drammen Havn 2006-2015 Nye jernbanespor knyttet til godstrafikk (JBV) Investering i Norges største mobilkran Sterk vekst i bilimport (89000 i 2014, 91000 i 1985)	Elvelandskapet opparbeides: Elvebyen	 Holmen 2014, Historisk kart , finn.no
1962-1979	Motorveitbygging Moderne industriutvikling Bilimport	1975 Motorveibru E18 1965 Strømsøbrua 1962 Holmenbrua 1972 Felleskjøpets kornsilo 1964 Norsk Kabelfabrikk (Draka)	1975 Motorvei E18 1965 Strømsøbrua 1962 Holmenbrua	 Holmen 2003. Historisk kart, finn.no
1872-1961	Den industrielle utvikling Papirindustrien ble etablert, som et viktig tillegg til trelast- og tømmereksport. 1903: Elekrisitet 1872: Drammensbanen	1883 Holmen Papirfabrikk 1873: Utbygging av jernbanen med sidespor til treindustrien. Gangbru til Holmen i forbindelse med jernbanen Kommunal boliggård bygget for arbeidere på Holmen Friluftsbad, etablert 1926 – legges ned 1949 pga forurensning fra industri	Teknisk-industriell utvikling Papir- og celluloseindustri Jernbanebro 1872	 Holmen 1939, Historisk kart, finn.no
1600-1872	Skipsfart/Båtbygging Sagbruksprivilegiet opphevet i 1854 Drammen by 1811 1500 – Drammen etableres som havneby for utskipping av trelast Amsterdam Europas viktigste by med stort behov for trelast (Hollandertiden)	Svend Haugs Dampsag og Høvleri i 1861 Jørgen & Knudsens skipsverft i 1851 Johan Fr. Thorne: skipsverft, trankokeri og blåfargeverk 1837 Havnekommissjonens molo/faksine-arm for økt dybde i Strømsøløpet i 1821 Cappelens park 1779 Holmen opprinnelig en del av gården Brakar (Bragernes Grunde). Holmen oppstår som øy av en sandbanke ca 1600	Strømsø en del av fastlandet 1870 Bybro 1811 – byen Drammen Tangen, Strømsø, Bragernes ladesteder Trelast og skipsfart Strømsø oppstod som øy av en sandbanke ca 1600 Tangen, bebyggelse fra 1500-tallet	 Illustrasjoner av Holmen som holme mellom Bragernes og Strømsø Karin Phils kartmappe: «Kart over historisk utvikling Drammen»



Figur 12 Kulturminneregistrering kilde: miljøstatus.no – R angir arkeologiske kulturminner

3.5 Verneverdier på Holmen

Kulturminner er registrert på kartet Miljøstatus.no og Riksantikvarens Askeladden.

3.5.1 Arkeologiske funn

Det er to registrerte arkeologiske funn på kart. Et funn er avmerket på Holmen-nokken i vest og et funn er avmerket i sjø i Bragernesløpet, nord-vest for Holmen.

Funnet på Holmen-nokken er en knivslire, antagelig av tysk opprinnelse. Denne er datert til middelalder. På Holmen-nokken er fjæresonen allerede utfyllt med sprengsteinmasse og nedbygget. Derfor er det vanskelig å gjøre funn i området.

I sjøen i Bragernesløpet er det funnet et krittpipehode, datert til 1800-tallet, fjerde kvartal.

Begge løsfunnene er fjernet.

Norsk Sjøfartsmuseum gjorde en arkeologisk undersøkelse for Drammen Havn i 2000, for å vurdere hvilke konsekvenser en planlagt utbygging av Drammen havn vil medføre for kulturminner under vann: «Konsekvensutredning for Drammen Havn». I rapportens punkt 1.1 Arealene ved Holmen og øst for Brakerøya heter det:

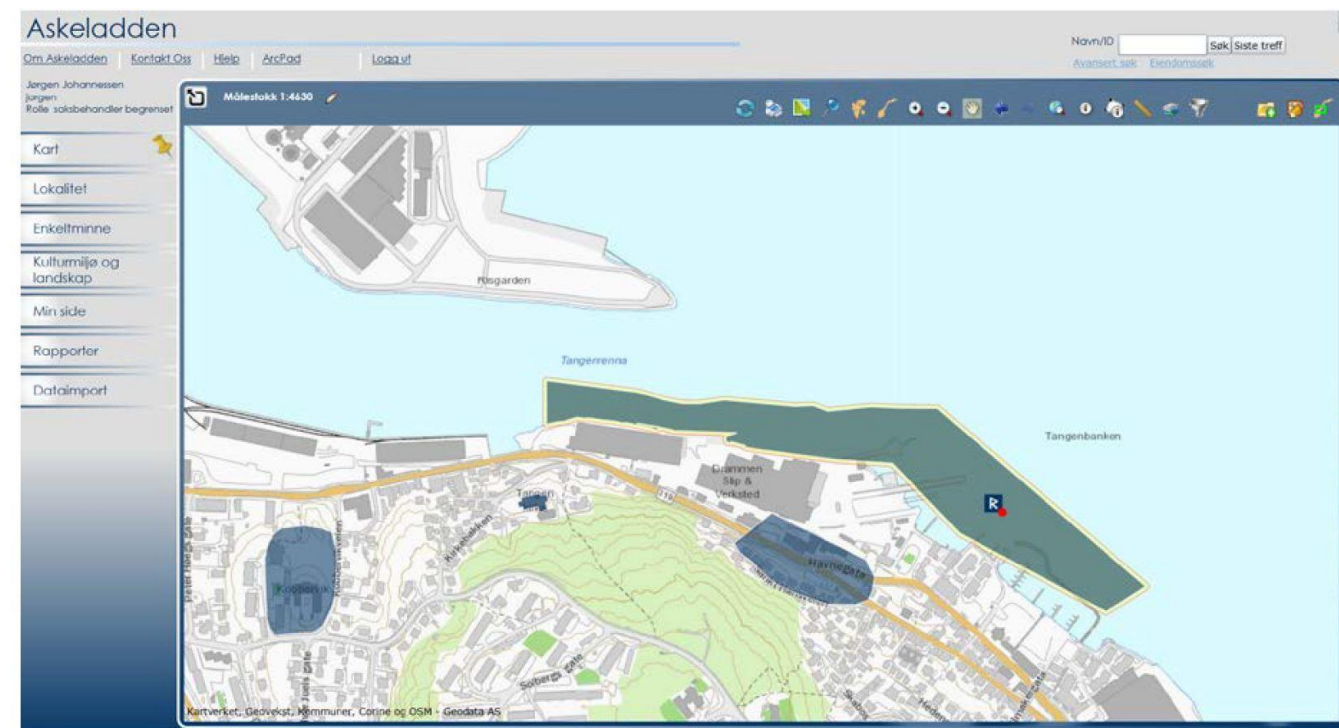
I arealene øst for Holmen, og det store gruntområdet øst for Brakerøya, er det foretatt befaringer med svømmedykkere, ved visuell observasjon og soning ned i sedimentene. Blant annet på grunn av de store mengdene organisk materiale i sedimentene har det ikke vært mulig å anvende seismisk eller annen instrumentell undersøkelser. Det er ved befaringene påvist delta-dannelse, med store mengder overdekket organisk materiale. Drammenselva bygger stadig ut disse områdene, ved tilføring av organisk materiale,

sand og sedimenter. I fronten av disse områdene ble det observert tømmer, flislag og sedimentlag skrånende ut mot dypere vann. I disse massene vil det sannsynligvis befinne seg rester av farkoster og skip, som vil bli deponert i skråningen mot dypere vann, der strømmen slipper sedimenter/organisk materiale og eventuelle farkoster transportert ned elva. Det er tidligere, blant annet ved mudring i Tangen-renna, funnet en rekke gjenstander fra middelalder og vrak av ukjent alder. Det er dermed et funnpotensiale tilstede i arealene som planlegges utbygget på disse lokalitetene, utenat det med dagens metoder vil kunne undersøkes nærmere. Om arealene fylles ut, vil ikke kulturminner som skip og fartøyer kunne identifiseres eller undersøkes. I arealer som skal mudres, vil det derimot være en sjanse til overvåking av mudringsarbeidene, og eventuell akutt bergning/undersøkelse av funn. Det største potensiale vil ligge i gruntområdet øst for Brakerøya, på grunn av arealets størrelse. Ved Holmen er potensialet mindre, p.g.a. tidligere mudringer/utfyllinger.

3.5.2 Arkeologisk rapport under vann 06.09.16

Norsk Maritimt Museum – som er kulturminnevernets landsdelsinstitusjon for forvaltning av kulturminner under vann i Sør-Norge, har gjennomført ny arkeologisk befaring under vann for å avklare om det ligger automatisk fredete kulturminner innenfor planområdet etter kulturminnelovens (kml) § 9 og beskrevet dette i rapporten *Arkeologisk rapport – arkeologisk registrering under vann for området*, datert 06.09.16. I sammendraget heter det:

I forbindelse med reguleringsplan for Holmen i Drammen ble det funnet et stort område med sjøavsatt kulturlag som er fredet etter kulturminnelovens § 14 i forlengelsen av tidligere registrerte kulturlag lenger nord ved Tangen. Dersom tiltaket skal finne sted må det søkes om dispensasjon fra kulturminneloven eller området kan reguleres til spesialområdebevaring.



Figur 1 Askeladden 124787. Området viser et fredet sjøavsatt kulturlag

Et større område utenfor Tangen er vist fredet på kartet. En større utfylling av Holmen vil kunne endre strømløpet og ha konsekvens for det fredete området.

3.5.3 Kulturminnemiljø bygninger

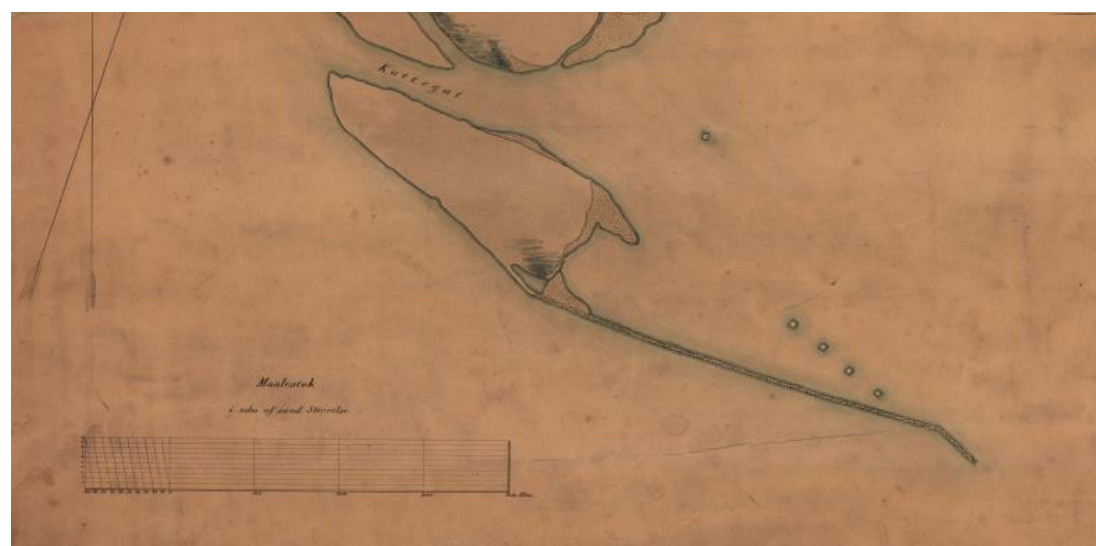
Det er ingen SEFRAK-registrerte bygninger på Holmen.

Bygningene på Holmen er hovedsakelig lagerbygg og industribygg for produksjon, godshåndtering og biloppstilling. Felleskjøpets kornsilo fra 1971 er en karakteristisk industribygning og et ruvende landemerke på Holmen som fortsatt er i bruk. Politiets overvåkningstjeneste hadde tilhold i et lite rom øverst i siloen for å overvåke russisk bilimport under den kalde krigen (frem til 1990-tallet). I følge fylkeskonservatoren i Buskerud, er dette ikke ansett som et kulturmiljø i dag.

3.5.4 Kulturminnemiljø gater og områder

Havneområdene på Holmen har i dag navn som viser til tidligere inndelinger og strukturell organisering på Holmen – Furuholmen, Kattegat, og Risgarden. Holmen har veier/spor som fortsatt benyttes og som bærer navn etter grunnlegger eller transportfunksjon:

- **Furuholmen:** En egen holme som oppsto da trelastaktør J. Thorne formet kanaler for føring av trelast på øya. Navnet dukket opp på kart rundt 1880-tallet og det skal ha stått en furu på holmen. I dag ligger området nord-øst på Holmen og er ikke lesbart som egen form.
- **Kattegat:** navn på kanaler, bl.a. mellom Risgarden og Mølleholmen. Kanalene er i dag fylt igjen, men Kattegat er et navn på kaiområde øst på Holmen.
- **Risgarden:** molo med karakteristisk form som havnekommisjonen fikk opparbeidet i 1821 for å opprettholde dybde i Strømsø-løpet. Badestrand inn mot «bukta» fra 1920-49. Er fortsatt noe lesbart i formen på Holmen. Område syd-øst på Holmen.
- **Svend Haugs vei:** vei oppkalt etter grunnleggeren av Svend Haugs Damp og Høvleri (1861 – 1958), som sysselsatte 150 mann på Holmen i 1930 årene.
- **Kjerraten:** Denne gaten på Holmen dukker opp i kart først fra rundt 1870. Det er nærliggende å tenke seg at gateløpet fikk navn etter en kjerrat (kjettingbane benyttet til å trekke gods, ofte tømmer) som kan ha ligget på øya. Denne har sannsynligvis hatt med trelastvirksomheten på Holmen å gjøre, gateløpet strekker seg over det som en gang var Holmens brugs eiendom.



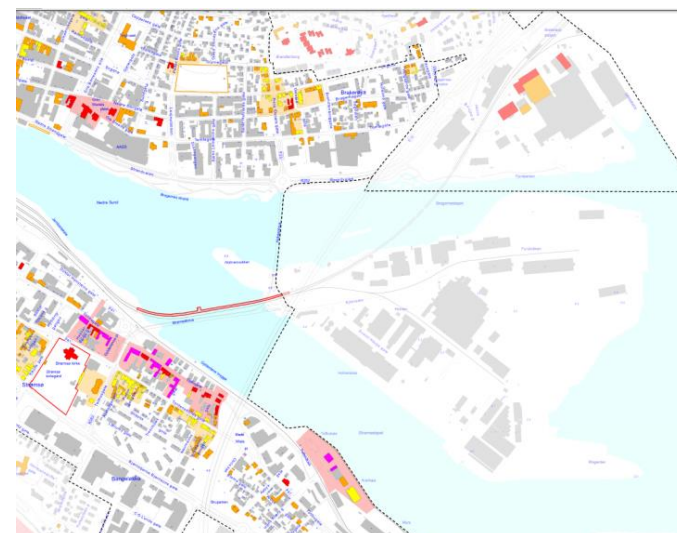
Figur 13 Risgarden: Del av kart som viser moloen mot Strømsø-løpet. Linjen er fortsatt lesbar i Holmens form i dag. Kilde: Historiske kart Drammen, 1831



Figur 14 Innseiling Strømsø-løpet 1950, sett fra Tangen, postkort

3.5.5 Kulturminnemiljø jernbane

Jernbanebroen fra 1930 er et registrert kulturminne på kart for kulturminneregistrering, sentrumsplanen – Drammen kommune. Broen kunne svinge for å åpne for båt-trafikk opp elva.



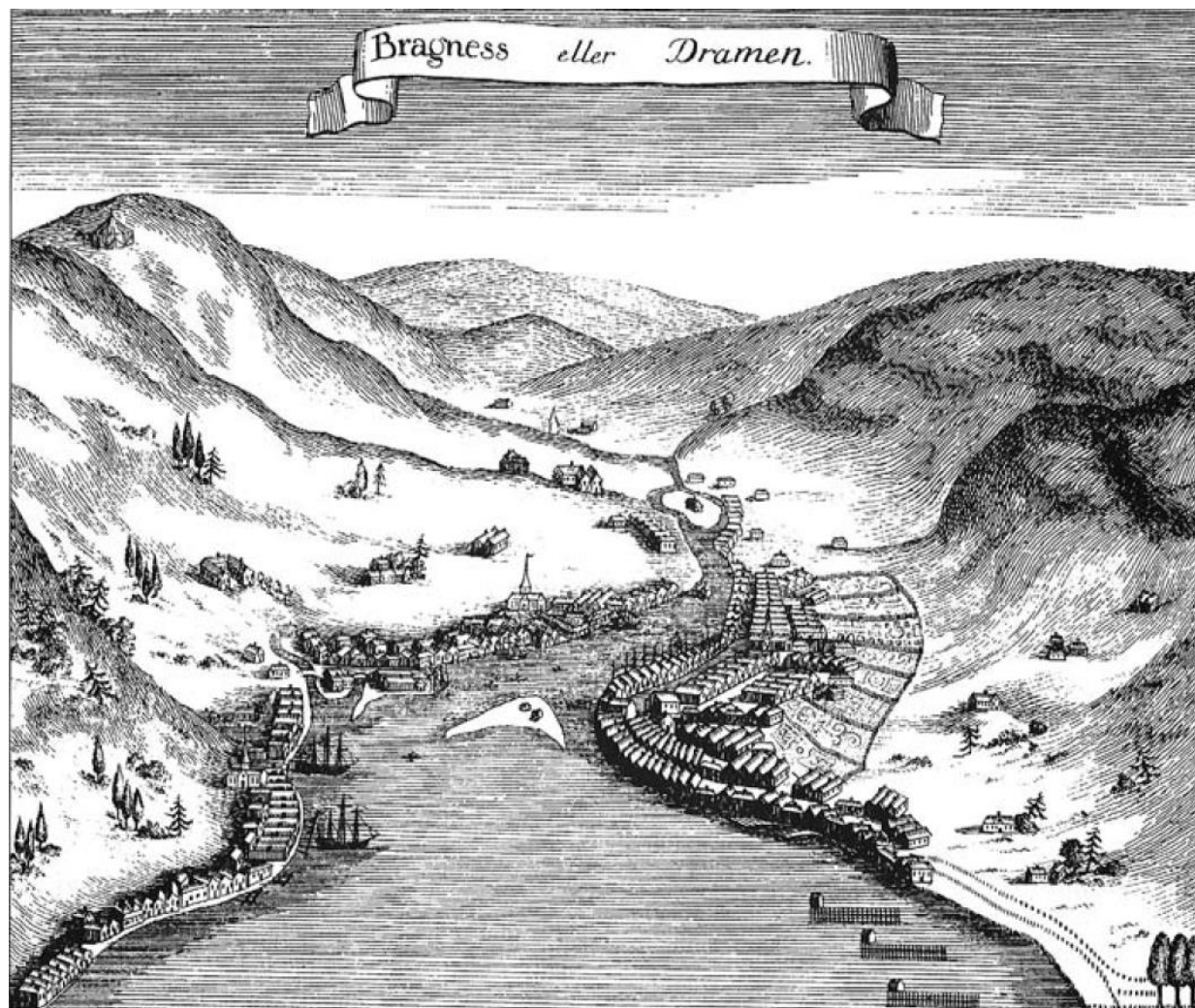
Figur 15 Kulturminneregistrering Jo. Sællæg: Med jernbanebro - sentrumsplanen, Drammen kommune



Figur 16 Jernbanebroen over Strømsø-løpet svinger for å åpne for båt-trafikk

4 Holmen og omland – influensområder

Holmen ligger midt i elven mot fjorden og utgjør i dag Drammens sjøfront. Med sin sentrale beliggenhet influerer tiltak på Holmen også på områdene Brakerøya og Tangen.



Figur 17 Drammen sett fra sør. Til venstre bebyggelsen på Kobbervik med Tangen kirke, i midten Strømsø med kirke, til høyre Bragernes med kirken i utkanten av bebyggelsen i nord. Illustrasjon til Erich Pontoppidan: Det første Forsøg paa Norges naturlige Historie, 1752-53

4.1 Drammens sjøfront

Drammens sjøfront bestod fra 1600-tallet av Tangen/Strømsø, Holmen og Bragernes. Holmen var en øy i elvelandskapet – og skutene seilte inn fjorden og inn i elvelandskapet.

Sjøfronten har endret seg betydelig siste 400 år, med størst endring da jernbane og motorvei avsondret elven fra fjorden.

Ved at Holmen har utviklet seg til et stadig større industrilandskap på yttersiden av E18 og jernbanen, har avstanden mellom Drammen sentrum og fjorden økt. Satsning på elveby har rettet fokus på forbedring av elvas potensial som rekreasjonsområde og park langs elvebredden, mens sjøfronten består i dag av et flatt industrilandskap med lagerbygninger, silo og kraner, med siluetten av E18 og jernbane over Holmen.

Verdi: Sjøfronten er endret betydelig og kulturmiljøet som det fremstår i dag, har liten verdi.

4.2 Brakerøya

Brakerøya ligger nord for Bragernesløpet og har et teknisk-industrielt kulturmiljø.

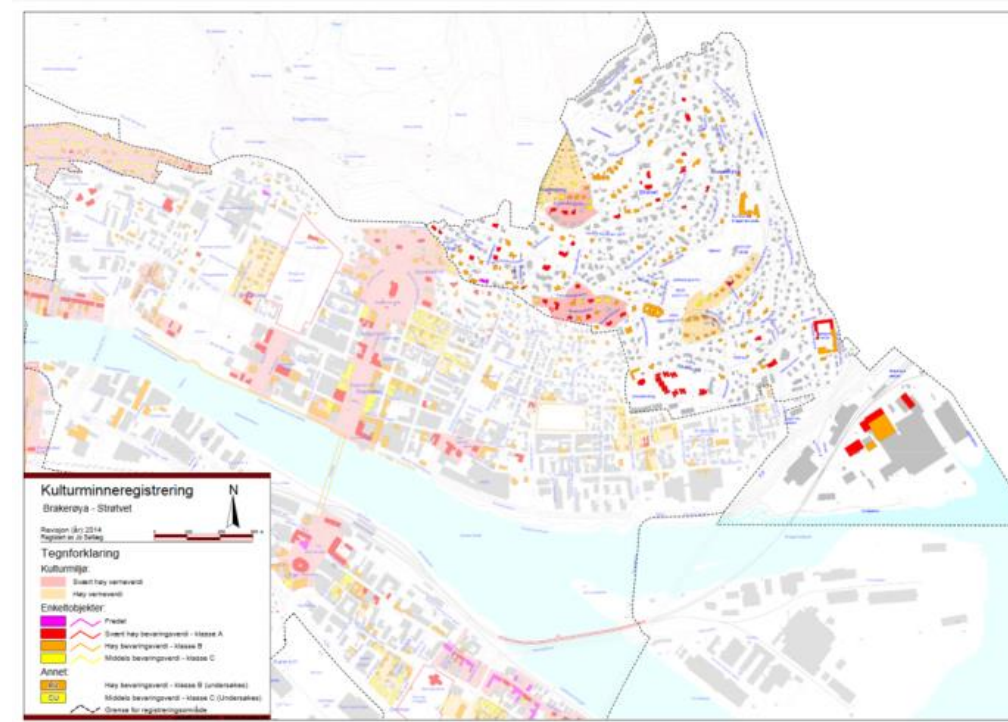
Området var i første omgang preget av utmarks/strandområde for gårdsbebyggelsen langs med Drammensfjorden og -elva. Etter bybrannen i 1866 begynte en utviklingstid preget av teknisk-industriell virksomhet og jernbanen i 1873 ga området grobunn for økende havneaktivitet og industriutvikling – med etablering av Drammens Elektriske Bureau (1899) og A/S National Industri (1916). Området har en utviklingshistorie i norsk kraftindustri med ekspansiv utbygging av industribygninger siste hundre år. Området har i dag et industripreg, med industribygninger i tegl fra 1912 til haller fra 1960- og -70-tallet.

Kulturminnene er registrert i egen plan i Drammen kommune– Brakerøya/Toppenhaug/Strøtvet. Verdi av kulturmiljøet er konsekvensutredet av NIKU i oppdragsrapport 70/2015.

Verdi: Området består av flere delområder. Samlet vurdering av kulturmiljøet er gitt middels til stor verdi.



Figur 18 Kulturmiljø, delmiljø1 (NIKUs rapport). «Maskinhallen» fra 1912, foto:NIKU



Figur 19 Kulturminneregistrering for område Brakerøya-Strøtvet v/Jo Sælleg 2014, Drammen kommune

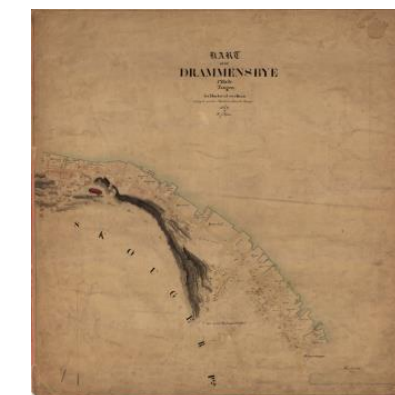
4.3 Tangen



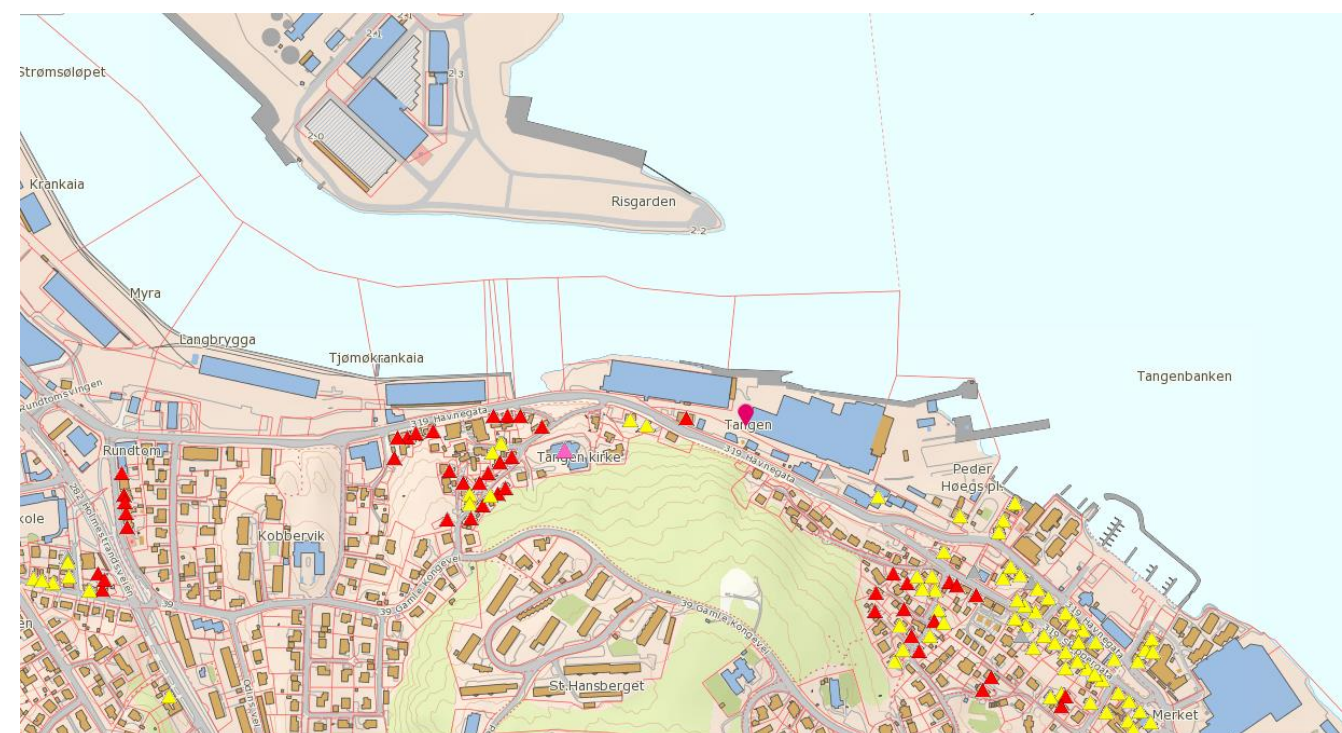
Figur 20 Tangen til venstre i elveløpet – Kilde: Fargeakvatint av John William Edy, ca.1817 Bildet eies av NMK billedkunst

Tangen ligger sydøst for Holmen, der Strømsø-løpet runder ut i fjorden. Tangen hadde sitt utgangspunkt i skipsbygging, handel og sjøfart – og Tangens historie går tilbake til 1500-tallet. Tangen fikk sin første kirke i 1769. Den gamle kirken ble revet til fordel for den større Tangen kirke som ble ferdigstilt i 1854. På Tangen-området har den gamle virksomheten rundt sjøfart for det meste blitt erstattet med nyere, mindre virksomheter. Lokalene til Drammen Glassverk og ærverdige Drammen jernstøperi benyttes også til andre formål i dag. Tangen består av bebyggelse med flere SEFRAK-registrerte bygninger, registrert på miljøstatus.no, Askeladden og Drammen kommunes egen kulturminneplan – Tangen/Åskollen.

Verdi: Tangen ble utviklet som en egen bystruktur og utgjør i dag en egen bydel i Drammen. Samlet kan Tangen vurderes som et fragmentert kulturmiljø i lys av endringer og utvikling langs fjorden, men framstår like fullt som en lesbar bydannelse med kirke, boliger og kystrettet næringsvirksomhet. Deler av Tangen framstår som godt bevarte kulturmiljøer (Kirkebakken, Skomakergata, Skippergata) som er gitt høy verdi (vernestatus B) i Drammen kommunes registrering. Flere av bygningene er merket av i kommunens registrering og er gitt middels verdi (vernekategori C). Tangen er lesbart som kulturmiljø og er representativ for epoken, men ikke lenger vanlig. Samlet vurderes kulturmiljøet på Tangen å ha middels verdi, men med delområder som har stor verdi.



Figur 21 Et kobberstikk over Buskerud fra 1784 Kilde: kartverket (til venstre) Kart over Tungen 1850, Kilde: Historiske kart Drammen kommune (til høyre)



Figur 22 Tungen – SEFRAK-registrerte bygninger sees som rød og gule trekkanter. Kilde: miljøstatus.no



Figur 23 Delområde Skomakergata – kulturmiljø med kontakt med fjord og vannspeil



Figur 24 Kulturminneregistrering Jo Sællæg: Tangen/Åskollen - www.drammen.kommune.no/kulturminneregistrering

5 Beskrivelse av tiltaket på Holmen

Planforslaget legger til rette for utfylling i sjø, bygging av nye kaier, bygging av nye terminalbygg og nye parkeringshus på Holmen. Planen skal regulere grunnlaget for landskapsmessige arbeider, visuell skjerming av havneområder og estetisk utforming av nye tiltak på Holmen. I tillegg skal det legges til rette for videreutvikling av eksisterende bygninger og virksomheter. Planen er beskrevet gjennom følgende utviklingstrinn – trinn 0 alt og trinn maksimal utfylling.

Utfyllings trinn 0 Alt.(figur 25) viser utfylling av bukt mot øst, etablering av ny gate, ny sporvifte fra Jernbaneverket med 7 spor (JBVs reguleringsplan) og område for billagring. 0-alternativet viser utfylling med grøntsoner/tømmerskjerm mot Tangen og grøntsoner mot Brakerøya.



Figur 25 Ufyllingstrinn 0 Alt



Figur 26 Utviklingstrinn maksimal utfylling

Utfyllingstrinn maksimal utfylling (figur 26) viser utfylling 350 meter ut i sjø mot øst. Ny kai bygges, «Statnettbygget» rives, terminalbygget utvides. Utfyllingen kan gi areal til næringsbygg, næringsbygg/logistikk-bygg, engineeringsvirksomhet med mer. Hensikten med grøntsonene/tømmerskjerm er å etablere overgangs-soner/rammer for Drammen Havn i forhold til Brakerøya og Tangen-området.

6 Omfang og konsekvensvurdering

Tiltakets omfang og konsekvens vurderes i forhold til utviklingstrinn maksimal utfylling. Holmen vil øke betydelig i areal i siste utbyggingstrinn– og dette får virkning for influensområdene.

6.1 Holmen

Det er få fysiske kulturminner på Holmen bortsett fra jernbanebroen fra 1930. At Holmen øker i areal, får liten innvirkning på kulturmiljøet på Holmen.

Verdi: Verdien av kulturmiljøet vurderes til å ha ingen/liten verdi.

Omfang: Omfanget av tiltaket vurderes til middels negativt.

Konsekvens: Konsekvensen av tiltaket vurderes til ubetydelig(0).

6.2 Drammens sjøfront.

Holmen og motorvei har allerede avsondret sentrum fra fjorden. En ytterligere utbygging påvirker sjøfronten/kulturmiljøet i mindre grad. Drammens sjøfront som samlet kulturmiljø vurderes til å ha liten verdi.

Verdi: Verdien av kulturmiljøet vurderes til å ha liten verdi

Omfang: Omfanget av tiltaket vurderes til middels negativt.

Konsekvens: Konsekvens av tiltaket vurderes til middels negativ konsekvens.

6.3 Brakerøya

Kulturmiljøet på Brakerøya har et bygningsmiljø av teknisk-industriell verdi. (Ref. konsekvensutredning tema kulturmiljø, NIKU oppdragsrapport 70/2015.)

Verdi: Samlet gis kulturmiljøet på Brakerøya middels til stor verdi.

Omfang: Kulturmiljøet på Brakerøya er i dag lite sjøvendt og man har heller ikke en sterk visuell tilknytning til sjøen, noe som gjør at omfanget av tiltaket vurderes som lite til middels negativt.

Konsekvens: Konsekvens for tiltaket er liten negativ konsekvens

6.4 Tangen

Tangen har oppstått som et sted på grunn av sin tilhørighet til fjorden med skipsbygging, handel og sjøfart og denne tilknytningen til kysten og vannet utgjør en sentral del av hvordan kulturmiljøet oppleves i dag tross endringer langs selve kystlinjen og i fjorden. Tidligere utfyllinger av Holmen har bidratt til at den visuelle kontakten med fjorden er endret og dermed har forringet opplevelsen av fjorden som en sentral del av Tangens kulturmiljø. Dette gjelder i første rekke området rundt kirken, mens Skomakergata og Skippergata er mindre berørt av disse endringene. Masterplanens trinn 5 med maksimal utbygging/utfylling av Holmen vil først og fremst påvirke området rundt Skomakergata der den visuelle tilknytningen til fjorden vil bli betydelig endret ved utfyllingen. Skippergata ligger lavere og har ikke samme visuelle kontakt og orientering mot vannet. Tangen vil fortsatt være lesbart som kulturmiljø ved at bebyggelse og sammenhenger på land opprettholdes, men den kulturhistoriske konteksten endres for deler av Tangen når Holmen øker i areal. Tiltaket vil svekke kulturmiljøets relasjon til vannet.

Verdi: Middels

Omfang: Omfanget vurderes til middels-stort negativt.

Konsekvens: Konsekvensgrad vurderes til middels negativ for Tangen som helhet, men med stor negativ konsekvens for delområde Skomakergata.

7 Oppsummering

Utvidelsen av Holmen med ny bebyggelse får liten betydning i forhold til Holmens kulturmiljø når det gjelder dagens situasjon. Influensområdet kulturmiljø Drammen sjøfront er allerede svekket ved at E18 og utbygging av Holmen avsondrer Drammen fra sjøfronten. Brakerøya har et lite aktivt forhold til sjøen i dag og kulturmiljøet påvirkes mindre av tiltaket. Kulturmiljøet på Tangen vil endres betydelig, ved at Holmen øker i utbredelse og størrelse. Tangen har et fysisk og visuelt viktig forhold til sjøen – og området vil svekkes ved at Holmen vokser seg ut i fjorden. Fra utsyn til et vannspeil og en refleksjon av fjorden, vil utsynet bli en utbygget industri-flate. Dette vil svekke Tangen som kulturmiljø, der blant annet Tangen kirke og det SEFRAK-registrerte boligmiljø utgjør et helhetlig kulturmiljø med utspring i områdets kulturhistoriske tilknytning til sjø.

8 Avbøtende og kompenserende tiltak

Med avbøtende tiltak menes justeringer som begrenser tiltakets negative virkninger, men de kan også ses som forslag for å kompensere for de negative konsekvensene ved alternative løsninger for kulturhistoriske verdier som går tapt.

Tiltaket på Holmen har størst negativ virkning for kulturmiljøet på Tangen. Masterplanen beskriver etablering av en tømmer skjerm og grøntsoner mot Tangen og Brakerøya. Hensikten er å etablere overgangssoner/rammer for Drammen havn i forhold til Brakerøya- og Tangen området. Tømmer skjermen henspeiler på den kulturhistoriske trelastindustri og kan, sammen med grøntsoner, bidra til å mildne den negative effekten av tiltaket på kulturmiljø Tangen.

9 Kilder

Lov om kulturminner (Kulturminneloven) LO-1978-06-09-50

Kommuneplanens arealdel 2014-2036, Drammen kommune

«Kommunedelplanen arealdel med bestemmelser» (vedtatt 05.10.15) Drammen kommune

«Reguleringsplan for Holmen/Drammen havn», forslagstiller Drammen havn, 26.11.2015

«Drammen Havn: Masterplan, reguleringsplan og delprosjekter», Drammen havn

«Konsekvensutredning for Drammen Havn, arkeologiske registreringer under vann i planområdet», Norsk Sjøfartsmuseum, desember 2000

«Arkeologisk rapport – arkeologisk registrering under vann for området – reguleringsplan Holmen», 06.09.2016, Norsk Maritim Museum

«Konsekvensutredning tema kulturmiljø Nytt Vestre Viken Sykehus på Brakerøya», NIKU Oppdragsrapport 70/2015

«Kulturminneregistrering for område Brakerøya – Toppenhaug – Strøtvvet» Drammen kommune v/Jo Sælleg, 2014

«Kulturminneregistrering Tangen/Åskollen», Drammen kommune v/Jo Sælleg, 2014

«Kulturminneregistrering sentrum», Drammen kommune v/Jo Sælleg, rev. 2014

Kulturminner i Drammen havn sør, Jo Sælleg

Nasjonal transportplan 2014-2023, regjeringen.no

Fjordbyen Drammen-Lier, <http://fjordbyenlierdrammen.no/>

Strategisk næringsplan for Drammen 2012-2020, Drammen kommune

«Strategisk plattform med Masterplan for planlegging og realisering av Fjordbyen», Lier kommune og Drammen kommune, 2014

Drammen – by i utvikling gjennom 400 år, hovedforfatter Jo Sælleg, Brakar AS, desember 2010

Konsekvensanalyser, veiledning håndbok V712, Statens vegvesen 2014 versjon 1.1.

<http://www.miljostatus.no/>

Norsk institutt for kulturminneforskning er et uavhengig forsknings- og kompetansemiljø med kunnskap om norske og internasjonale kulturminner.

Instituttet driver forskning og oppdragsvirksomhet for offentlig forvaltning og private aktører på felter som by- og landskapsplanlegging, arkeologi, konservering og bygningsvern.

Våre ansatte er konservatorer, arkeologer, arkitekter, ingeniører, geografer, etnologer, samfunnsvitere, kunsthistorikere, forskere og rådgivere med spesiell kompetanse på kulturarv og kulturminner.

www.niku.no

NIKU Oppdragsrapport 79/2016

NIKU hovedkontor
Storgata 2
Postboks 736 Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00

NIKU Tønsberg
Farmannsveien 30
3111 TØNSBERG
Telefon: 934 66 230

NIKU Bergen
Dreggsallmenningen 3
Postboks 4112 Sandviken
5835 BERGEN
Telefon: 922 89 252

NIKU Trondheim
Kjøpmannsgata 25
7013 TRONDHEIM
Telefon: 922 66 779 /
405 50 126

NIKU Tromsø
Framsenteret
Hjalmar Johansens gt. 14
9296 TROMSØ
Telefon: 77 75 04 00

RAPPORT

Områderegulering for Holmen

Flom og flodbølge, havnivåstigning, stormflo og strømning

FORELØPIG

OPPDRAGSGIVER

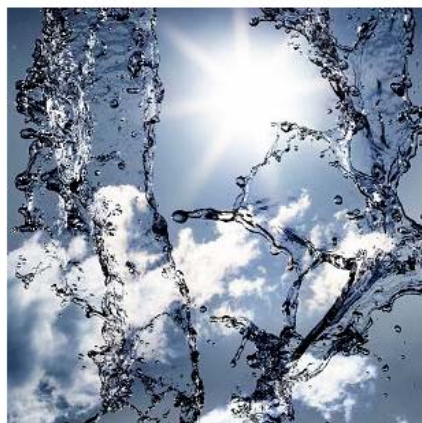
Drammen Havn

EMNE

Flom og flodbølge, havnivåstigning, stormflo og strømning

DATO / REVISJON: 21. oktober 2016 / 04

DOKUMENTKODE: 814203 -RiVass-RAP-002



Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Områderegulering for Holmen	DOKUMENTKODE	814203 -RiVass-RAP-001
EMNE	Flom og flodbølge, havnivåstigning, stormflo og strømning	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Drammen Havn	OPPDRAGSLEDER	Arnfinn Schjølberg
KONTAKTPERSON	Jarle Hansen	UTARBEIDET AV	Jean-Pierre Bramslev
KOORDINATER	SONE: XXX ØST: XXXX NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	1087 Oslo Hydrologi
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Drammen		

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
4	21/10/16	Revisjon ihht kommentarer på workshop 14/09-16.	JPB	CT	CT
3	08/09/16	Ny revisjon m geotekniske vurderinger av rasfare	JPB, GV	CT	CT
2	30/06/16	Revidert versjon	JPB, NA	OYP	CT
1	20/04/16	Første versjon.	JPB, FIG	AGB, OYP	-

SAMMENDRAG

Multiconsult har undersøkt utfyllingens konsekvenser for strømningsforholdene omkring Holmen. Verktøyet for denne undersøkelsen har vært en 2-dimensjonal simuleringsmodell (mike21) basert på topografiske data for elve- og fjordbunn samt data for elvevannføring og fjordvannstandens variasjon. Hovedresultatene er sammenfattet her under:

- Den største økningen av strømfart skjer i den nåværende elvemunningen, som vil lukkes inne i Strømsløpets forlengelse. Økningen ligger typisk rundt 0,1 m/s (max. 0,2 m/s midt i løpet der hastighetene er størst).
- I kontrollpunktene i fjorden i større avstand fra Holmen påvises det stort sett kun ubetydelige endringer av strømningsmønsteret.
- På støttestillingen, øst for den kommende utfyllingen, er det en tydelig endring av strømmingens fart og retning, men ikke dramatisk og endringen vurderes å være uproblematisk.
- Basert på beregnet strømfart og påviste kornstørrelser konkluderes at erosjonen ikke kan bli så omfattende at den undergraver elvebredden i tilstrekkelig omfang til i seg selv å utløse noen utglidninger i strandsonen. Etter en tids graving vil elvevannet vaske fram en naturlig «erosjonsbeskyttelse» av mellomgrov sand. Ingen av prøveseriene som er tatt opp i elvebunnen viser svært dårlige grunnforhold eller kvikkleire. De foreliggende data utelukker at det kan oppstå store ras.
- En moderat omforming av fyllingens sørlige avgrensning vil ha en gunstig effekt med hensyn til å redusere strømfarten nær områdene med størst økning.
- Usikkerheten mht. hvor langt saltvannskilen i Drammenselva presses ut under flom gjør at det er vanskelig å avgjøre hvilken av de to simuleringene (dybdeintegrert eller ferskvannslaget isolert) som er mest realistisk under flom, særlig i elvemunningen. Ferskvannssimuleringen er tillagt størst vekt i analysen, ut fra en «føre var» betraktning; denne gir større strømfart pga mindre strømningsareal.
- Den nåværende sonen med sedimentasjon vil i en overgangsperiode kunne resuspenderes pga. økt strømfart og sedimenteres utenfor den kommende elvemunningen. Utfyllingen vil altså på lengre sikt flytte sedimenteringsområdet lengre ut mot fjorden enn det er i dag
- På basis av eksisterende kjennskap til forurensede sedimenter i det påvirkede området, vurderes utfyllingen å være av liten betydning for miljøtilstanden av Indre Drammensfjord.
- Vurderingen av flom, flodbølge og havnivåstigning konkluderer med at statisk 200-års vannstand er NN2000 291 cm, mens kortvarige bølgesprut kan komme opp i ca. NN2000 600 cm.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	8
2	Metodikk	10
2.1	Verktøy	10
2.2	Forutsetninger og begrensninger	10
2.3	Datakilder	10
2.4	Valgte simuleringsscenarioer	10
3	Bekrivelse av nåværende strømningsforhold	13
3.1	Vannføring Q = 300 m ³ /s i Drammenelva.	13
3.2	Vannføring Q = 1000 m ³ /s i Drammenelva.	17
4	Planforslaget	19
5	Strømningsmessige konsekvenser	21
5.1	Konsekvenser i modellområdet generelt	21
5.2	Konsekvenser representert ved kontrollpunkter i åpen fjord.	24
6	Simulering av ferskvannslaget	25
6.1	Konsekvenser – geografisk utbredelse	25
6.2	Konsekvenser - kontrollpunkter i fjord	29
6.3	Konsekvenser - kontrollpunkter på støttefylling	31
6.4	Konsekvenser i forhold til rasfare på bredder.	33
7	Avbøtende tiltak	35
8	Geotekniske undersøkelser i Strømsløpet	38
8.1	Erosjon av løsmasser i elva	38
8.2	Stabilitet av elvebreddene	40
9	Diskusjon	41
9.1	Sammenligning med tidligere studier	41
9.2	Syntese	41
9.3	Konsekvenser mht sedimentasjon	42
9.4	Anleggsfasen	43
9.5	Mer detaljerte undersøkelser	43
9.6	Strømmålinger	43
10	Forurensede sedimenter	44
11	Andre temaer; flom, flodbølge og havnivåstigning	47
11.1	Estimater for landheving og havnivåstigning	47
11.2	Flodbølge i Drammensfjorden pga. ras	47
11.3	Flom i Drammenselva	47
11.4	Samlet påvirkning	48
11.5	Beregning av bølgepåvirkning	48
11.6	Konklusjon	49
12	Konklusjon	50
VEDLEGG 1	Utdrag fra tidligere undersøkelser	51
VEDLEGG 2	Tidsserier av strøm og retning	54
VEDLEGG 3	Korrelasjon av strøm / retning (dagens situasjon)	57
VEDLEGG 4	Korrelasjon av strøm / retning. Sammenligning av Utfylling med dagens situasjon	59
VEDLEGG 5	Utdrag fra Skrednett.no	62
VEDLEGG 6	Data fra grunnundersøkelser Kystfartsverket, Multiconsults oppdrag 814617	63

Figur 2-1 Observert vannstand 2012 ved Drammen (Kilde: Drammen Havn, ref /3/).

Figur 2-2 Batymetri (bunntopografi). Dagens situasjon.

Figur 3-1 Kontrollpunkter 1-6 fordelt i fjorden.

Figur 3-2 Øyeblikksbilde av strømningsmønsteret. Q=300 m³/s i Drammenselva, dybdemidlet. Pilene viser strømningsretning og pilens lengde viser strømfart. Strømfarten avspeiles også av fargene.

Figur 3-3 Som over, her zoomet inn på Drammenelvas utløp. Dybdemidlet.

- Figur 3-4 Middelstrømfart, $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenselva (januar). Dybdemidlet. Det lille bildet viser tilsvarende resultat for desember. Forskjellen er marginal.
- Figur 3-5 Midlere strømreretning, $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenselva (januar). Dybdemidlet.
- Figur 3-6 Middelstrømfart, $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenselva (januar). Dybdemidlet.
- Figur 3-7 Midlere strømreretning, $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenselva (januar). Dybdemidlet.
- Figur 4-1 Batymetri (bunntopografi) etter utfylling. Dybder ift. sjøkartnull.
- Figur 4-2 Endring av batymetri ift nåværende, dvs. heving av fjordbunn.
- Figur 5-1 Strømfart etter utfylling (middelverdi over 9 døgn). $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$. Nederst endring i strømfart i forhold til dagens situasjon. Dybdemidlet.
- Figur 5-2 Strømfart etter utfylling (middelverdi over 2 døgn). $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Nederst endring i strømfart i forhold til dagens situasjon. Dybdemidlet.
- Figur 6-1 Øverst: Strømfart før utfylling, $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ (simulering av ferskvannslaget). Nederst: Økning av strømfart ift dagens situasjon.
- Figur 6-2 Øverst: Strømfart før utfylling, $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (simulering av ferskvannslaget). Nederst: Økning av strømfart ift dagens situasjon.
- Figur 6-3 Strømfart og –retning i seks kontrollpunkter i fjorden, $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (simulering av ferskvannslaget) Øverst: dagens situasjon Nederst: Etter utfylling.
- Figur 6-4 Strømfart og –retning i 5 kontrollpunkter på fyllingen, $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (simulering av ferskvannslaget) Øverst: dagens situasjon Nederst: Etter utfylling.
- Figur 6-5 Detaljert bilde av strømfart nær Tangen. Tidligere rassted vist med pil. Øverst: dagens situasjon. Nederst: etter utfylling.
- Figur 6-6 Detaljert bilde av økning av strømfart etter utfylling. Tidligere rassted vist med pil.
- Figur 7-1 Avbøtende tiltak A og B: alternative utforminger av fyllingen.
- Figur 7-2 Økning i strømfart etter utfylling MED avbøtende tiltak. Øverst alternativ fylling A. Nederst alternativ fylling B.
- Figur 9-1 Strømfart og retning i 6 kontrollpunkter i fjorden. Dagens situasjon. Simulering for ferskvannslaget.
- Figur 10-1 Rød sirkel viser et område i Bragernesløpet hvor det muligens blir økt erosjon ved videre utfylling på Holmen.
- Figur 10-2 Rød sirkel viser et delområde i Strømsøsløpet hvor det muligens blir økt erosjon ved videre utfylling på Holmen.
- Figur V2-0-1 Tidsserieplot av strømfart i 6 utvalgte punkter i fjorden. $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Figur V2-0-2 Tidsserieplot av strømningsretning i 6 utvalgte punkter i fjorden. $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Figur V2-0-3 Tidsserieplot av strømfart i 6 utvalgte punkter i fjorden. $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Figur V2-0-4 Tidsserieplot av strømningsretning i 6 utvalgte punkter i fjorden. $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Figur V3-0-1 Strømfart som funksjon av strømreretning, 0-alternativet. Øverst: $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$, nederst $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$.
Bemerk forskjellen i y-aksen (4 ganger større for $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$)
- Figur V4-0-1 Strømfart og –retning i seks kontrollpunkter i fjorden. $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ Øverst: dagens situasjon, nederst: Etter utfylling.
- Figur V4-0-2 Strømfart og –retning i seks kontrollpunkter i fjorden. $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ Øverst: dagens situasjon, nederst: Etter utfylling. Bemerk at y-aksen omfatter et større intervall enn forrige figur (ca. 4 ganger større).

Referanser

1. NVE, *Flomberegning for Drammenselva*. Turid-Anne Drageset. 2001-8.
2. NVE. *Flomberegning for Lierelva*. Thomas Væringstad. 2007-8
3. Vannstandsdata på Drammen Havns hjemme side: <http://drammenhavn.no/index.php/web2015/vaeret>
4. Multiconsult AS: *Idéfase nytt sykehus Vestre Viken*. Utarbeidet for Hospitalitetet for Vestre Viken HF. Mars 2014
5. DNV/NGI. *Miljøovervåking av Indre Drammensfjord, Årsrapport 2010*. Utarbeidet for Fylkesmannen i Buskerud. 2011,
6. NGI: *Miljøovervåking Indre Drammensfjord. Sluttrapport fra overvåking av Drammensfjorden 2008-2011*. Mars 2012.
7. *Estimater av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner*. DSB, 2009.
8. *Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging*. DSB, 2011.
9. NVE. *Flomsonekart, Delprosjekt Drammen*. Siri Stokseth, Jostein Svegården. 2005-2
10. *Bølgepåvirkning på Brakerøya, Nytt Vestre Viken sykehus*. Multiconsult, 07/2015.
11. NGU: *Undersjøiske landformer og skredprosesser langs strandsonen i Drammensfjorden*. April 2011.

12. Drammen Kommune:

<https://www.drammen.kommune.no/Global/Enhetenes%20egne%20bilder/Kart%20og%20geodata%20bilder/Isolinjekart.jpg>

1 Innledning

Denne rapporten tar for seg ulike problemstillinger knyttet til vannforekomsten rundt Holmen, dvs. nedre Drammenselv og Drammensfjorden. Utredningen av strømningsmessige konsekvenser er den mest komplekse delen og er behandlet mest detaljert og følgelig fyller behandlingen av dette emnet det meste av rapporten, mens de øvrige spørsmålene er behandlet i avsnitt 9 og 10.

Det mest fremtredende del-formålet med utredningen er altså de strømningsmessige konsekvensene av Holmen-utfyllingen. Det er kun tatt i betraktning den siste og endelige etappen i utbygningen, dvs. den mest vidtgående utfyllingen, selv om det kan ta mange år før denne er aktuell.

Bakgrunnen for at det er stor fokus på strømningsmessige konsekvenser er primært at fjordavsnittet rett utenfor Holmen er av stor betydning for fisk. Dessuten har det forekommet en del tilfeller av ras nær elve/fjordbredden, slik at det har interesse om en evt. forandring av strømforholdene kan påvirke faren for ytterligere ras.

Under siteres fra Planprogrammet:

«2.5.3 Flom og flodbølge, havnivåstigning og stormflo

Definisjon av utredningstemaet:

Temaet flom og flodbølger, og faren for at planområdet blir oversvømt ved slike hendelser. Dagens strømninger i Drammenselva må sees på ved utfylling av Holmen.

Begrunnelse for utredningen og utfordringer:

Størstedelen av tomteområdet ligger i dag rundt 2 meter over normalvannstanden i Drammensfjorden. Noe av området ligger så lavt at det er flomutsatt ved store flommer, ekstrem springflo og flodbølge. Dagens maksimale stormflo er beregnet til kote 1,79, mens den for år 2100 med havnivåstigning er beregnet til 2,08.

Norges energi- og vassdragsdirektorat (NVE) har publisert prognose for forventet havnivåstigning. I dette området er netto stigning beregnet til 21 cm, korrigert for landhevning i samme periode.

Dimensjonerende flomvannstand – 200 års flom - baseres på flomsoneprosjektet for Drammen (NVE 2005).

Det skal gjennomføres en strømningsanalyse for å vurdere om dagens hovedstrømmer vil kunne endre hastighet og retning, og ev. om en konsentrasjon av hovedstrømmen vil kunne øke som en følge av at elveløpet forlenges på begge sider av Holmen.

Utredningens omfang og metode:

Det skal beregnes flomstigning i Drammenselva for 200-årsflom med NVEs modell. Havnivåstigningen skal ta utgangspunkt i Miljødirektoratets prognose. Beregnet stormflo skal ta utgangspunkt i historiske registreringer.

For å kunne analysere hvorvidt en utfylling av Holmen vil kunne påvirke strøm-, erosjon- og sedimenteringsforholdene skal det utarbeides *en 2D-modell* av Bragernesløpet, Strømsløpet og ned til Svelvikstrømmen. Dagens situasjon og framtidig situasjon med full utfylling skal vurderes.

Det skal gjøres rede for:

- Strømningsforhold
- Sedimentasjon
- Konsekvenser for forurensende sedimenter

Dersom man ser at det er behov for å utarbeide en mer detaljert analyse for å oppnå ønskede resultater, vil alternative løsninger blir vurdert, herunder blant annet endret utfyllingsform og/eller eventuelt mer detaljerte strømningsmodeller. Eventuelle avbøtende tiltak skal beskrives.»

2 Metodikk

2.1 Verktøy

Strømningsmodellering er utført med Mike21, en to-dimensjonal strømningsmodell utviklet av Danish Hydraulic Institute, DHI.

Modellverktøyet bygger på en batymetri, dvs. en beskrivelse av bunntopografien i form av en digital rutenettsmodell. Elvebunn/fjordbunn er oppdelt i kvadratiske celler, i dette tilfellet på 5m x 5m.

Modellens utstrekning i oppstrøms retning går et stykke opp i Drammenselven forbi Holmen. Grunnen til dette er at det ikke er kjennskap til fordelingen av vannføring i de to løpene rundt Holmen, mens bunntopografien er ganske godt beskrevet. Ved å ha oppstrøms grense et stykke oppstrøms forgreningen, vil modellen selv beregne fordelingen mellom løpene, basert på bunnforholdene.

En hydraulisk modell krever *grensebetingelser*, dvs. en definisjon av forholdene ved modellgrensene. Grensebetingelsene er normalt enten kjent vannføring eller vannstand, det være seg konstant eller varierende i tid og rom. Grensebetingelsene skal være upåvirket av simulerte inngrep.

Nedstrøms grense er lagt så langt fra Holmen (ca. 5 km) at det kan regnes som sikkert at forholdene på grensen ikke er påvirket av inngrepet. Nedstrøms grensebetingelse er satt til å være observert vannstandsvariasjon i Indre Drammensfjord. Denne måles av Drammen Havn rett ved Holmen.

Oppstrøms grensebetingelse er vannføringen i Drammenselven.

2.2 Forutsetninger og begrensninger

Utredningen angriper problemstillingen med en to-dimensjonal, dybde-integrert modell. Det vil si at en søyle fra overflate til bunn betraktes som en enhet med en gjennomsnittlig hastighet og strømningsretning. Man ser dermed bort fra strømningsmessige variasjoner i vertikal retning, herunder sjiktning/lagdeling med ferskvann oppå saltvann. I hvilken grad dette har betydning for resultatene vil bli diskutert senere.

Som et supplement er det utført et sett simuleringer for det øvre ferskvannslaget isolert. Dette er basert på en forenklet antagelse om at det stort sett ikke er bevegelse i det dypereliggende saltvannet, samt at tykkelsen av ferskvannslaget er kjent og noenlunde konstant. Dette er behandlet i Avsnitt 6.

2.3 Datakilder

Flomstørrelser er hentet fra NVEs flomrapporter, ref. /1/ og /2/. Tidevannsdata er hentet fra Drammen Havns egen hjemmeside for tidevannsdata, ref. /3/.

Batymetriske data (dvs. beskrivelsen av havbunnens topografi) stammer fra en tidligere utredning utført av Multiconsult i forbindelse med Vestre Viken Sykehus, ref. /4/. Dataene stammer opprinnelig fra en oppmåling utført av NGI.

2.4 Valgte simuleringsscenarioer

Når det gjelder oppstrøms grensebetingelse, altså tilstrømningen fra Drammenselva, er det valgt å simulere to ulike situasjoner. Den ene er normalvannføringen Q_N , som er gjennomsnittet av alle observerte vannføringer. Denne er tenkt som mest mulig representativ for «vanlige» forhold. Den andre situasjonen er en flomsituasjon, men ikke en ekstrem flom, siden dette vil forekomme så sjelden at ansees å ha liten interesse. Det er følgelig valgt å se på en såkalt middelflom, Q_M . Begrepet middelflom innebærer at man utregner gjennomsnittet av alle *årsflommer* (\bar{Q} : årets største

flomhendelse) over en lengre årrekke. Som tommelfingerregel vil en middelflom ha gjentakingsinterval rundt ca. 2,3 år, dvs. overskrides litt sjeldnere enn annet hvert år. Med andre ord avspeiler dette en flomsituasjon som «nesten» opptrer noen få døgn rundt annen hvert år. Simuleringen med flom betraktes som særlig interessant i forbindelse med problemstillingen med ras på bredden ut mot elv/fjord.

Det simuleres altså følgende to flomsituasjoner:

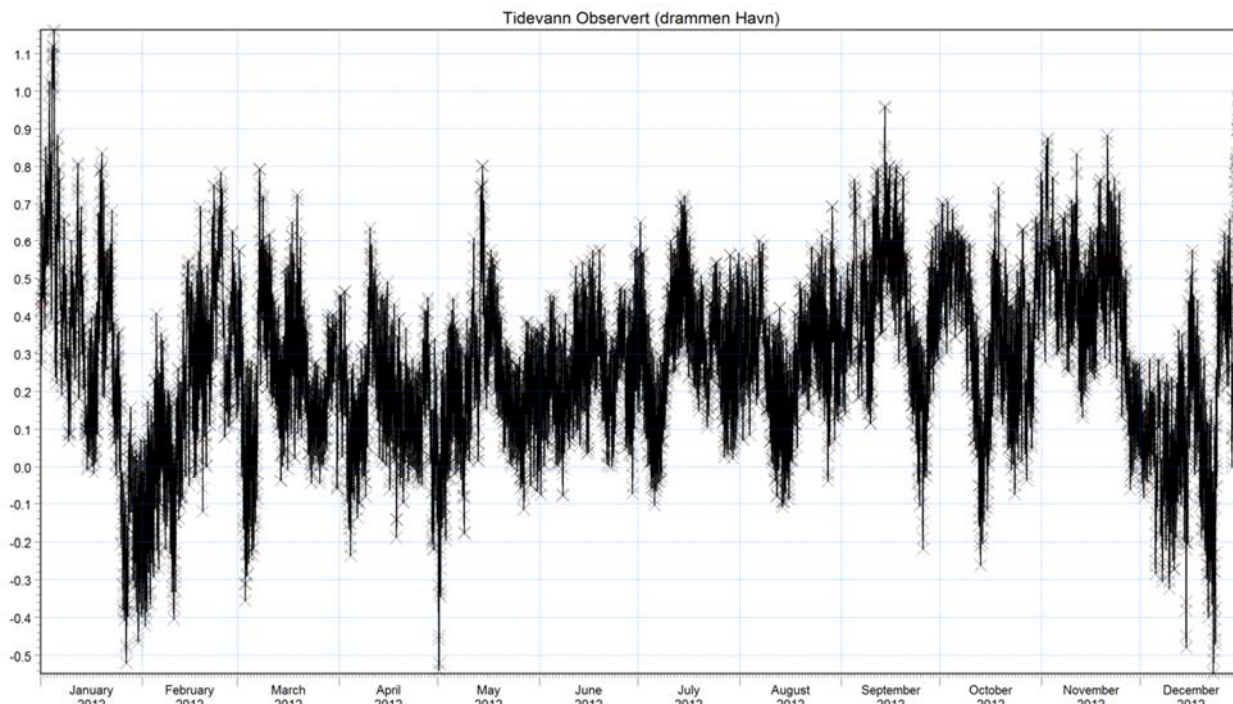
- Normalvannføring i Drammenselva = 300 m³/s, i Lierelva = 30 m³/s.
- Middelflom i Drammenselva = 1000 m³/s, i Lierelva = 100 m³/s.

For nedstrøms grensebetingelse som er tidevannsvariasjonen – eller rettere observert vannstand (som er resultat av tidevann kombinert med vær), er det valgt følgende perioder (se Figur 2-1);

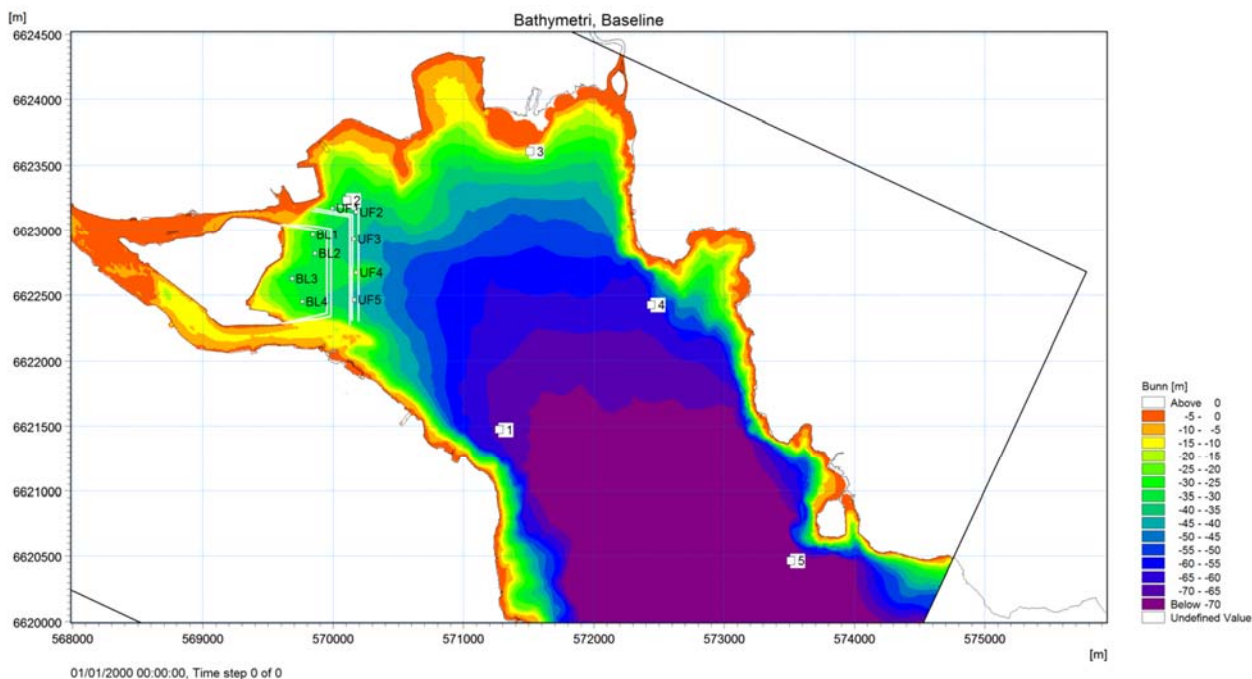
- Periode med forekomst av uvanlig høy vannstand: 01-10 januar 2012
- Periode med forekomst av uvanlig lav vannstand: 20-30 desember 2012.

Med to varianter av oppstrøms grensebetingelse og to varianter av nedstrøms grensebetingelse blir det altså fire kombinasjoner. Alle fire er simulert, men noen av kombinasjonene viste seg å adskille seg helt marginalt fra hverandre og vil derfor kun bli omtalt overfladisk.

Scenarier med normalvannføring $Q=300$ m³/s simulert kjørt i 9 døgn og scenarier med middelflom 1000 m³/s er simulert i to døgn. I begge tilfeller er simuleringen kjørt ett ekstra døgn for å eliminere «oppstart-effekter» fra de presenterte dataene.



Figur 2-1 Observert vannstand 2012 ved Drammen (Kilde: Drammen Havn, ref /3/).



Figur 2-2 Bathymetri (bunntopografi). Dagens situasjon.

3 Beskrivelse av nåværende strømningsforhold

3.1 Vannføring $Q = 300 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenelva.

Figur 3-2 og Figur 3-3 viser strømningsmønsteret som et øyeblikksbilde på et tilfeldig valgt tidspunkt. Strømningsretning vises av pilene og pilens lengde avspeiler strømfart ¹. Strømfart avspeiles i tillegg av fargeskalaen. Den fremtidige utfyllingens grenser er antydnet med hvite linjer. Ettersom et øyeblikksbilde ikke nødvendigvis er representativt presenteres i tillegg et kart av strømfart som gjennomsnitt over hele simuleringsperioden, Figur 3-4. De to figurene (Figur 3-2 og Figur 3-4) avviker faktisk lite fra hverandre, hvilket betyr at øyeblikksbildet altså er representativt.

Den kraftige rødfargen på Figur 3-4 viser størst strømfart – over 3 cm/s - i elveløpene og rundt en halv kilometer ut i fjorden fra Strømsløpet. Tilsvarende bilde ses ved utløpet fra Lierelva. I selve Drammenselven ligger hastighetene dog mye høyere, rundt 30 cm/s i Strømsløpet.

Fart under $0,2 \text{ cm/s}$ er «grået ut» på kartet. Langs fjordens østlige bredd er hastigheten betydelig mindre enn langs vestbredden; strømmen holder seg altså hovedsakelig langs vestbredden.

Figur 3-5 viser et kart av gjennomsnittlig strømningsretning. Se forklaringen i Tabell 1. I selve Drammenselven og i et stort område i fjorden, som går helt til motsatt bredd vises hovedsakelig strøm mot øst (blå). Ca. 2 km ned i fjorden har retningen snudd til mer sørlig (grønn). I den nordligste del av fjorden er det en skarp overgang fra østlig strøm (blå) til mer eller mindre vestlig strøm (gul). Dette indikerer en *sirkulasjonsstrøm* eller bakevje nord for skillelinjen. Hastighetskartet viser at hastighetene er svært små i dette området, og især i selve skillelinjen mellom strømreringene. Sirkulasjonsstrømmen medfører at ferskvannsstrømmen gjennom Bragernesløpet umiddelbart dreier mot sør i stedet for å fortsette rett frem, som det er tilfellet fra Strømsløpet. Bragernes-strømmen går altså gjennom det planlagte utfyllingsområdet.

Tabell 1 Forklaring til kart over strømningsretning

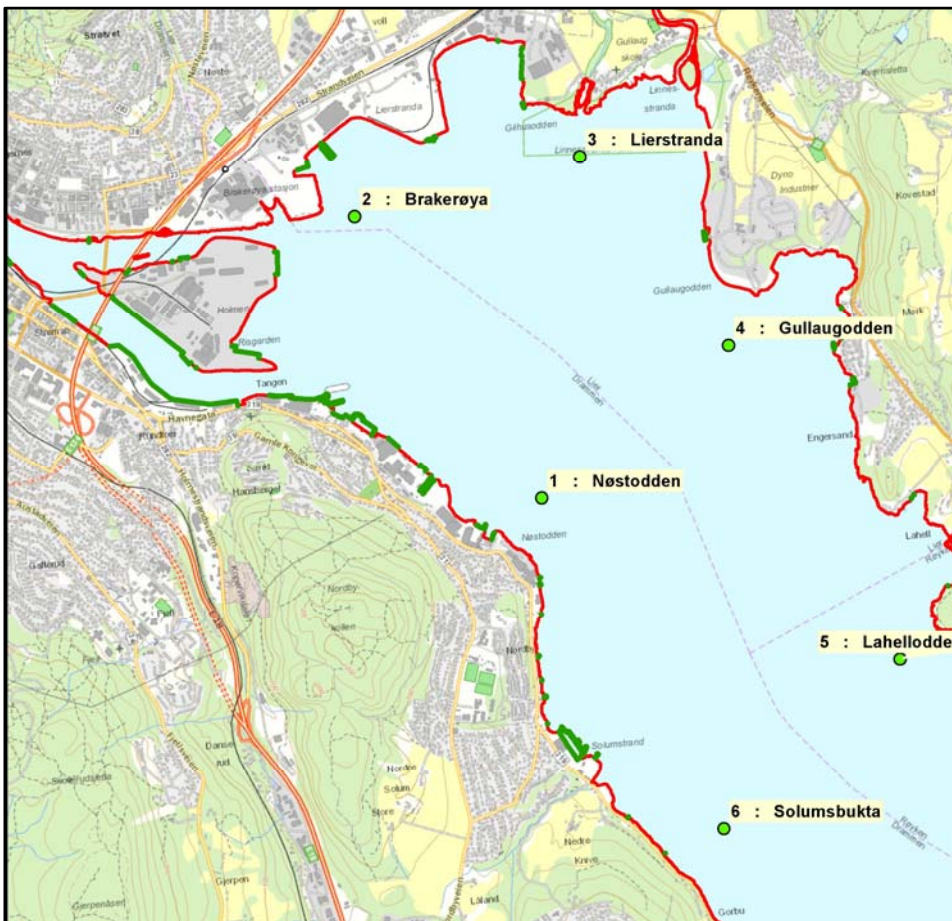
Farge	Grader	Himmelretning (strøm mot...)
Rød hhv. fiolett	0° og 360°	Nord
Gul	270°	Vest
Grønn	180°	Sør
Blå	90°	Øst

Ettersom et gjennomsnittsbilde gir begrenset informasjon, betraktes også strømfartens *tidsforløp* i utvalgte punkter. Det er utvalgt 6 punkter fordelt jevnt utover fjorden, punkt 1-6, se Figur 3-1. I Vedlegg 2 (Figur V2-0-1) viser figuren øverst strømfartens variasjon i de seks punktene over 9 dagers perioden. Bildet avspeiler først og fremst tidevannsvariasjonen og at man ser at farten (dybdemidlet) generelt ligger mellom null og en halv cm/s .

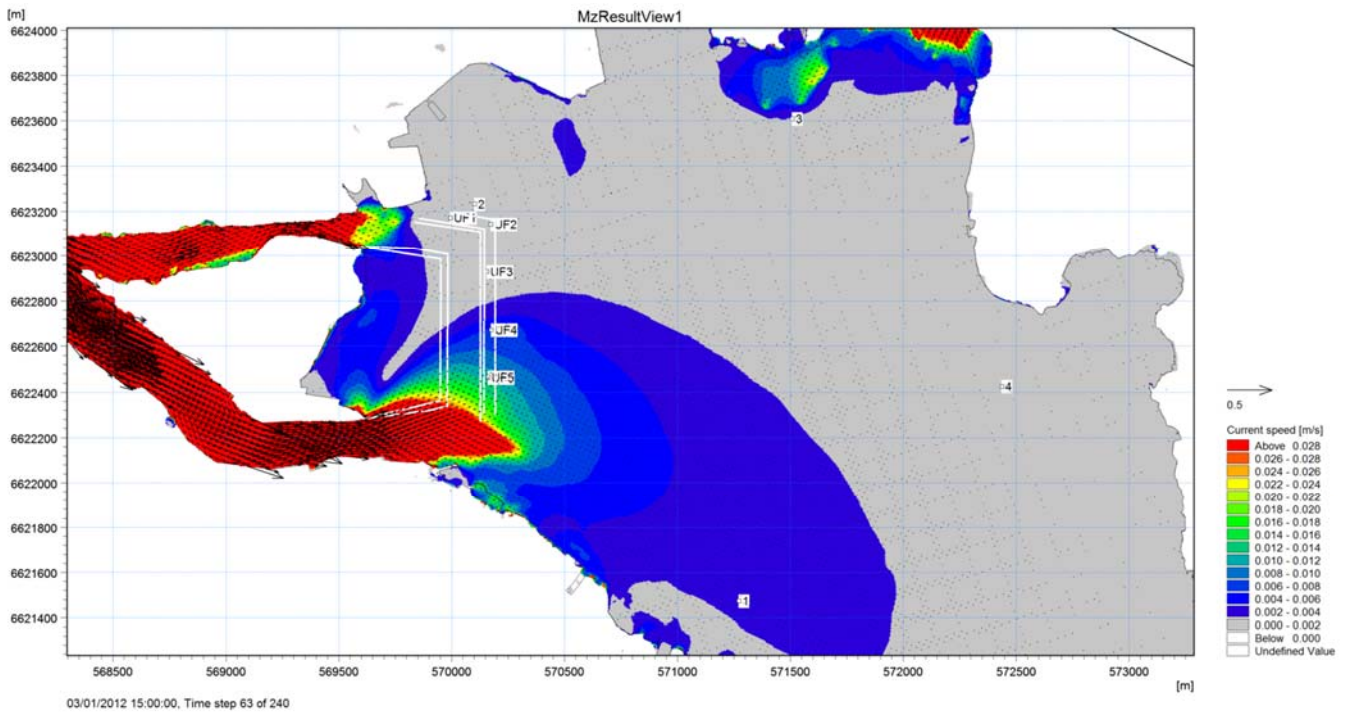
¹ **Definisjon:** I ethvert punkt beregnes til enhver tid en *hastighet*. Denne er en *vektor*, dvs. den har en størrelse og en retning. Vektorens *absolutte størrelse* kalles i det følgende *strømfart* eller evt. bare *fart*. *Retningen* uttrykkes som en vinkel ift nord og har enhet i grader. Positiv omløpsretning er medsols: 0° er altså strøm mot nord og 90° er strøm mot øst.

Den nederste figuren i Vedlegg 2 (Figur V2-0-2) viser et tilsvarende tidsserieplot av strømningsretningen i de seks punktene. Tidevannsvariasjonen influerer tydelig på flere av punktene, men for øvrig er bildet uoversiktlig.

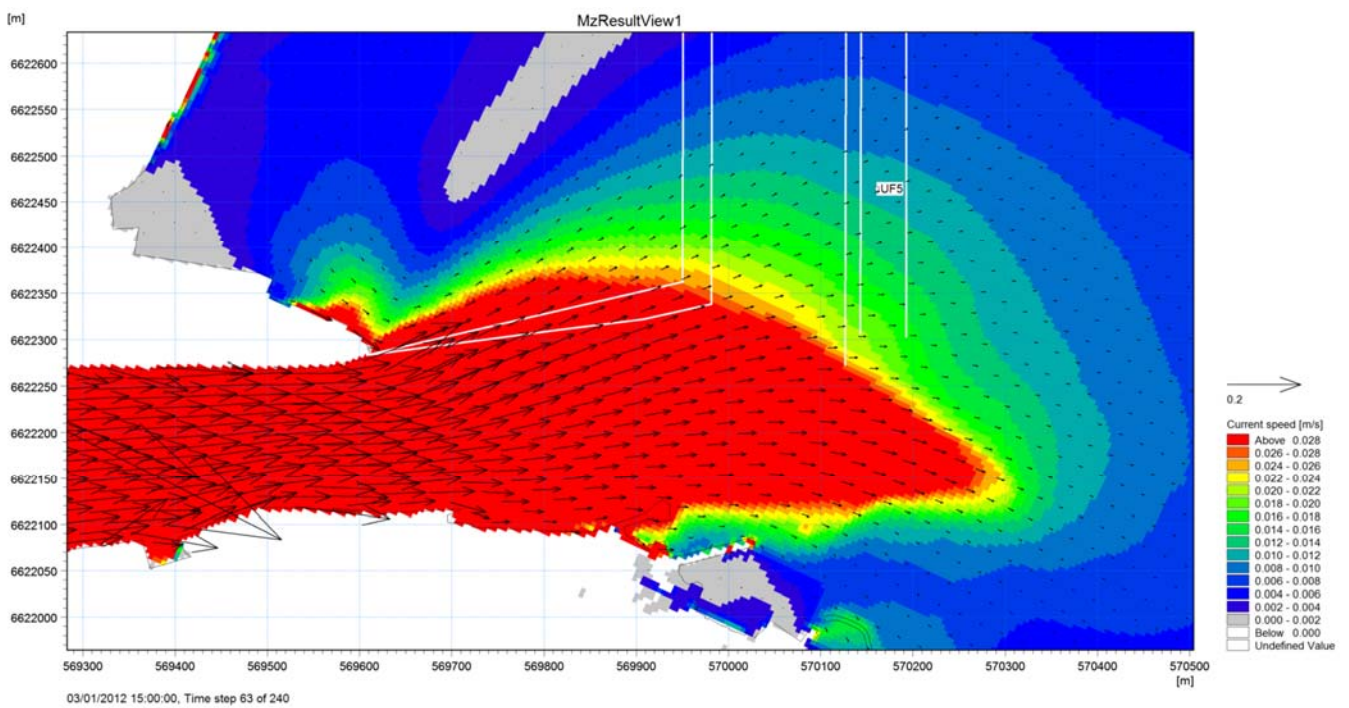
For å få et mer oversiktlig bilde, avbildes fart og retning i *samme* figur, men uten at tidspunktet fremgår eksplisitt. For $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ (januar) er dette presentert i Vedlegg 2, Figur V3-0-1 øverst. Hver prikk på figuren representerer et tidsrom på 1 time. Man ser en konsentrasjon av hendelser omkring retning 135° (= mot sørøst), altså retningen fra Holmen ut mot ytre fjord, og det er også her den største farten opptrer for punktene 1,4,5 og 6. For punkt 2 og 3 derimot ligger de fleste hendelsene i intervallet $180-270^\circ$ altså fra sydlig til vestlig strøm. Farten er mindre enn for de andre fire, men ligger ganske jevnt. Disse to punktene ligger i det nordlige området med sirkulasjonsstrømmen.



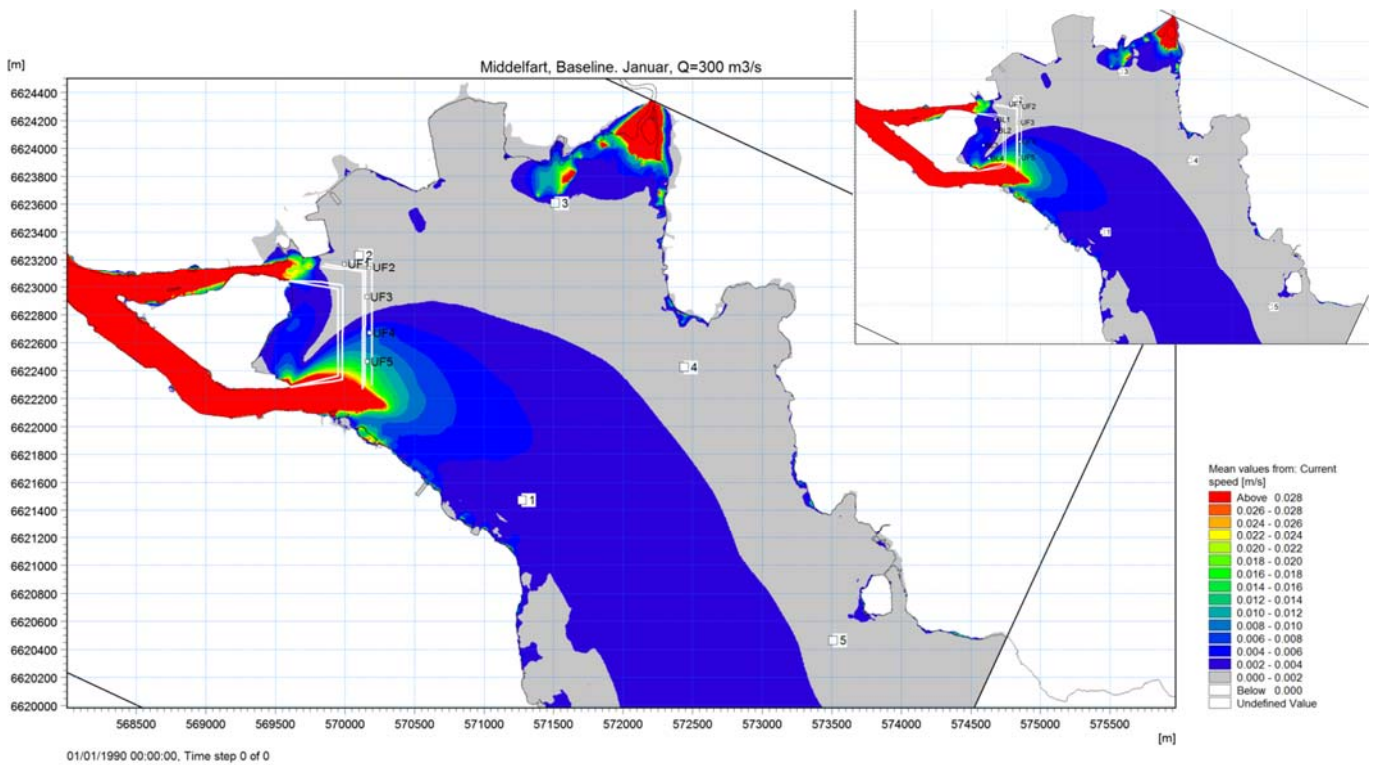
Figur 3-1 Kontrollpunkter 1-6 fordelt i fjorden.



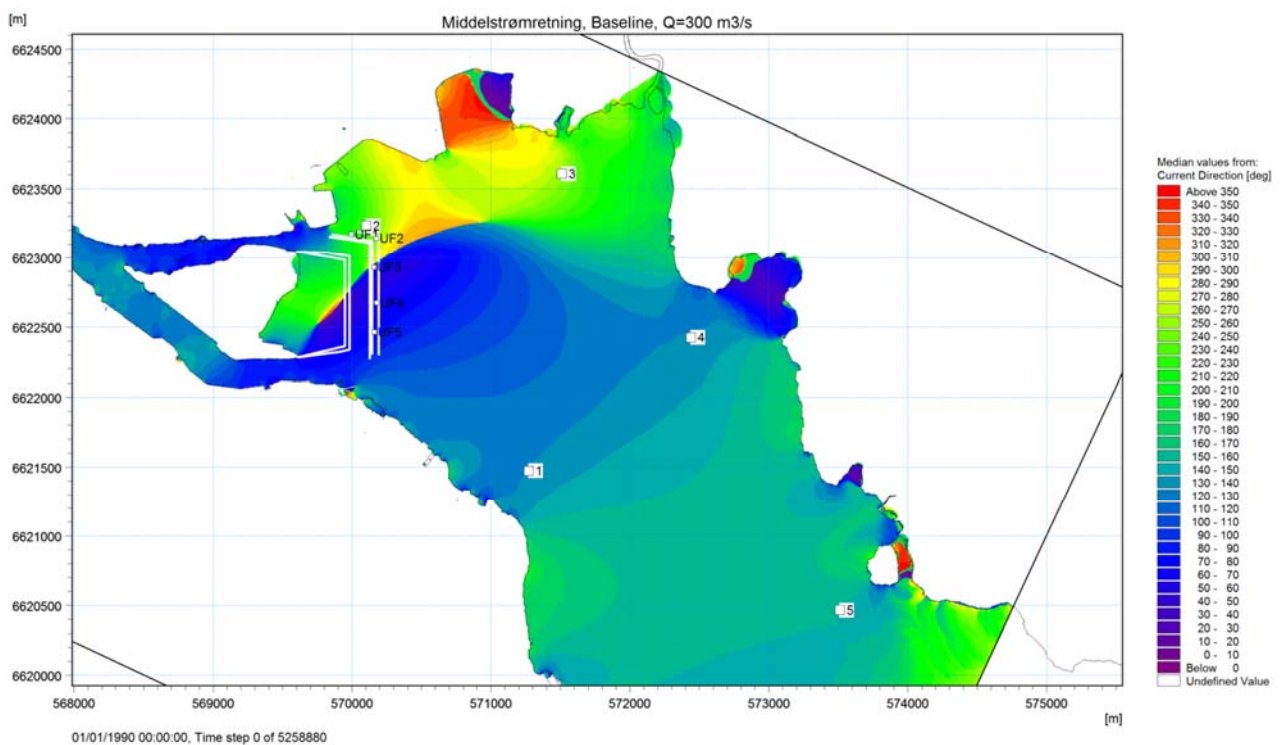
Figur 3-2 Øyeblikksbilde av strømningsmønsteret. $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenselva, dybdemidlet. Pilene viser strømningsretning og pilens lengde viser strømfart. Strømfarten avspeiles også av fargene.



Figur 3-3 Som over, her zoomet inn på Drammenelvas utløp. Dybdemidlet.



Figur 3-4 Middelfart, Q=300 m³/s i Drammenselva (januar). Dybdemidlet. Det lille bildet viser tilsvarende resultat for desember. Forskjellen er marginal.



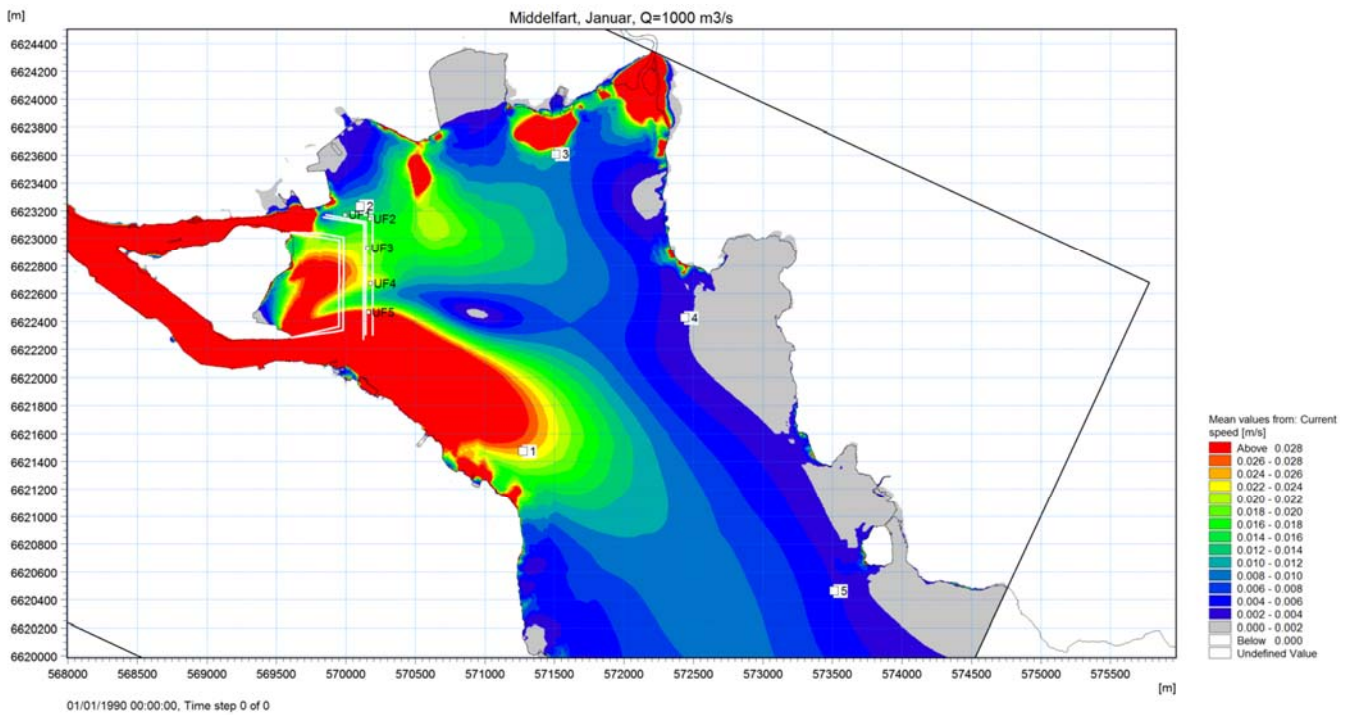
Figur 3-5 Midlere strømretning, Q=300 m³/s i Drammenselva (januar). Dybdemidlet.

3.2 Vannføring $Q = 1000 \text{ m}^3/\text{s}$ i Drammenelva.

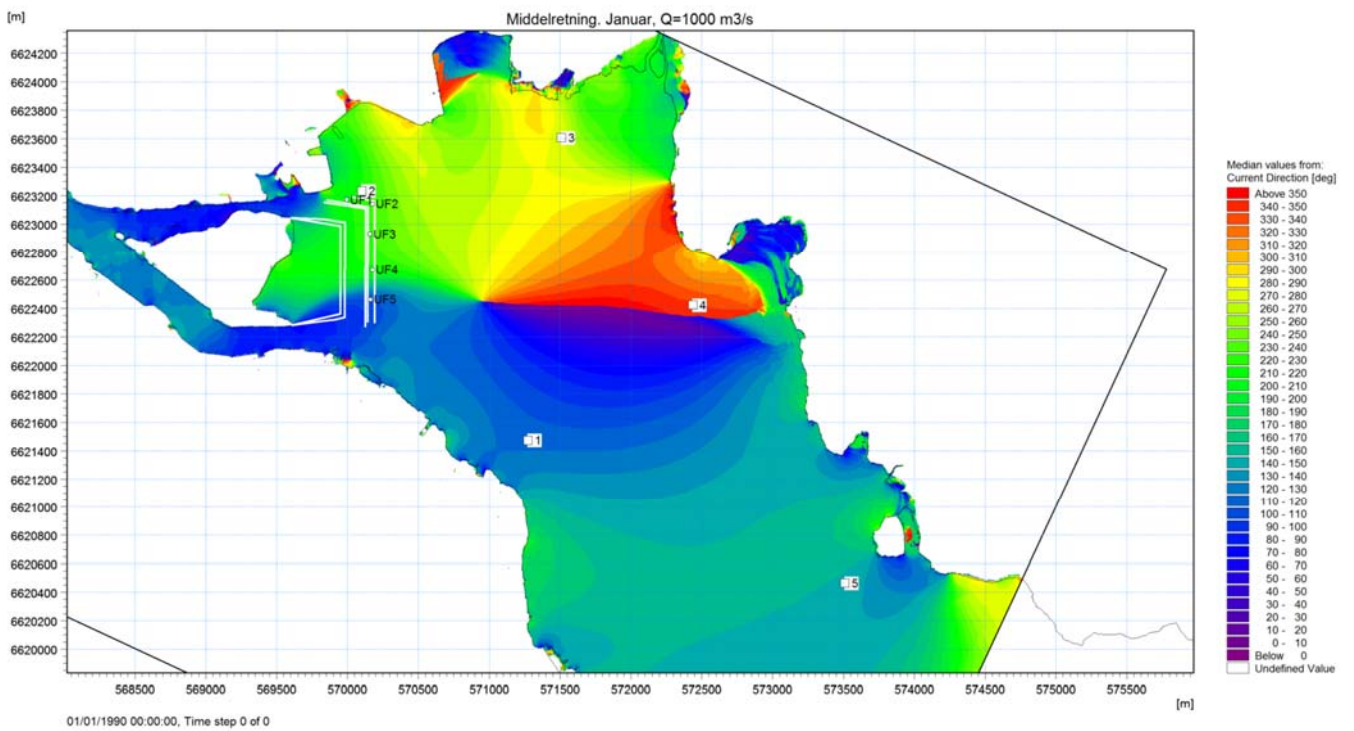
Figur 3-6 viser et kart over strømfart for $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Sonen med de høyeste fartsverdiene brer seg lenger ut i fjorden enn ved $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$. Rett vest for Holmen ses et tydelig «stagnasjonspunkt» med mye lavere strømfart enn nord og sør for dette. Strømrøtningene som er avbildet på Figur 3-7, viser at stagnasjonspunktet er sentrum for den omtalte sirkulasjonen, som her er enda mer utpreget enn ved $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$. Også ved flom ses at strømmen fra Bragernesløpet dreier mer sør og renner gjennom det planlagte utfyllingsområdet.

Figur V2-0-3 i Vedlegg 2 viser tidsserieplottet for $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ at fartens tidevannsfluktusjon (i forhold til fartens størrelse) er betydelig mindre enn for $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$, hvilket avspeiler at ferskvannsstrømningen er den helt dominerende drivende kraften under flom. For punktene 1-2-3 er farten betydelig høyere enn ved $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$.

Plottet som viser korrelasjon mellom fart og retning viser, sammenlignet med det tilsvarende korrelasjonsplot for $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$, en mye mindre variasjon både mht. fart og retning; hver punktssky er mye mer konsentrert enn for $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$.



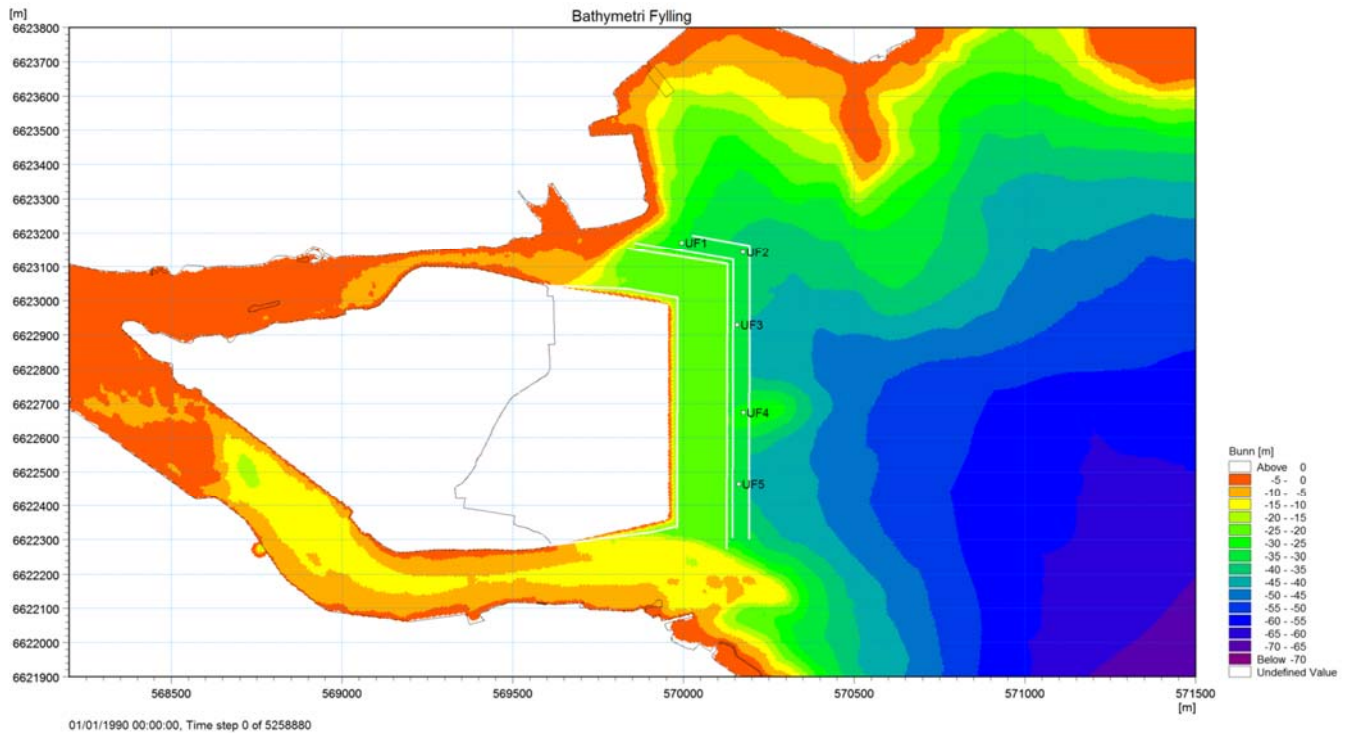
Figur 3-6 Middelfart, Q=1000 m³/s i Drømmenselva (januar). Dybdemidlet.



Figur 3-7 Midlere strømretning, Q=1000 m³/s i Drømmenselva (januar). Dybdemidlet.

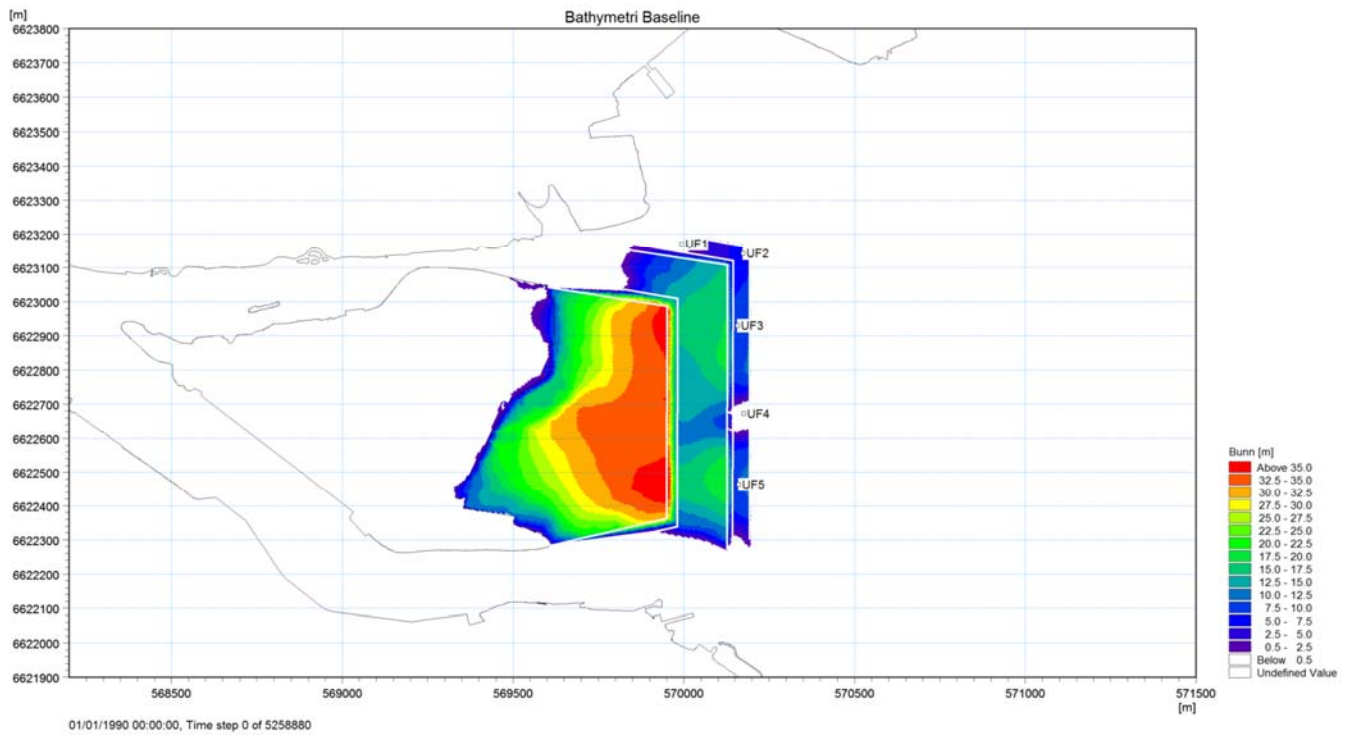
4 Planforslaget

Figur 4-1 under viser terrengmodell etter utfylling. Arealet som er hvitt på Figur 4-1 viser alt som er land etter endt utbygning. Det fargede arealet mellom de hvite linjene vil fortsatt være fjord, men bygges opp til to horisontale hyller som støttefyllinger. De to hyller vil ligge på 20 m dyp (bredest, lengst vest) hhv. 30 m dyp (smalest, lengst øst).



Figur 4-1 Bathymetri (buntopografi) etter utfylling. Dybder ift. sjøkartnull.

På Figur 4-2 er planlagt og eksisterende buntopografi trukket fra hverandre og viser differansen mellom nåværende og fremtidig bunn, altså hvor mye bunnen heves. Figuren viser at størst heving av bunnen er rundt 37 m (rødt), men dette blir tørt land og tallet har derfor ingen betydning ift modellering. På det som vil fortsatt vil være fjord er størst heving rundt 20 m.



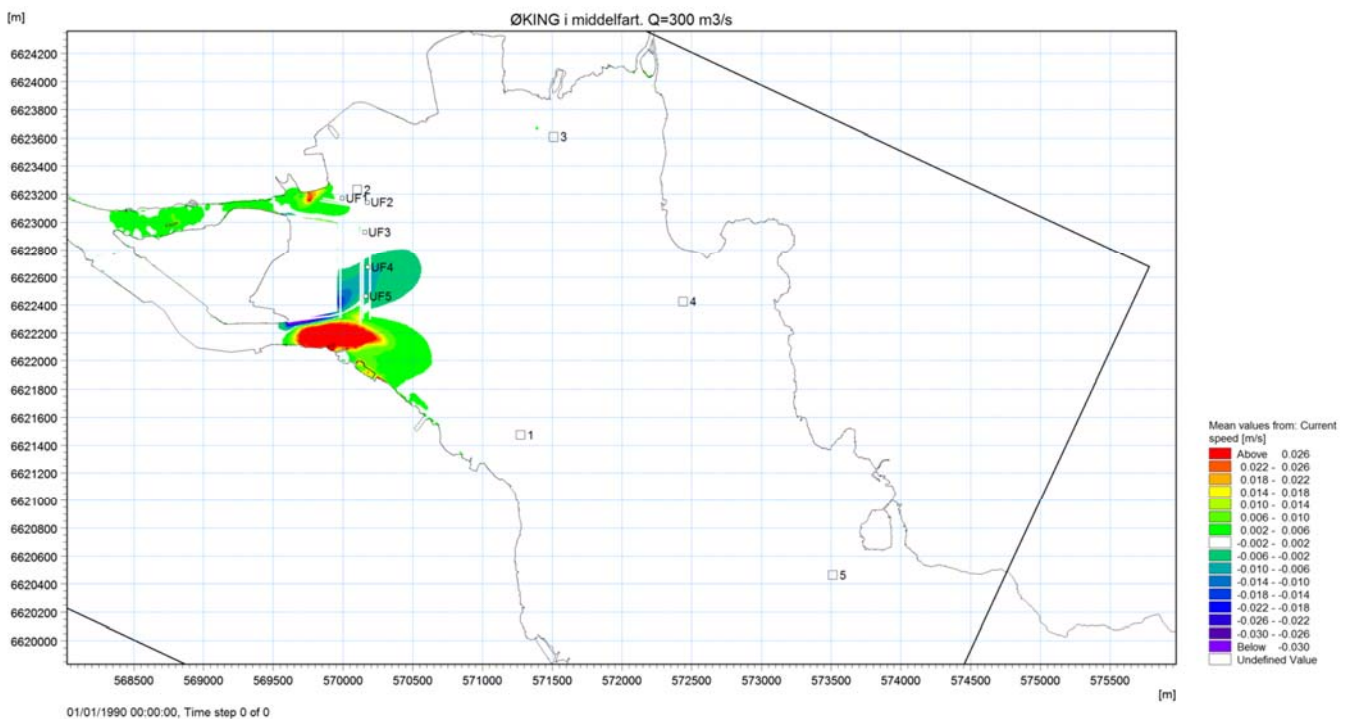
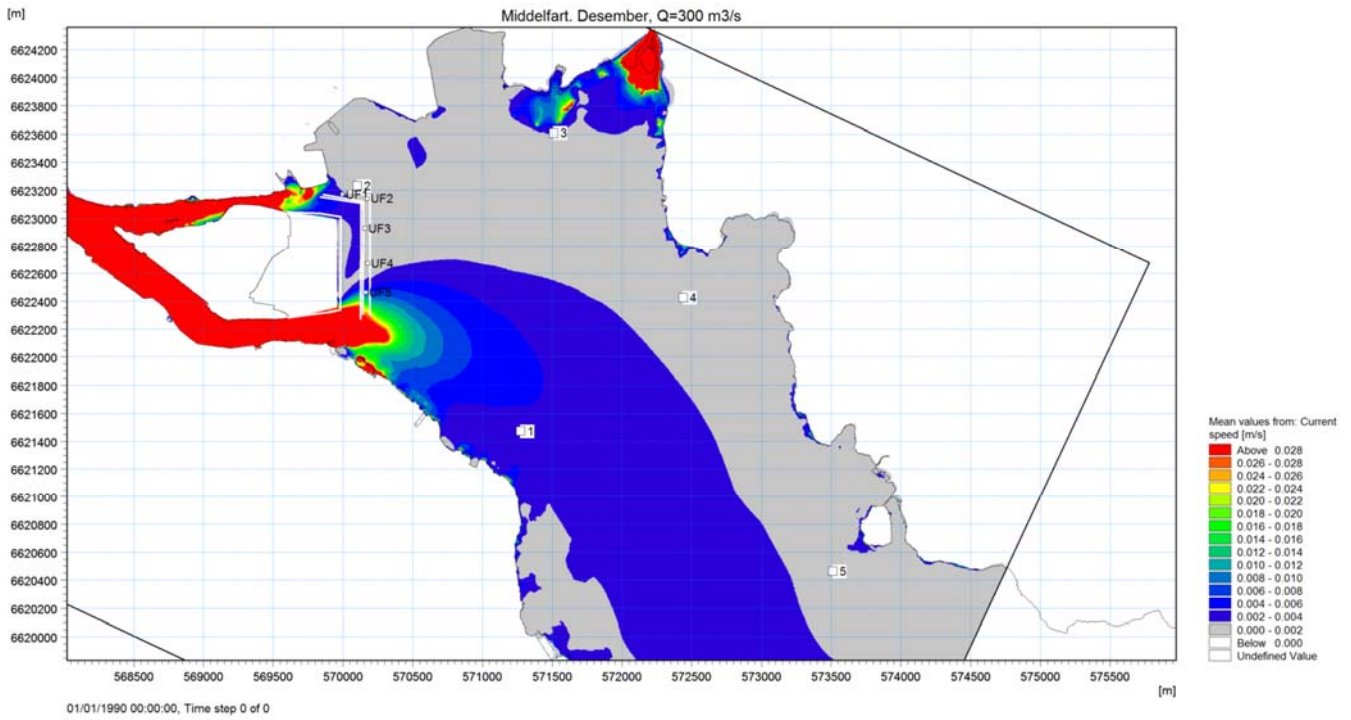
Figur 4-2 Endring av batymetri ift nåværende, dvs. heving av fjordbunn.

5 Strømningsmessige konsekvenser

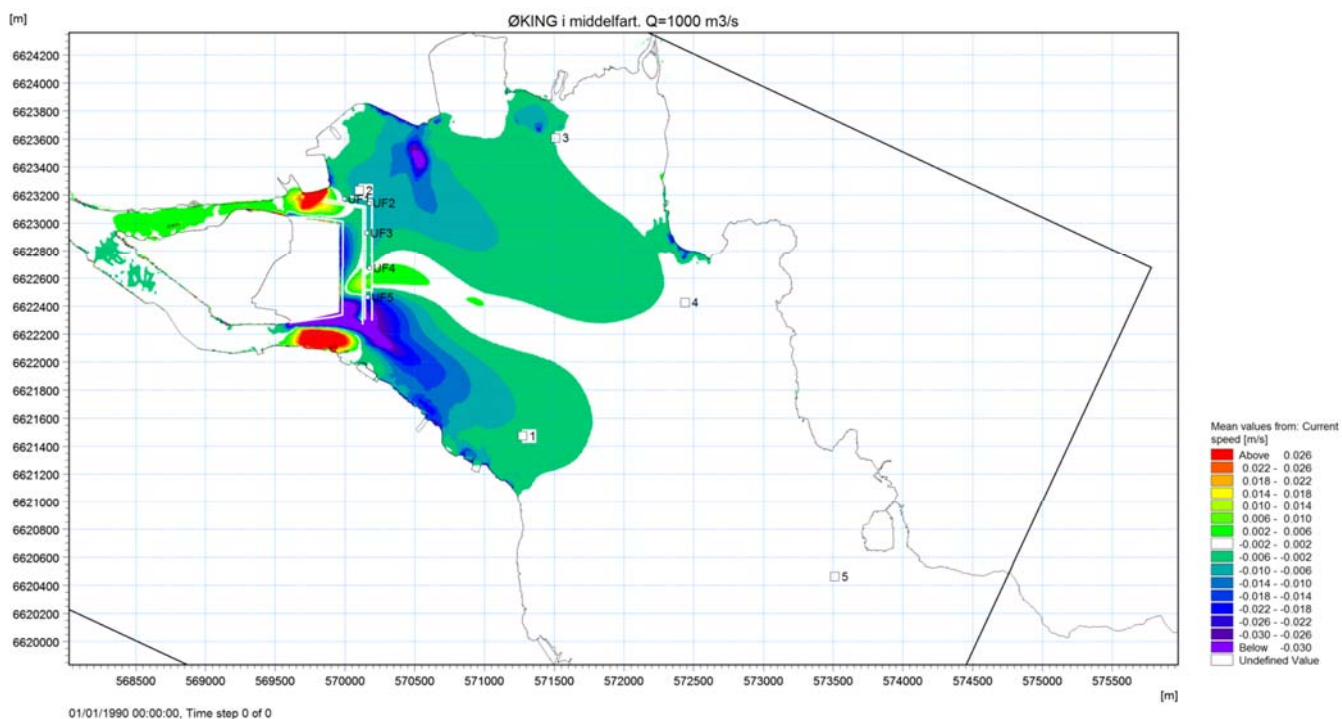
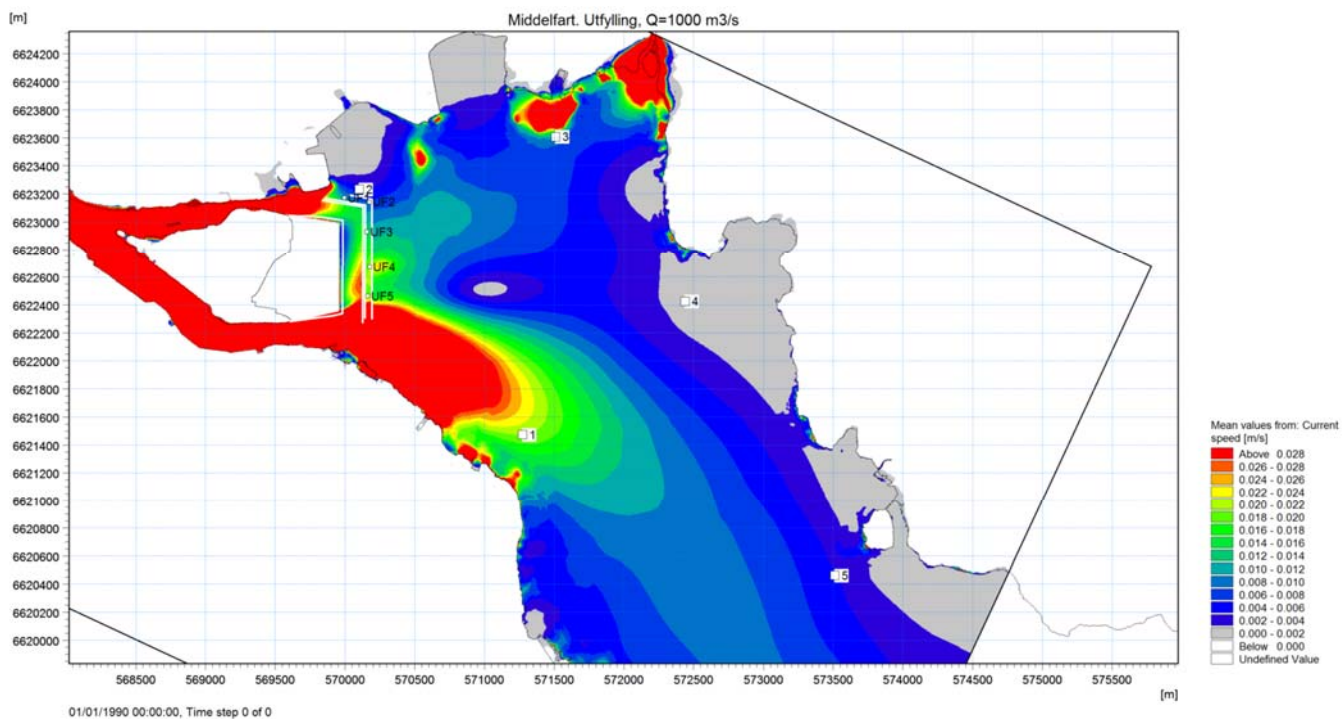
5.1 Konsekvenser i modellområdet generelt.

Figur 5-1 øverst viser et kart over geografisk fordeling av (gjennomsnittlig) strømfart ved $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$. Når man sammenligner med Figur 3-4 (dagens situasjon) ses ikke dramatiske forskjeller, bortsett fra at det utfylte området nå er tørt land. For å gjøre forskjellene tydelige, er det utarbeidet et differansekart, som vises nederst på Figur 5-1. Det viser differansen mellom strømfart før og etter utfylling, beregnet celle for celle. Kartet viser at den største forskjellen i fart skjer i et område som i dag er fjord men kommer til å bli lukket inne i en forlengelse av Strømsløpet. Dessuten ses noe reduksjon (blå-grønne fargetoner) av strømmen rett utenfor Holmen. I dag er dette mer eksponert for utstrømningen av ferskvann og kommer til å ligge noe mer beskyttet bak fyllingens sørlige hjørne.

Figur 5-2 øverst viser bildet av strømfart ved $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Kvalitativt avviker ikke strømningsmønsteret markant fra dagens situasjon. Farten er litt mindre ute i åpen fjord; gulfargen (2,2-2,4 cm/s) når i dagens situasjon helt ut til Punkt 1, men det gjør den ikke med utfylling. Differansekartet nederst på figuren viser da også at det - i likhet med $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ - er en sone med økt fart i forlengelsen av Strømsløpet. Men i flomsituasjonen er det også en større sone med redusert strømfart, som strekker seg ut fra fyllingens sørlige hjørne.



Figur 5-1 Strømfart etter utfylling (middelerdi over 9 døgn). Q=300 m³/s. Nederst endring i strømfart i forhold til dagens situasjon. Dybdemidlet.



Figur 5-2 Strømfart etter utfylling (middelværdi over 2 døgn). Q=1000 m³/s. Nederst endring i strømfart i forhold til dagens situasjon. Dybdemidlet.

5.2 Konsekvenser representert ved kontrollpunkter i åpen fjord.

Resultatene er fremstilt i Vedlegg 4. Her sammenlignes før- og etter-situasjonen i de 6 punktene som er vist på Figur 3-1. Figur V4-0-1 i Vedlegg 4 viser på et plott av strømfart mot strømningsretning, der hver prikk representerer et tidsrom på 1 time. For $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ er dagens situasjon avbildet øverst på Figur V4-0-1 og utfylling nederst. Man ser lett at kun for Punkt 2 (oransje) er det en merkbar forskjell. Dette punktet ligger rett utenfor Bragernesløpets utløp. Her blir strømfarten høyere (og mere variert) mens retningen endrer seg fra sektoren sørlig-vestlig, blir den mer rett øst (90°). Det er ikke overraskende at det er punkt 2 som opplever størst endring, ettersom det ligger nærmest elvemunningen, tett ved Bragernesløpet.

Figur V4-0-2 viser den tilsvarende fremstillingen for $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (middelflom). Den vesentligste endringen ift. dagens situasjon er igjen for Punkt 2 (oransje), som ligger rett utenfor Bragernesløpet. Ved middelflom er det imidlertid en *reduksjon* av farten. Dessuten er det i Punkt 4 en viss endring i retning, men ikke i fart. At man ser en *reduksjon* i Punkt 2 ift dagens situasjon antas å skyldes en viss endring i strømningsmønsteret slik at sonen med høyere hastighet ikke lenger treffer Punkt 2.

6 Simulering av ferskvannslaget

Simuleringene som er omtalt i det foregående er som nevnt basert på en dybdemidling, dvs. at angitt strømfart og –retning er et gjennomsnitt over hele dybden fra overflate til bunn. Såfremt de virkelige hastigheter hadde vært noenlunde jevnt fordelt over hele dybden ville gjennomsnittsverdiene være en virkelighetsnær beskrivelse. Imidlertid viser flere studier at det er et sprangsjikt til stede slik at (lett) ferskvann fra Drammenelva legger seg som et grunt lag over det tyngre saltvannet i fjorden. En saltvannkile går for øvrig et godt stykke opp i Drammenelva. I mange fjorder kan det være bevegelse i begge sjiktene, men ettersom Svelviksundet er svært grunt (og trangt) er saltvann fra havet og ytre Oslofjord forhindret i å komme inn i Drammensfjorden – det meste av tiden. Følgelig er det så å si ingen bevegelse i det dype saltvannet og all bevegelse skjer i det øvre ferskvannslaget, i grove trekk.

I virkeligheten er det en viss medrivningsprosess idet bevegelsesenergien i ferskvannet river med seg saltvann i sprangsjiktet slik at noe av ferskvannets bevegelsesenergi omdannes til potensiell energi ved at saltet løftet opp i det ferske laget. Slik vil saltvannet gradvis «eroderes» ned inntil værforholdene bevirker en «skvulp» av saltvann over Svelvikterskelen. Men det er rimelig tilnærming på kort sikt å anta at saltvannet er helt passivt.

Som et supplement til de midle simuleringene er det gjennomført et sett simuleringer for ferskvannslaget isolert. For å kunne gjøre det må man vite tykkelsen av laget. De undersøkelser som pr. i dag foreligger (ref. /5/ og /6/) tyder på at lagets tykkelse er varierer mellom ca. 3-7 meter avhengig av sted og tid. Vi vil her bruke den hyppigst forekommende verdien hvilket er ca. 5 meter. De tilgjengelige dataene dekker kun et begrenset utvalg av lokaliteter og perioder, så det er en viss usikkerhet forbundet med antagelsen, men det antas at det likevel er et verdifullt supplement til gjennomsnittsbetraktningen.

I praksis er «ferskvannssimuleringen» gjennomført ved å innlegge en «falsk bunn» i terrengmodellen på 5 meters dybde. I forhold til de dybdemidlede simuleringene vil strømfarten være større. Beregningen som omfatter hele dybden og dermed også saltvannet, kalles i det følgende den «dybdemidlede beregningen» for enkelthets skyld. Det er strengt tatt litt misvisende ettersom begge beregningene er dybdemidlet, men ferskvannberegningen er altså kun dybdemidlet over de øverste 5 m.

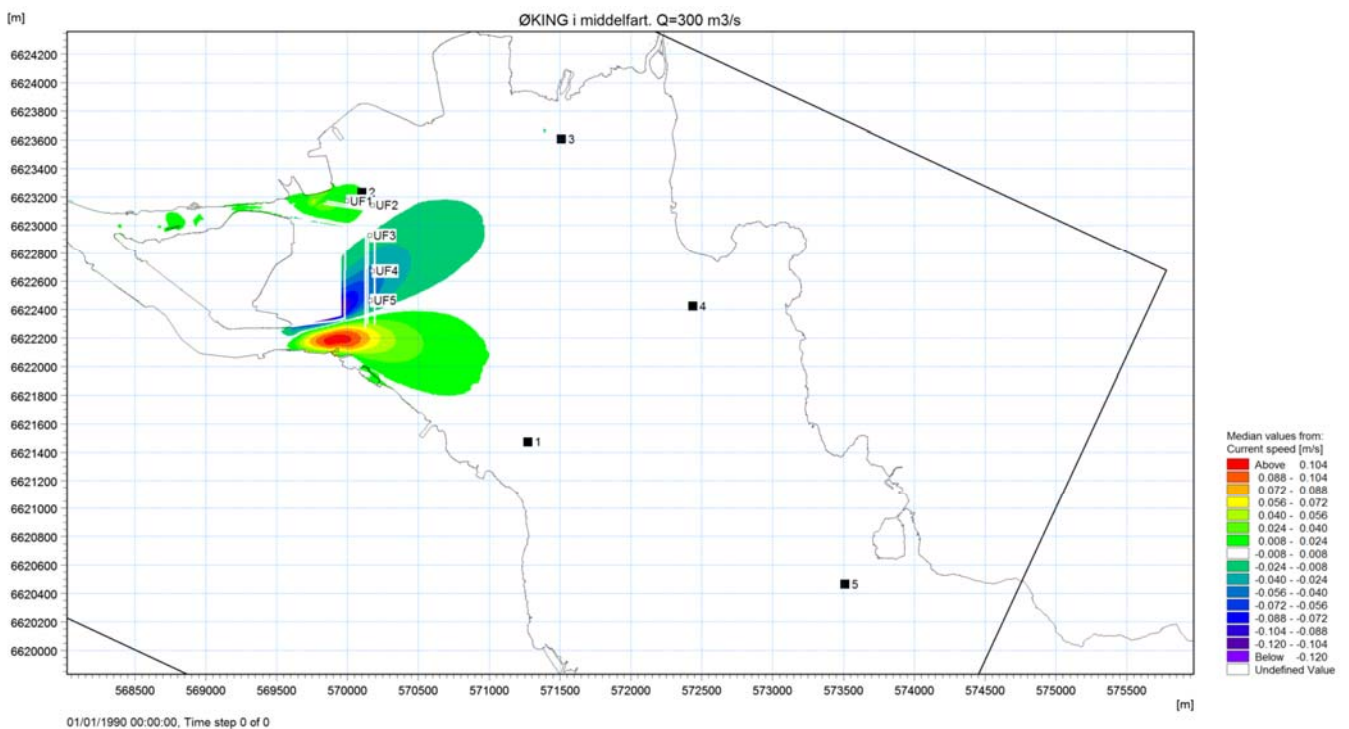
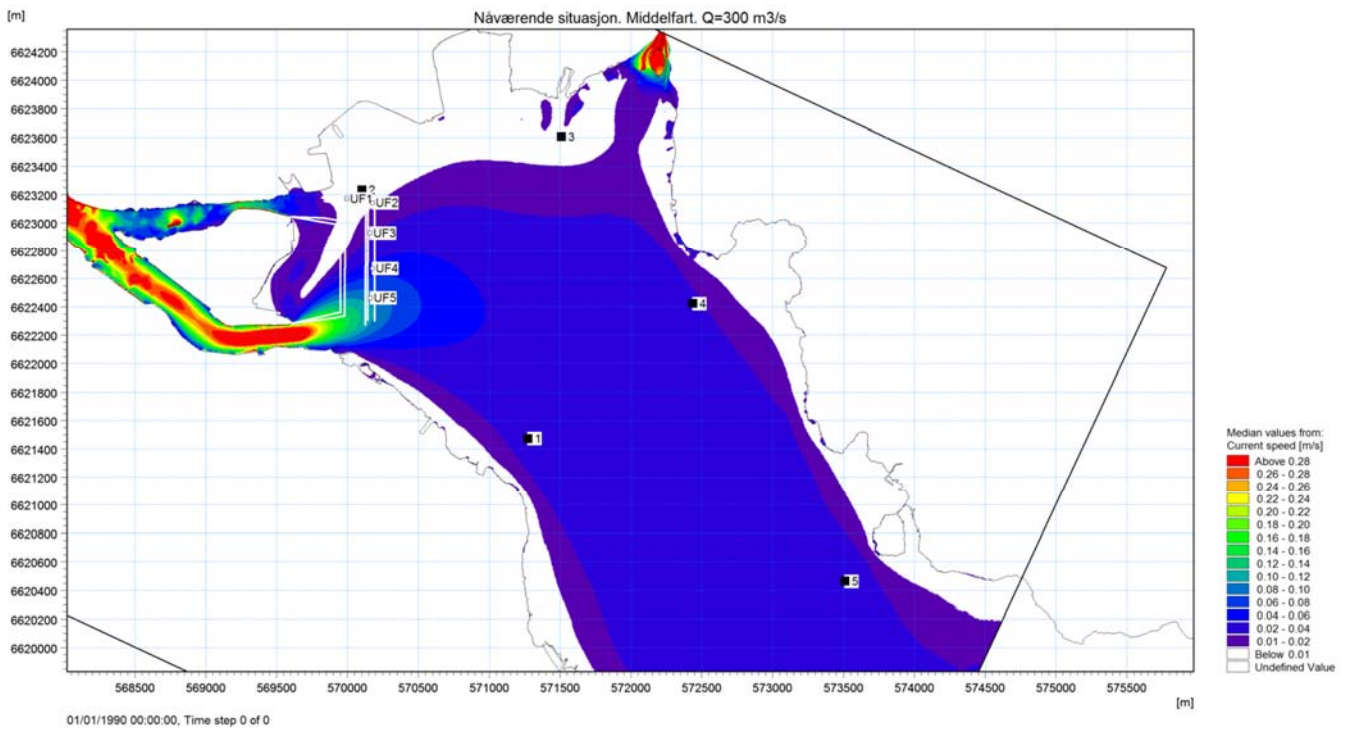
Det gjøres oppmerksom på at det ikke er slik at ferskvannberegningen i enhver henseende er mer realistisk enn den dybdemidlede. Den dybdemidlede fremstillingen vil være en bedre beskrivelse kun så lenge antagelsen om at strømmingen bare sprer seg i ferskvannslaget og at dette er 5 m tykt stemmer bra med virkeligheten. Det er gode indikasjoner (NVE, ref. /1/) på at saltvannskilen presses ut av elven under flom. Dette har betydning for simuleringen for middelflom $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$, men ikke for normalvannføring $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$. For middelflom betyr dette at i selve Drammenelva er etter alt å dømme beskrivelsen mest korrekt i den dybdemidlede beregningen, mens ute i åpen fjord er beskrivelsen best i ferskvannsberegningen. Akkurat i overgangen er det vanskelig å avgjøre hvilken fremstillingen som er mest realistisk, bl.a. fordi vi ikke vet hvor langt saltvannskilen presses ut. Det er akkurat i overgangen mellom elv og fjord at man ser de største endringer av fart og følgelig er det er betydelig usikkerhetsmoment.

6.1 Konsekvenser – geografisk utbredelse

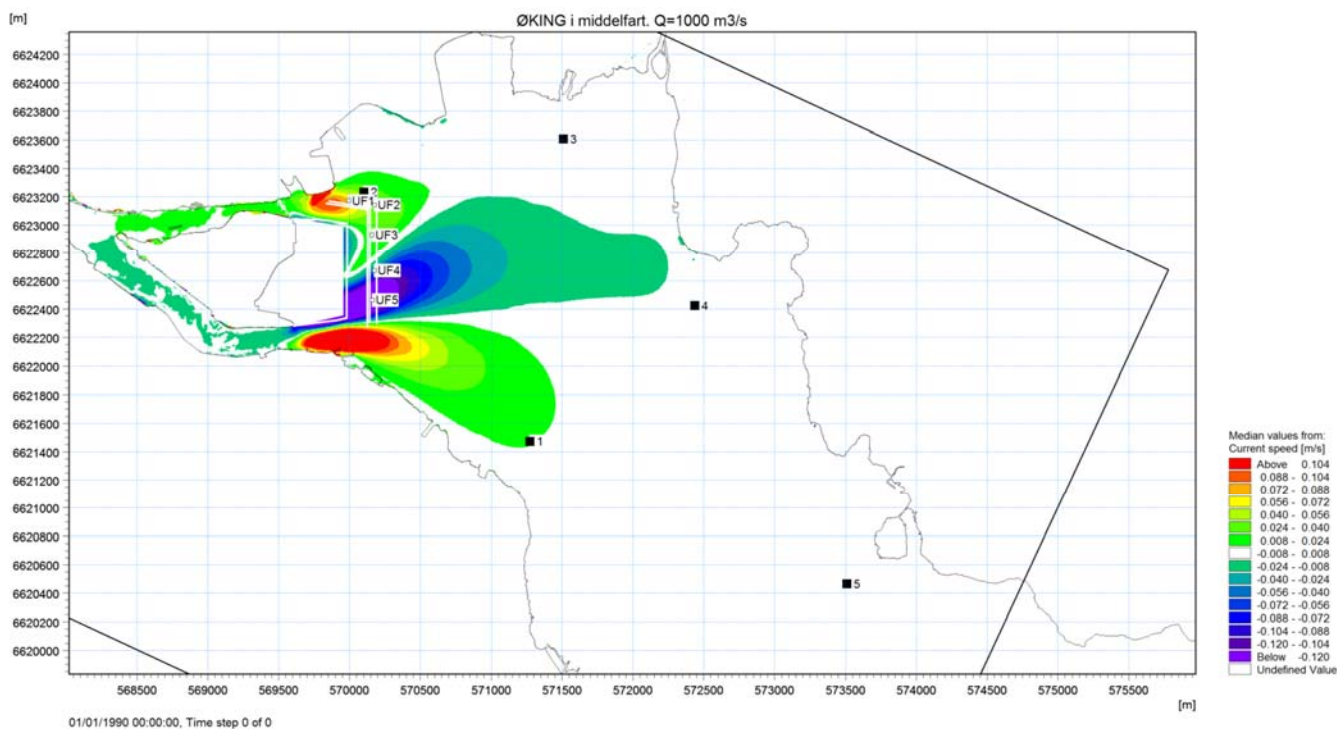
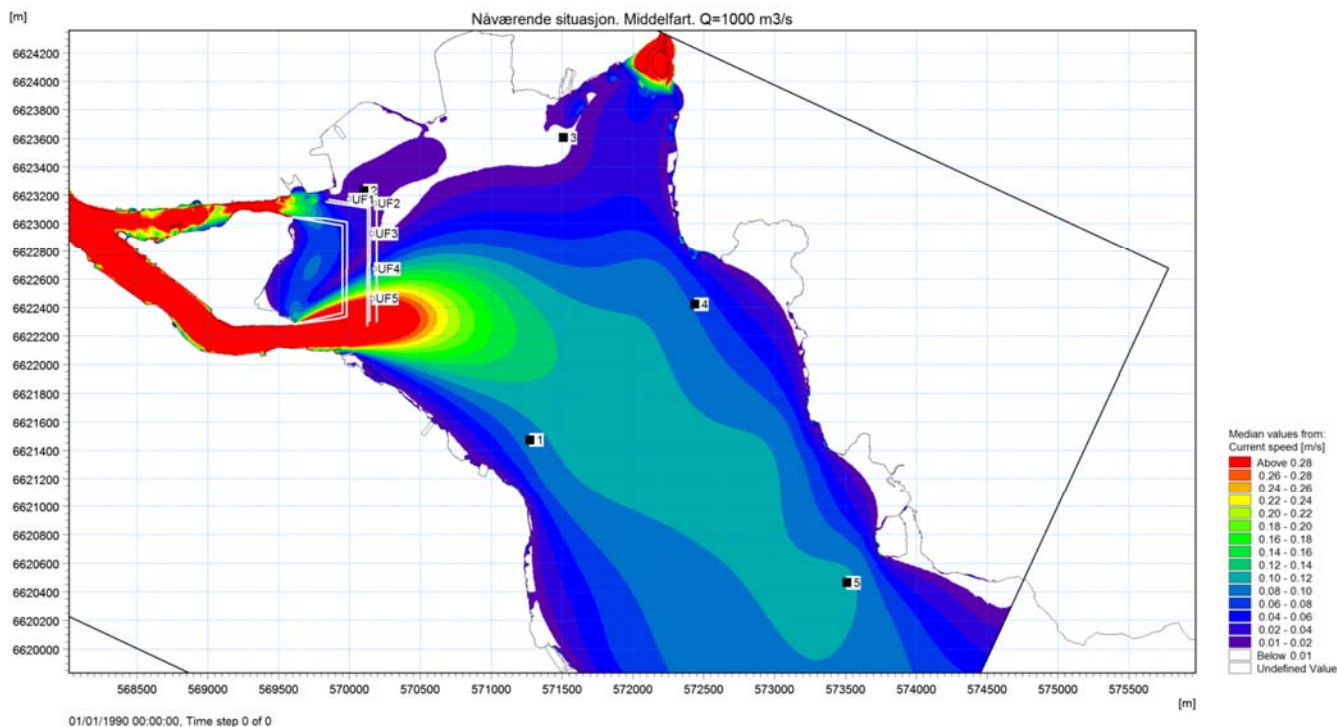
Figur 6-1 *øverst* viser et kart over strømfart (gjennomsnitt av 9 døgn) i ferskvannstrømmen. Kartet gjelder dagens situasjon. Kartet adskiller seg ikke kvalitativt fra bildet vi så i den dybdemidlede modellen, men som forventet er verdiene betydelig høyere. Bemerk at man skal være varsom med å sammenligne denne figuren med Figur 3-4, ettersom fargeskalaen ikke er den samme.

Figur 6-1 *nederst* viser differansen i middelfart mellom planforslaget og dagens situasjon. Igjen ser vi at det kvalitative bildet ikke avviker *vesentlig* fra den dybdemidlede beregningen.

Figur 6-2 viser de tilsvarende bilder for middelflom $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Øverst ses dagens situasjon. Her ser bildet – også kvalitativt – noe annerledes ut, sammenlignet med den dybdemidlede beregningen; sonen med høy fart fortsetter i større grad rett frem (øst) i stedet for å dreie mer mot sør. Det antas derfor at grunnen til dreiningen mot sør i den dybdemidlede beregningen er dybdeforholdenes betydning. I så fall er det klart at det er et mer riktig bilde vi får frem i beregningen for ferskvannslaget. Man ser også at stagnasjonspunktet (dvs. nesten ingen vannhastighet) som sirkulasjonsstrømmen har som sentrum, har flyttet lenger nord i denne beregningen. Det virker dessuten mindre fremtredende enn i den dybdemidlede beregningen.



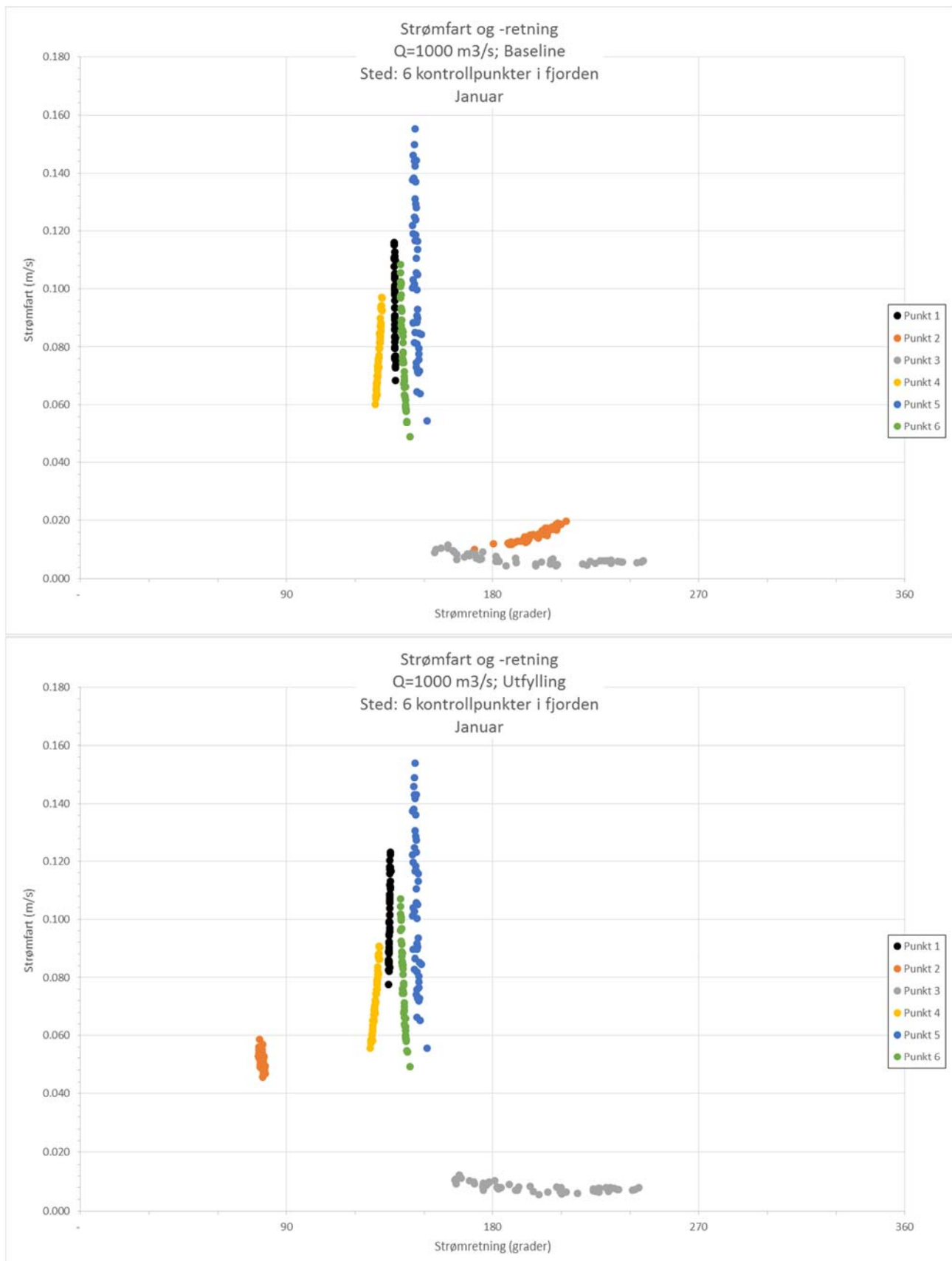
Figur 6-1 Øverst: Strømfart før utfylling, $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ (simulering av ferskvannslaget).
 Nederst: Økning av strømfart ift dagens situasjon.



Figur 6-2 Øverst: Strømfart før utfylling, Q=1000 m3/s (simulering av ferskvannslaget).
Nederst: Økning av strømfart ift dagens situasjon.

6.2 Konsekvenser - kontrollpunkter i fjord

Figur 6-3 viser samhørende verdier av strømfart og –retning; øverst dagens situasjon og nederst med utfylling. Det er lett å se at kun Punkt 2 (oransje) er vesentlig påvirket: dels økes strømfarten fra under 2 cm/s til rundt 5 cm/s, dels endrer retningen seg rundt 130 grader, fra SSV (210 grader) til nesten Ø (80 grader). Dette skyldes at i dagens situasjon ligger Punkt 2 i sirkulasjonsstrømmen (svak sørlig strøm). Med utfylling forlenges strålen fra Bragernesløpet slik at den treffer Punkt 2. Figuren viser at de øvrige fem punktene stort sett er.



Figur 6-3 Strømfart og -retning i seks kontrollpunkter i fjorden, $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$ (simulering av ferskvannslaget)
Øverst: dagens situasjon
Nederst: Etter utfylling.

6.3 Konsekvenser - kontrollpunkter på støttefylling

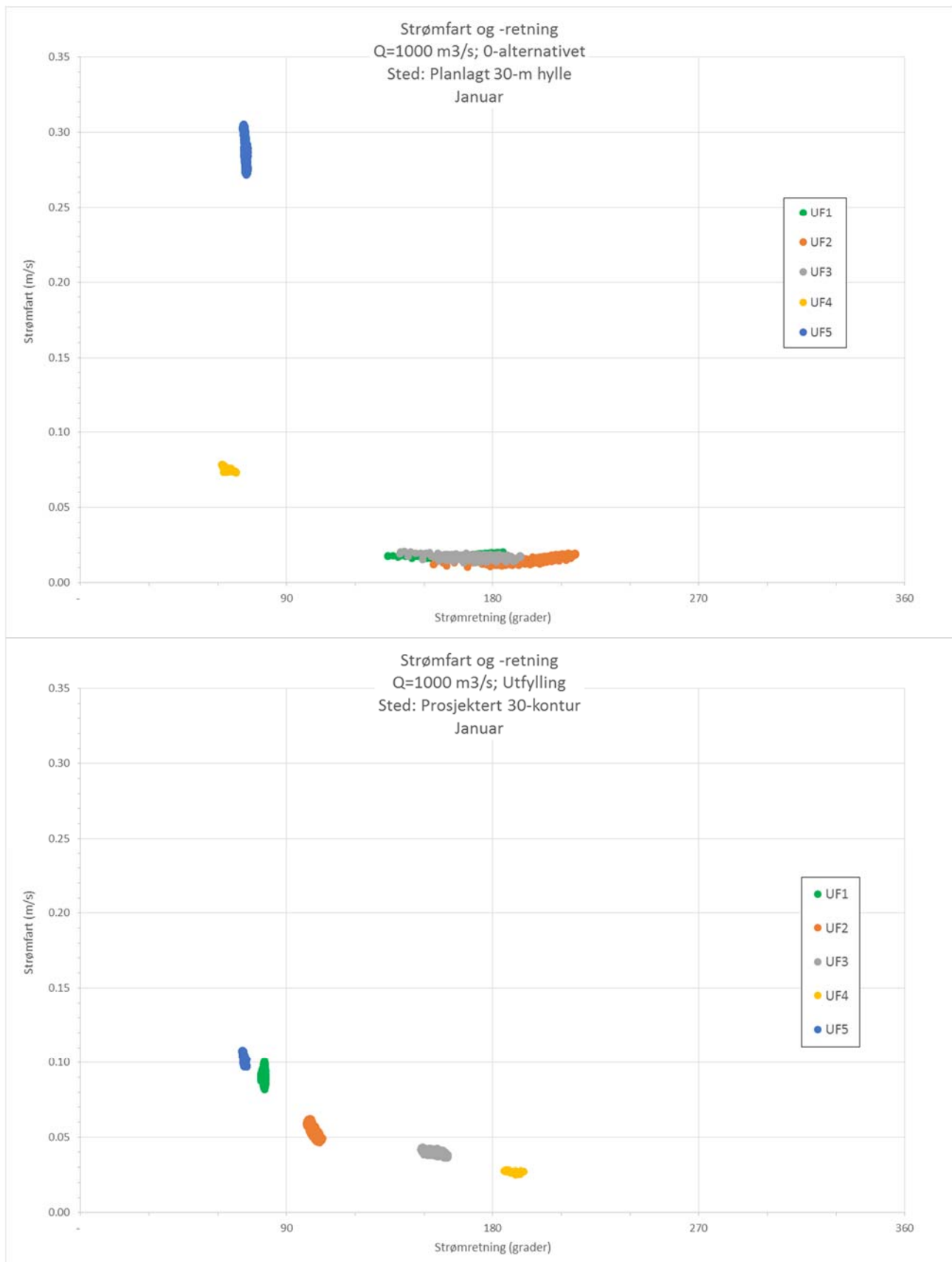
Figur 6-4 viser samhørende verdier av strømfart og –retning; øverst dagens situasjon og nederst med utfylling. Lokaliteten er i dette tilfelle den horisontale del av støttefyllingen som kommer til å ligge på 30 m dyp (dybde etter utfylling). Punktene er benevnt UF1-UF5 på de forutgående kartfremstillingene av strømfart. Punkt UF1 ligger lengst nord og punkt UF5 lengst sør. Formålet med denne fremstillingen er ikke å belyse om det noen påvirkning, men undersøke påvirkningens art. Så tett på utfyllingen er det innlysende at påvirkningen vil være betydelig.

Når man sammenligner dagens situasjon (øverst) med utfylling (nederst), ser man at de tre nordligste punktene UF1-UF3 opplever økt strømfart, fra rundt 1-2 cm/s til fra 4 til 10 cm/s. Dessuten dreier retningen fra rundt sørlig til mer mot østlig.

De to sørligste punktene, UF4-UF5, derimot opplever en reduksjon av strømfarten med en faktor 3. Det skyldes at det i noen grad danner seg en strømskygge rett nedstrøms for fyllingen. Ved punkt UF4 (gul) dreier for øvrig retning motsatt tre nordligste punktene: fra rundt ØNØ (60 gr) til sørlig (190 gr).

Sammenfattende ser man at farten i de fem punktene under ett ligger innen samme intervallet som før utfylling; det er mer snakk om bytting punktene i mellom. Den største forekommende farten (i punkt UF5) er dog redusert med en faktor 3.

De fem punktene ligger nær støttefyllingens østlige kant. Sjøbunnen vest for de fem punktene består altså også av ny støttefylling (20 m vanddybde). De beskrevne strømningsmessige konsekvensene vurderes derfor å være uproblematisk.



Figur 6-4 Strømfart og -retning i 5 kontrollpunkter på fyllingen, Q=1000 m³/s (simulering av ferskvannslaget)
Øverst: dagens situasjon
Nederst: Etter utfylling.

6.4 Konsekvenser i forhold til rasfare på bredder.

NVEs nettdatabase *skrednett.no* viser at det i løpet av det 20. århundre har vært flere skredhendelser nær Holmen, hvorav i hvert fall én (1965) på den sørlige bredden av Strømsøløpet. Informasjonene hos NVE angir at skredet var et leirskred. Skredets beliggenhet er vist i Vedlegg 5. *skrednett.no* angir også andre skredhendelser i nærhet av Holmen som skal ha vært undervannsskred.

I følge lokale kilder er det trolig feil stedsangivelse for skredet i 1965. Multiconsult mener at dette skredet ligger som vist i Vedlegg 5. I omtalen av skredet i 1965 heter det i beskrivelsen på skrednett «*ein gravemaskin vart også teken av raset*». Dette tyder på at raset er utløst på grunn av utfyllingsarbeider på bløt grunn, uten foregående grunnundersøkelser eller prosjektering av tiltak.

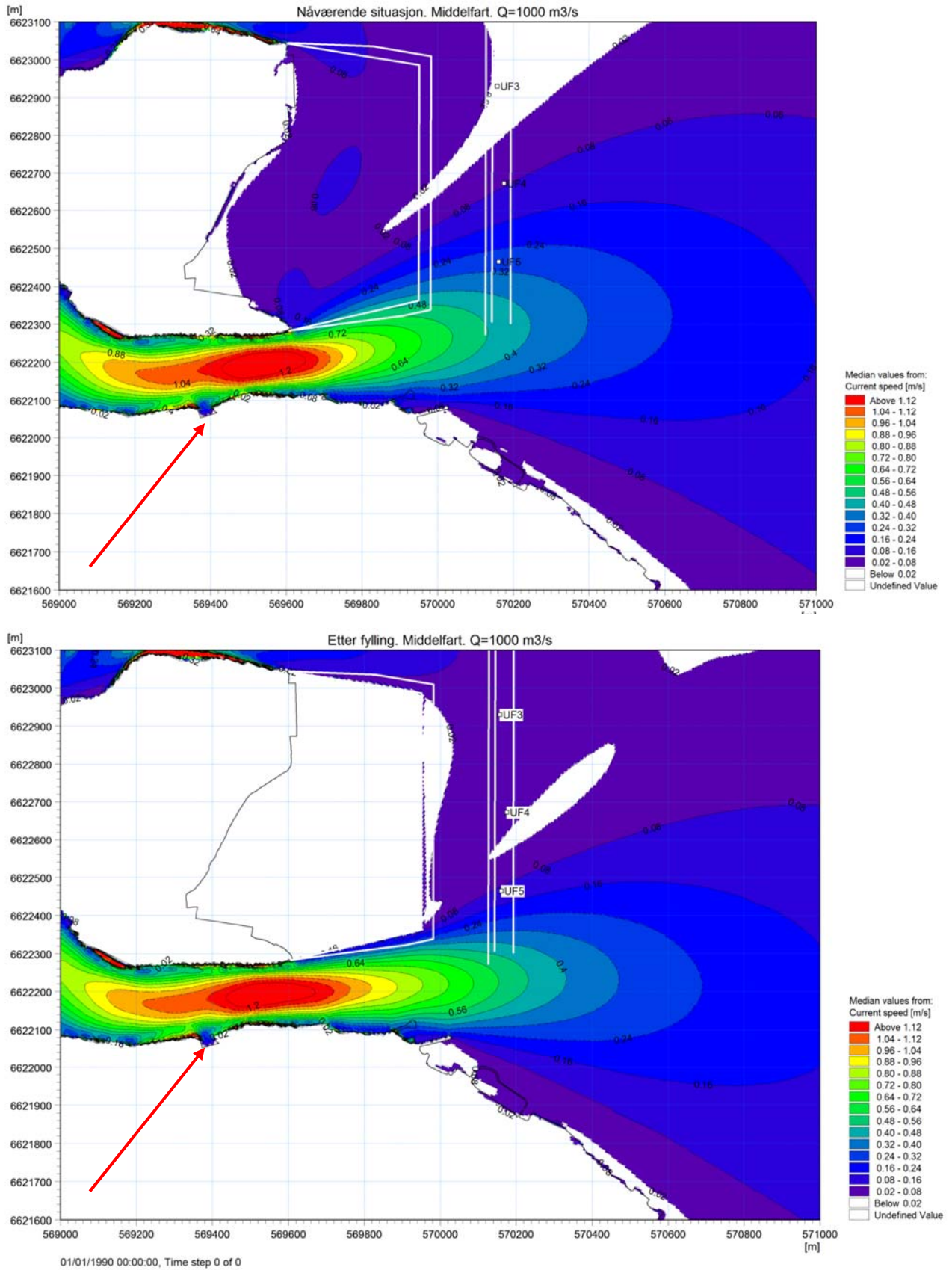
De historiske skredene som har forekommet, har derfor dels en geologisk/geoteknisk årsak, og dels en årsak i manglende kompetanse og kunnskap om grunnforholdene i området. Så lenge de geologiske forholdene har skapt en situasjon med lav sikkerhetsfaktor, kan selv små menneskelige inngrep i strandsonen få store konsekvenser

Dessuten er det informasjon fra en tidligere studie av fjordbunnen utført av NGU (ref. /11/) som viser spor etter tallrike skred. Det kan sammenfattende sies at strandsonen ved søndre elvebredd generelt virker utsatt for skred, og at i hvert fall deler av området har forhøyd risiko for (stedvis kvikk-) leirskred. Lommer og mindre områder med kvikkeleire forekommer der marin leire får gjennomstrømming av ferskt grunnvann slik at leiren over tid mister saltinnholdet, og strukturen blir ustabil.

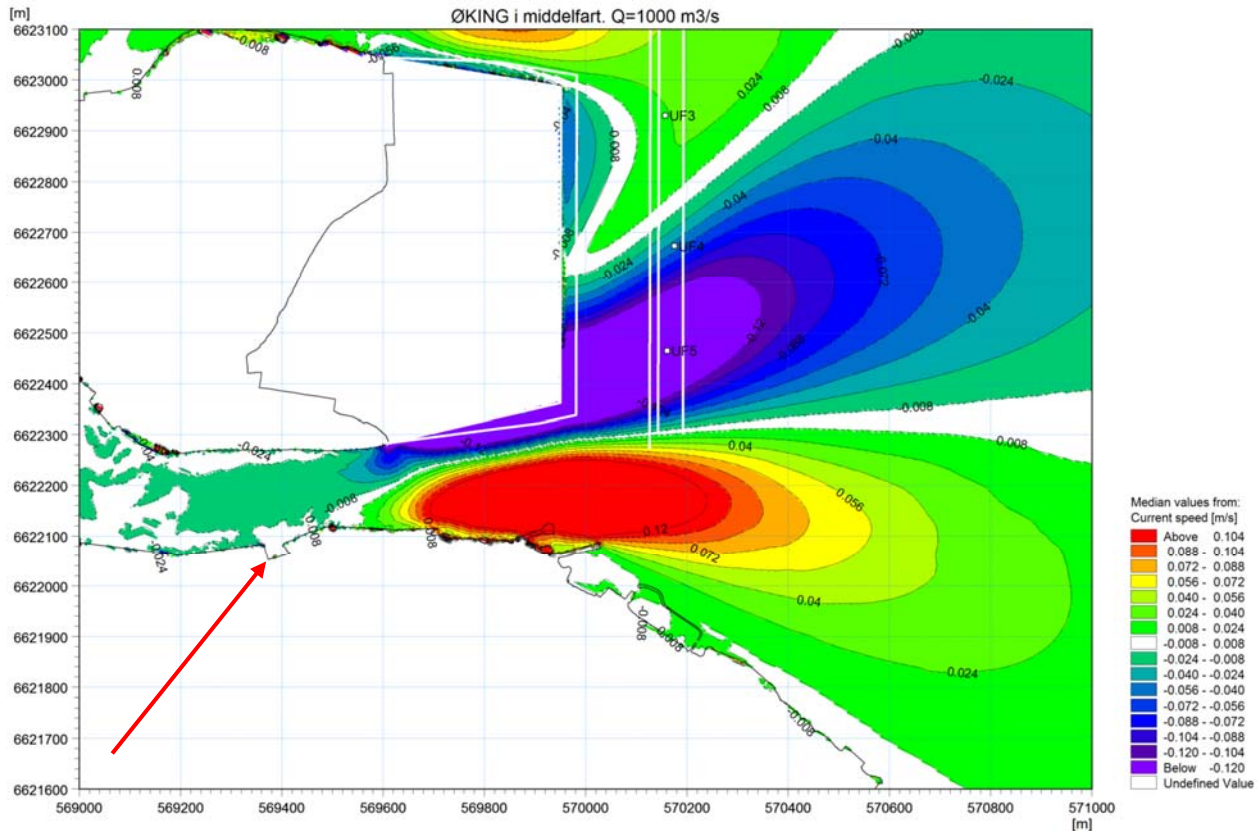
Selv om det ikke er indikasjoner for at de nevnte skredene er utløst av hav- eller strøm, er det likevel viktig å undersøke om de strømningsmessige konsekvensene kan øke risikoen for skred. For å kaste lys over de strømningsmessige konsekvensene er det utarbeidet et mer detaljert kart over strømfart og dens økning etter fylling, Figur 6-5. Lokaliteten der 1965-skredet skal ha funnet sted er angitt med en rød pil på figuren (og med blå pil i Vedlegg 5).

Figur 6-5 øverst viser strømfart i dagens situasjon mens nederst viser situasjonen etter utfylling. Man ser at sonen med de største hastighetene (rundt 1,2 m/s) er stort sett uforandret, hvilket avspeiler at det trangeste partiet fortsetter å være ved Risgarden. Det er derimot de mindre hastighetene som øker etter utfylling; f.eks. den gule sonen (0,88-0,96 m/s) flytter seg rundt 100 m ut i fjorden.

Figur 6-6 viser forskjellen (økningen) i strømfart mellom nå og utfylling. Blåfarger viser en reduksjon og rødlige farger en økning. Den hvite båndet mellom blålige og rødlige farger tilsvarer ingen endring av strømfart. Det hvite båndet (=ingen økning) sammenfaller til dels med sonen med høyest hastighet, kort nedstrøms for 1965-rasstedet. Figur 6-6 viser at størst økning av strømfart finner sted i området rett nord for «Slippen»; størst økning i dette området er i størrelsesorden 0,2 m/s midt ute i sundet, mens nærmere breddene er økningen i størrelsesorden 0,1 m/s. De absolutte hastighetene i dette området er rundt 0,3—0,7 m/s, nær breddene. I hvilken grad denne økningen utgjør en risiko for breddenes geotekniske stabilitet er behandlet i Kapittel 8.



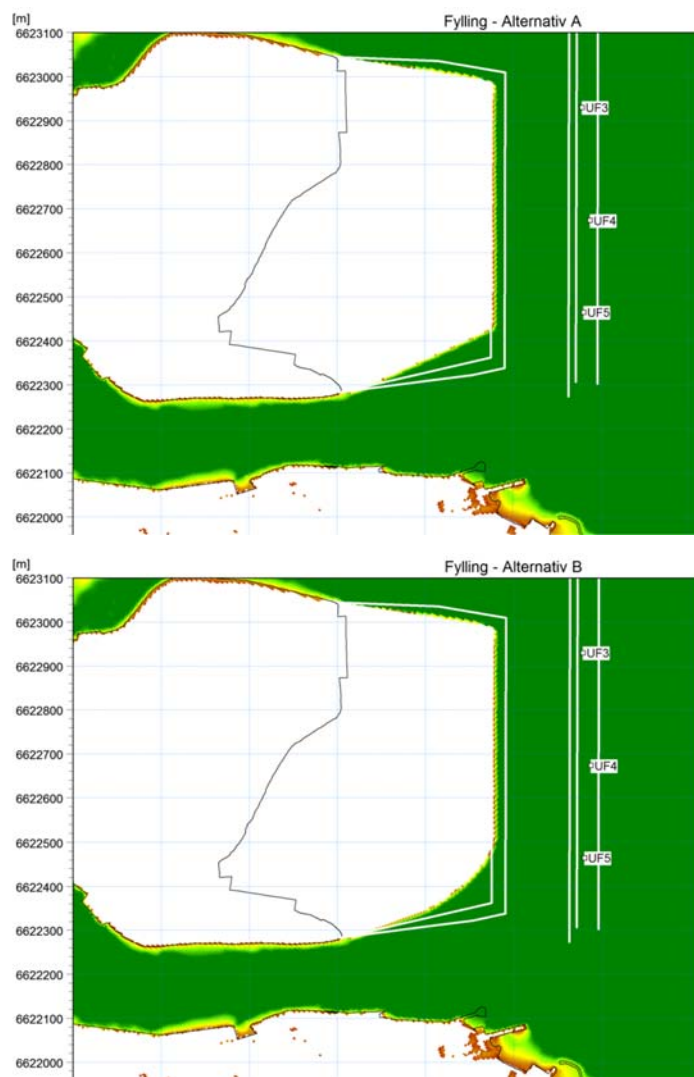
Figur 6-5 Detaljert bilde av strømfart nær Tangen. Tidligere rassted vist med pil.
 Øverst: dagens situasjon. Nederst: etter utfylling.



Figur 6-6 Detaljert bilde av økning av strømfart etter utfylling. Tidligere rassted vist med pil.

7 Avbøtende tiltak

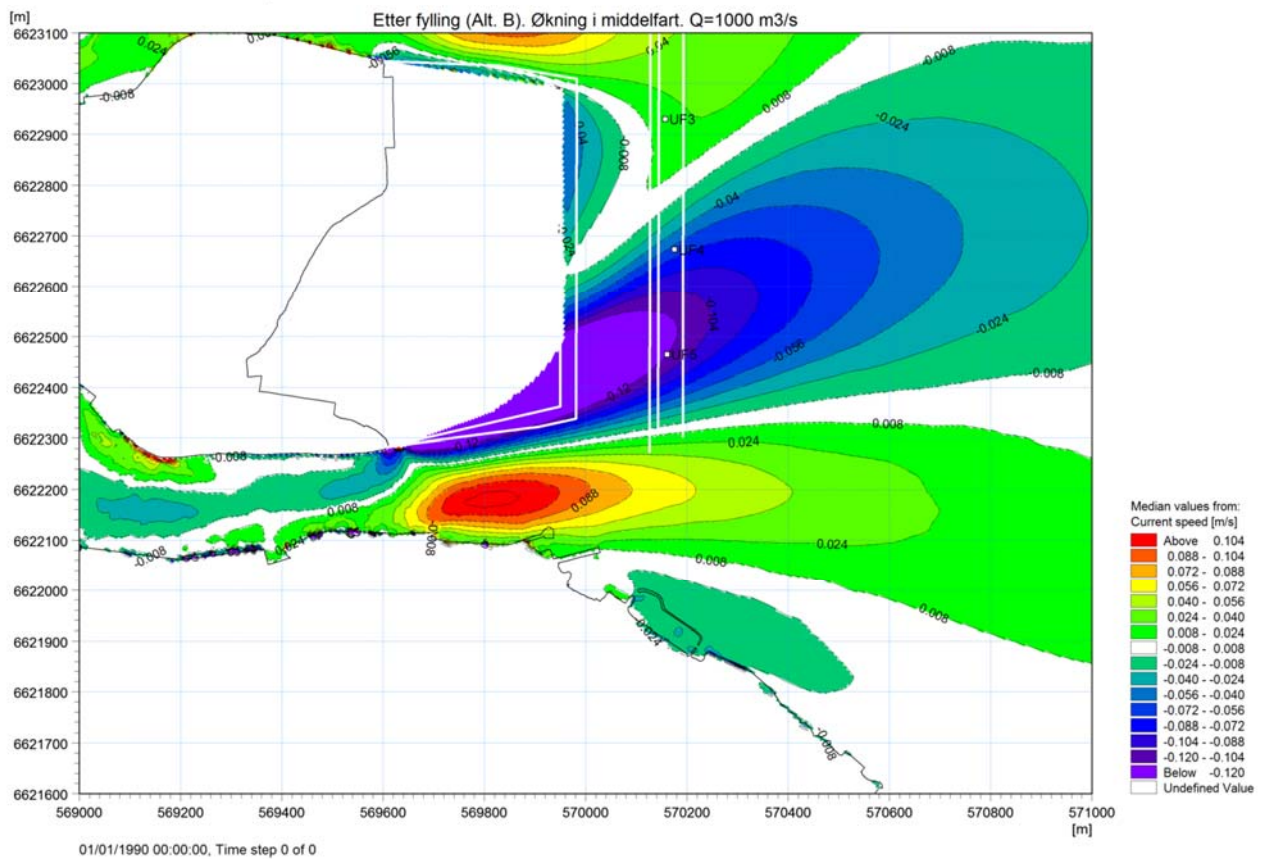
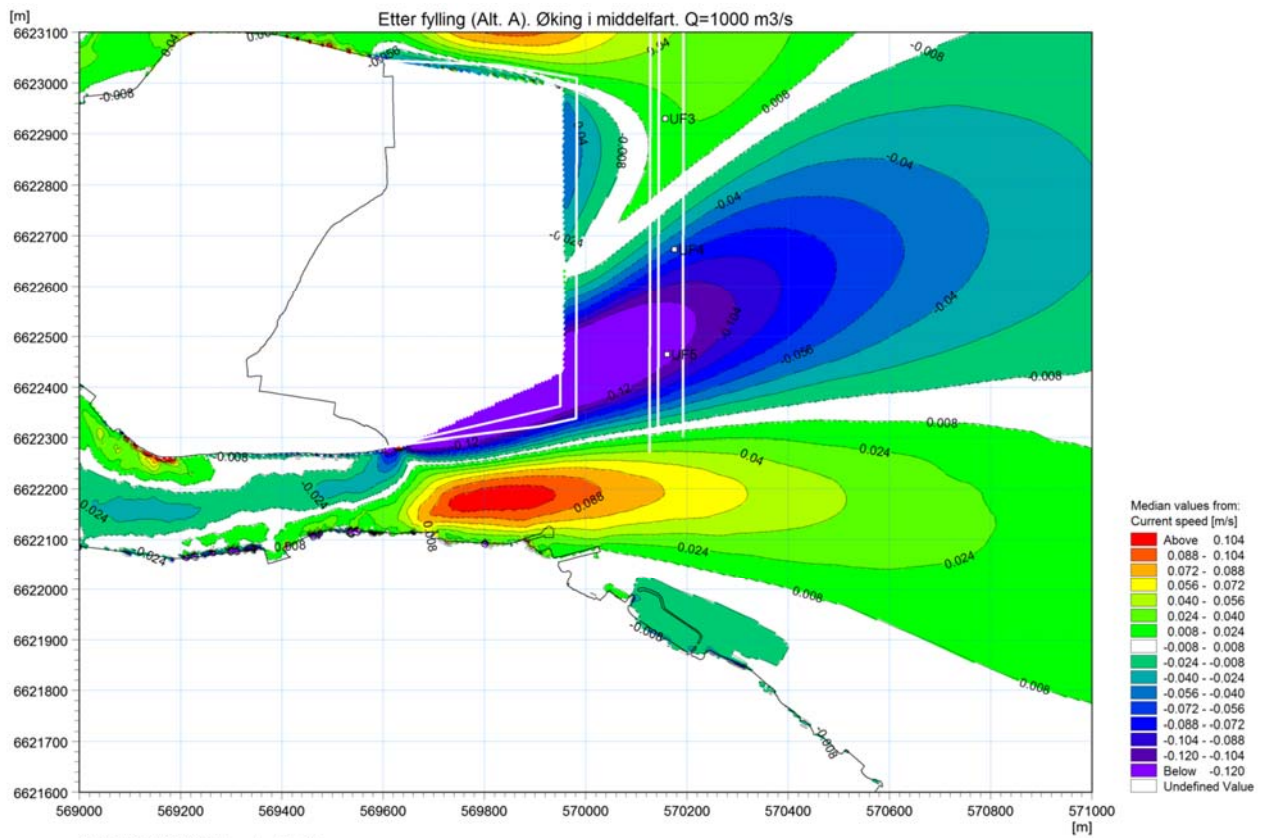
De potensielt negative konsekvensene mht rasfare som er avdekket i det forutgående avsnittet skyldes økningen av strømfart. Denne økningen skyldes at utfyllingen forlenger det trange partiet og slik presser strømmen inn mot et rasutsatte området, sammenlignet med dagens situasjon. Det er derfor undersøkt om det er mulig å redusere denne effekten ved å gi fyllingen en annen form. Det er sett på to alternativer til det foreliggende forslaget; en mild revisjon og en mer vidtgående. Den milde formen (A) har som i det foreliggende forslaget en rettlinjert sørlig avgrensning, men denne er dreid mer mot nordøst, slik at det blir bedre plass for strømmen til å brede seg ut. Det mer vidtgående alternativet (B) tar utgangspunkt i (A), men bøyer av den sørlige avgrensningen slik at man unngår det «skarpe» hjørnet og får en mer hydrodynamisk form på fyllingen. Begge alternativene er vist under.



Figur 7-1 Avbøtende tiltak A og B: alternative utforminger av fyllingen.

Figur 7-2 viser økning i strømfart hvis utfyllingen gis en alternativ utforming. Den øverste figuren viser det «mildeste» alternativet, Alt. A, der fyllingens sørlige begrensningen fortsatt er en rett linje, men dreid mer mot nordøst. Den gunstige virkningen er tydelig: sonen med stor fartsøkning er nå betydelig mindre og slutter nå et godt lengre vest enn det utsatte området. Mens sonen med størst økning ($<0,12$ m/s = rød) så å si var i berøring i med piren ved pila, i beregningen av «standard»-utfyllingen, da er det nå det minste av fargeintervallene som er i berøring med piren: 0,008-0,024 m/s, altså en lokal reduksjon på faktor 5 eller mer. Grunnen til at effekten er så stor er dels at sundet er bredere slik at strømmen får mer plass – hvilket bringer hastigheten ned generelt – dels at strømmens retning dreier seg litt mot nord slik at strømmen i mindre grad presses mot sørkysten. Sistnevnte medfører mindre lokal fart ved det rasutsatte området.

Nedre del av Figur 7-2 viser fartsøkning med det mer vidtgående alternativet, Alt. B, der fyllingens sørøstlige har fått en avrundet form. Figuren viser at noe virkning kan identifiseres i form av mindre utbredelse av fartsøkning; den gule horisonten 5,6-7,2 cm/s rykkes nå ca. 100 m tilbake (vest). Likevel vurderes det at tilleggseffekten ift. alternativ A er marginal.



Figur 7-2 Økning i strømfart etter utfylling MED avbøtende tiltak.
Øverst alternativ fylling A. Nederst alternativ fylling B.

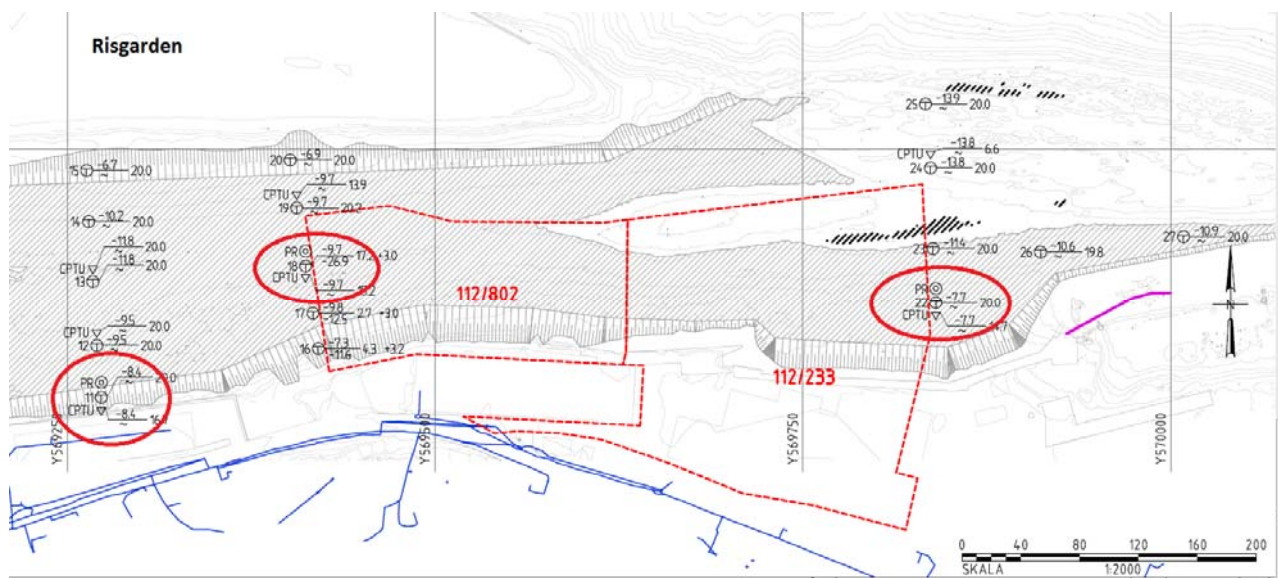
8 Geotekniske undersøkelser i Strømsløpet

På oppdrag fra Kystverket har Multiconsult i 2016 foretatt geotekniske undersøkelser i Strømsløpet. Undersøkelsene hadde til formål å skaffe til veie geotekniske data for prosjektering av en mulig mudring av Strømsløpet øst for E18 og ut til dagens elvemunning. Samtidig er det også foretatt prøvetaking av sedimenter for analyse av evt. forurensede sedimenter på elvebunnen.

Alle boringene og prøvetaking til vanns er utført med en av Multiconsults spesialfartøyer for slike undersøkelser, Borecat, som til vanlig er stasjonert i Tromsø.

I øyeblikket er vår leveranse til Kystverket begrenset til en datarapport, som ennå ikke er ferdigstilt, men Kystverket har stilt alle rådata til disposisjon for Drammen havn, altså inkl. de nyeste fra 2016.

I utløpet av elva er det foretatt undersøkelser i tre snitt på tvers av elven.



Figur 8.1 Utsnitt av borplan for Kystverket, Multiconsult tegning nr. 814617-RIG-TEG-001. Den viktigste informasjonen her er at boringer merket T, totalsonderinger (boringer for å påvise lagdeling av løsmasser), og PR som markerer punkt med prøvetaking, her markert med røde ringer. Skravert areal på kartet viser deler av elvebunnen som ligger høyere enn kote -11, hvor det etter planen er ønskelig å mudre. (NB mudringen er ikke vedtatt eller prosjektert, og undersøkelsene har kun til hensikt å skaffe nødvendige data for å kunne gjøre beregninger av stabilitet mot land på begge sider av elveløpet. Framtidige beregninger kan enten bekrefte eller avkrefte om en slik mudring er mulig).

8.1 Erosjon av løsmasser i elva

Som borplanen viser, er det tatt opp prøver ved ett punkt i hvert av de tre profilene nærmest fjorden, ved borhull 11, 18 og 22. Prøvebeskrivelser og kornfordelingsdiagrammer på sedimenter fra den øverste meteren av løsmassene er vist i vedlegg 6.

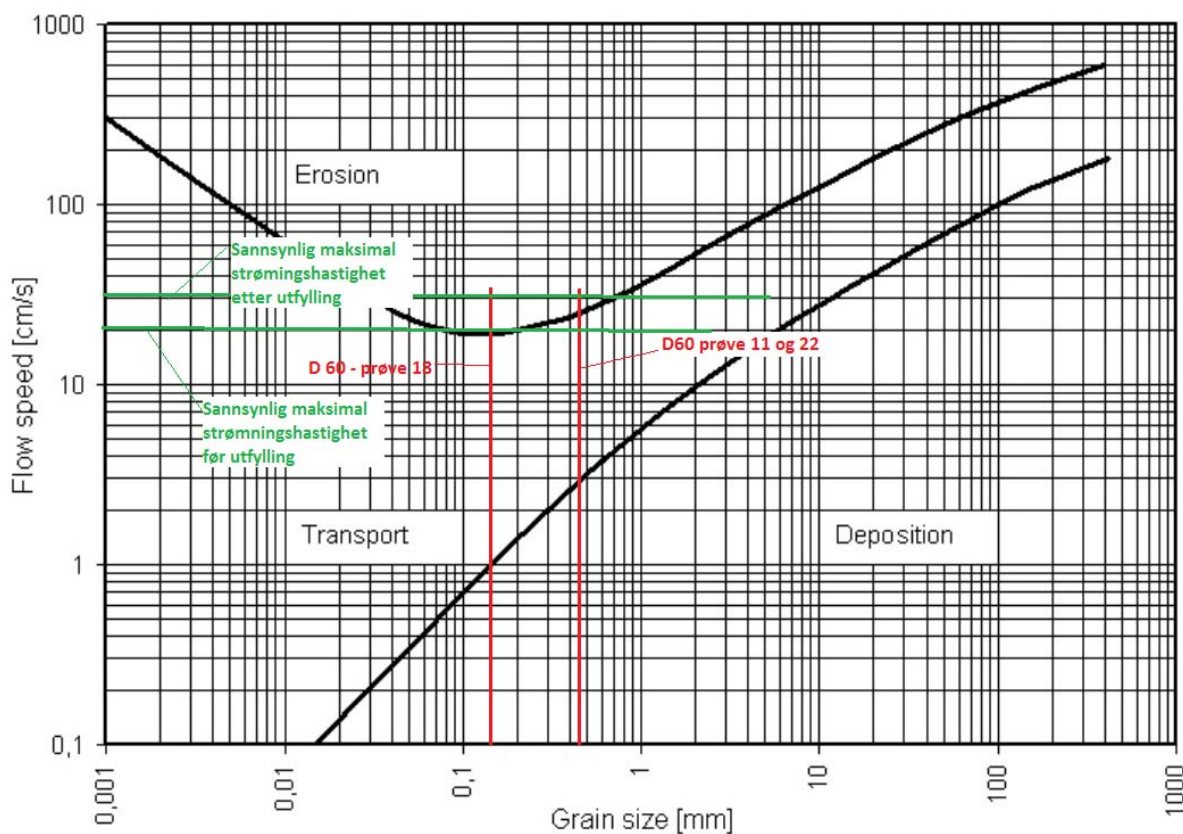
Hastighetsøkningen fra før til etter ferdig utfylling i et snitt i like vest for hull 18, er beregnet til ca. 0.1 m/sekund.

Absolutt hastighet etter utfylling er beregnet til mellom 0,3 og 0,7m pr sekund ved flom på 1000 m³/sek.

Tabellen nedenfor oppsummerer data fra prøveopptak fra 2016 og kornfordelingsdiagrammer:

Borpunkt nr	Kote topp borhull	Materialbeskrivelse 0,2 - 1m dybde	D10, mm	D60, mm	C _u , sorterings-tall D60/D10
11	-8,4	Sand	0.0773	0.4308	5.6
18	-9,7	Sand, siltig, m. treflis	0.0093	0.1597	17.2
22	-7,7	Sand	0.1687	0.4261	2.5

Transport, erosjon og avsetninger i elver beskrives ofte ved hjelp av Hjulstrøms diagram som i hovedsak er empirisk utledet.



Figur 8.2. Hjulstrøm/Sundborg diagram. (Idaho State University/Wikipedia.com, nettside besøkt 05.09.2016). D₆₀ kornstørrelser (60% av massen har mindre kornstørrelse enn D₆₀) for sedimentene er vist som vertikale linjer i diagrammet.

Beregnete vannhastigheter i flom er vist som horisontale linjer i diagrammet. Utfyllingen gir en beskjeden økning av vannhastigheten i flom.

Kornfordelingskurvene i vedlegg 6 viser at så nær som de finkornede prøvene fra hull 18 tatt fra kote -9.7, inneholder sanden også partikler opp til 1 mm.

Som diagrammet i figur 8.2 viser er en balanse mellom transport av løsmasser i vann, erosjon og avsetning av sedimenter avhengig av vannhastigheten.

Vår vurdering er at erosjonen ikke kan bli så omfattende at den undergraver elvebredden i tilstrekkelig omfang til i seg selv å utløse noen utglidninger i strandsonen. Etter en tids erosjon vil ellevannet vaske fram en naturlig «erosjonsbeskyttelse» av mellomgrov sand.

Det er sannsynlig at de finkornede massene som vi har tatt prøver av, er sedimentert lokalt etter siste storflom, eller at flommen da ikke klarte å trykke ut saltvannskilen helt ned til kote -9.7 der prøven ved pkt. 18 er tatt opp. Under saltvannsgrensen er vannhastigheten lite innvirket av flomforholdene, og sedimentene skjermes mot erosjon.

8.2 Stabilitet av elvebreddene

Mot Holmen i nord er det ikke påvist finkornede sedimenter med lav skjærstyrke. Elvebredden består her av sand dekket med steinmasser.

Ingen av prøveseriene ved boring 11, 18 og 22 som er tatt opp i elvebunnen viser svært dårlige grunnforhold eller kvikkleire. De foreliggende data utelukker at det kan oppstå store ras.

Ved hull 11 og 18 er det 5 og 3 m sand over siltig leire og ved hull 22 som ligger ute i nåværende deltaavsetning, er det sandige masser til mer enn 10 m dybde.

Alle nye tiltak i strandsonen, inkludert evt. nye mudringsarbeider i elva, må prosjekteres og utføres i hht. NVEs retningslinjer 7-2014, som krever en beregningsmessig sikkerhetsfaktor > 1.4 , eller en forbedring i forhold til dagens situasjon.

Det foreligger en rekke rapporter og tegninger som viser fundamentering og geotekniske forhold til de fleste av disse bygningene. De fleste bygningene som nå står i strandsonen i dette området, er pelefundamentert til fjell. For evt. videre arbeider mht. stabilitetsvurderinger av elvebredden etter mudringsarbeider, vil kontroll med fundamentering av bygninger langs strandsonen i sør være svært viktig.

9 Diskusjon

9.1 Sammenligning med tidligere studier

Det er tidligere utarbeidet en strømningsmodell for Drammensfjorden av DNV/NGI for utredning av forurensningsspørsmål. Modellen, samt hydrografiske målinger er dokumentert i to rapporter (DNV/NGI 2011; NGI 2012). Modellen er i 3 dimensjoner og omfatter for øvrig et mye større område enn nærværende modell, ettersom DNV/NGI-modellen inkluderer Svelviksundet og noe av den ytre fjorden.

Vedlegg 1 viser bilder av strømningsmønsteret fra (DNV/NGI, 2011). Den interessante observasjonen i denne sammenhengen er at figuren bekrefter strømningsmønsteret fra våre beregninger, herunder sirkulasjonen som er omtalt tidligere, altså en svak motsols (vestlig) bevegelse langs fjordens nordlige ende og at strømmen fra Bragernesløpet renner inn i denne sirkulasjonen i en høyresving.

Det er imidlertid avvik mellom modellene i større avstand fra Drammen by; mens den utovergående hovedstrømmen av ferskvann går nærmere fjordens vestbredd i vår modell, går den nærmere fjordens østbredd hos DNV/NGI. Sistnevnte kan godt være mer korrekt, men dette kan tillegges mindre vekt ettersom dette er i trygg avstand fra Holmen.

DNV/NGI-modellen gir videre et godt bilde av lagdelingen i fjorden. Ferskvannslagets tykkelse ligger omkring 3-7 m. Strømningshastigheten i ferskvannslaget er vesentlig høyere enn i dypet. Det er vist et (vertikalt) hastighetsprofil fra *nærheten til Drammenselvas* utløp (Vedlegg 2) for et tidspunkt med vannføring omkring 300 m³/s i Drammenselva; dette viser hastigheter fra 2 til 18 cm/s i ferskvannslaget (ca. 5 m tykt) med en middelhastighet for ferskvannslaget rundt 10 cm/s. Denne kan *til en viss grad* sammenlignes med simuleringsresultatene for ferskvannslaget, som er vist på Figur 9-1 som gjelder tilsvarende elvevannføring. For punktene 1 og 4-5-6 er farten noe mindre (i snitt noe under halvparten), men disse punktene ligger også stort sett et godt stykke unna elvemunningen. Man kan derfor si at de er i tråd med dataene fra DNV/NGI. Punktene 2 og 3 ligger for øvrig, i vår modell, på vesentlig lavere strømfart, ettersom de ligger i bakevjen i den nordligste del av fjorden.

I det 30-35 m tykke bunnlaget under sprangsjiktet ligger hastigheten rundt 1,3 cm/s. Som *middel over hele dybden* tilsvarer de viste hastighetene ca. 2,5 cm/s og er dermed i tråd med resultatene fra den 2-dimensjonale modellen for Holmen. For øvrig kan det noteres at DNV/NGI-modellen viser at strømhastighetene i ferskvannslaget er en størrelsesorden større enn i dyplaget.

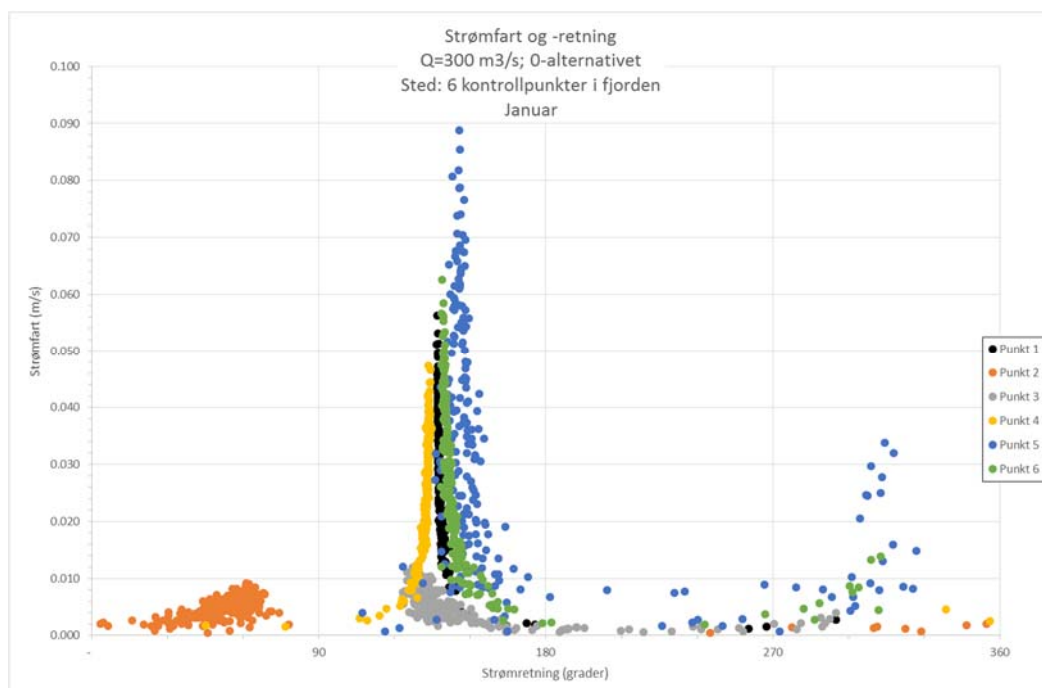
9.2 Syntese

I det foregående er det presentert resultater av modellering, både for en dybdemidlet modell og for en modell som simulerer ferskvannslaget isolert. Kvantitativt er det en stor forskjell i simulert strømfart, hvilket avspeiler at dybden i fjorden er mye større enn ferskvannslagets tykkelse. *Kvalitativt* er strømningsmønsteret relativt likt i begge modellene. Det gjelder også mht konsekvenser av utfylling og konsekvensene utbredelse. Det er stort sett samsvar mellom modellene om følgende:

- Den største økningen av strømfart skjer i den nåværende elvemunningen, som vil lukkes inne i Strømsløpets forlengelse. Her er det en betydelig fartsøkning. De største hastighetene i løpet økes imidlertid ikke, ettersom utfyllingen ikke berører det trangeste partiet der hastighetene er størst.
- På østsiden av den kommende utfyllingen er det en tydelig endring av strømmingens fart og retning, men ikke dramatisk.
- Det er påvist at de geotekniske forholdene er slik at beregnet økt strømfart ikke utgjør et problem for stabiliteten av elvebredd/fjordbredd.

I tillegg er det undersøkt ved hjelp av ferskvannmodellen effekten av avbøtende tiltak i form av en alternativ utforming av utfyllingen. Det ble funnet at selv en moderat omforming av fyllingen hadde en gunstig effekt med hensyn til å redusere strømfarten nær Strømsløpets sørside. I lyset av det siste av kulepunktene over, kan dette synes å ha akademisk interesse, men av praktiske grunner ble modelleringen utført før den geotekniske undersøkelsen forelå.

Akkurat i overgangen elv/fjord er det viss usikkerhet mht hvilken av de to modellene som er mest realistisk, i hvert fall når det gjelder flomsimuleringen ($Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$). Det antas at saltvannskilen presses ut av Drammenselva under flom, og der kilen ikke lenger er til stede vil den dybdemidlede modellen antageligvis gi den beste fremstillingen. Vanskeligheten er å anslå hvor langt saltvannskilen presses ut; antageligvis ligger dette stedet i nærheten av elvemunningen og dermed nær stedet med størst (beregnet) endring av strømfart. Såfremt saltvannskilen ikke lenger er til stede ved Tangen, vil strømhastighetene være mindre enn det som har vært sitert, pga større strømningsstverrsnitt.



Figur 9-1 Strømfart og retning i 6 kontrollpunkter i fjorden. Dagens situasjon. Simulering for ferskvannslaget.

9.3 Konsekvenser mht sedimentasjon

Det er ikke utført beregninger mht sedimentasjonsforholdene og spørsmålet er kun vurdert kvalitativt.

I området der Drammenselva i dag renner ut i fjorden og strømfarten går ned skjer det en viss sedimentasjon. Multiconsult er ikke i besittelse av kvantitative data på dette feltet, herunder sedimentkonsentrasjon i ellevannet samt tykkelse og utbredelse av naturlige sedimentavleiringer i deltaområdet. På generell basis antas det at sedimentkonsentrasjonen i ellevannet ikke er spesielt høy, men i geologisk tidsskala er det rimelig å anta at sedimentasjonavleiringen kan ha et fått et stort omfang.

Når Holmen bygges ut og de trange løpene forlenges ut i fjorden, er det rimelig å anta at sedimentavleiring i fremtiden vil skje lengre ute i fjorden, antageligvis like mye lengre ut som fyllingen er lang i øst-vest retningen, altså ca. 500 m. Tilsvarende er det mulig at de sedimentene som pr i dag ligger utenfor elvemunningen, kan resuspenderes i kraft av lokal økning av strømfarten. Disse vil så

antageligvis suspenderes noe lengre ute i fjorden på samme måte som sedimentene som elven har transportert fra områder lengre oppstrøms.

Det er i det følgende gjort rede for at det i noen grad kan gi en mer korrekt forståelse av strømningsmønsteret om man ser på ferskvannslaget isolert i stedet for å anlegge en dybdemidlet betraktning over hele vannsøylen. Gitt at ferskvannslaget normalt utgjør de øverste ca. 5 m av vannsøylen er ikke resuspensjon fra bunnlaget et aktuelt tema. Imidlertid er det gode indikasjoner på at saltvannkilen presses ut (av Drammenselva) i fjorden under flom. Ettersom både sedimentasjon og re-suspensjon etter all sannsynlighet spiller størst rolle under flom, kan man derfor tillate seg å se bort fra lagdelings-problematikken i denne sammenhengen.

Sammenfattende kan man si at utbygningens konsekvenser mht sedimentasjon forventes å være en flytning lenger ut i fjorden både av ny sedimentering og – i en overgangsperiode - av sedimenter som allerede ligger i den nåværende elvemunningen/deltaet

9.4 Anleggsfasen

Konsekvensene som har vært vurdert i det foregående er de som følger utfyllingens endelige form, noe som kan ligge opp til flere tiår ut i fremtiden. Det ligger i sakens natur at utfyllingens form i hele anleggsfasen vil ta opp mindre plass i elvemunningen enn den endelige formen som har blitt modellert. Følgelig vil de strømningsmessige konsekvensene i anleggsfasen være mindre enn det som har blitt beskrevet her.

9.5 Mer detaljerte undersøkelser

Ett av formålene med utredningen var å vurdere behovet for mer detaljerte undersøkelser, særlig en 3-dimensjonal modellering, sett i lyset av begrensningene i 2D-modellering. Eventuell 3D-modellering ville være betydelig mer krevende enn den gjennomførte analysen, ikke minst når det gjelder behovet for inndata, særlig med henblikk på vertikal densitets- og -hastighetsfordeling. På grunnlag av resultatene som har vært presentert og vurdert i det foregående, konkluderes det at det er overveiende sannsynlig at konsekvenser av utfyllingen er meget lokale. Det ses derfor ikke et behov for supplerende undersøkelser med 3D-modellering.

9.6 Strømmålinger

Det bør nevnes at det i løpet av sommeren 2016 utføres strømmålinger i Strømsløpet, i regi av Kystverket. Resultatet av disse ville hatt stor verdi for kalibrering av modellen vår, men tidsrammen tillot ikke å avvente disse målingene. Det hadde imidlertid vært ønskelig å kunne ta i bruk disse målingene, som ville kunne kaste lys over strømmens fart og retning, og over spørsmålet om lagdeling.

10 Forurensede sedimenter

Strømningsmodelleringen konkluderer med at strømforholdene ut i Drammensfjorden ikke endrer seg vesentlig ved videre utfylling. Det er modellert en teoretisk økning av strømfarten, som vist i Figur 6-1 (gjelder normal vannføringssituasjon) og Figur 5-2 (gjelder ved middelflom, hvor det er antatt at saltvannslaget presses ut og ferskvannslaget når helt til elvebunnen). Økningen begrenser seg til 2 lokale delområder i Bragernesløpet og Strømsløpet, og manifesterer seg i ferskvannslaget, dvs. teoretisk til vanddybder på opptil 7 m. I dypere liggende vannlag i fjorden vil strømningsbildet være uendret fra dagens forhold, dvs. saltvannet ligger i ro.

Endrede strømningsforhold kan teoretisk medføre økt bunnerosjon av finsediment innenfor arealer med økt strømfart som ligger grunnere enn 7 m dypde. Med henvisning i figurene 6-1 og 5-2 gjelder dette et område på ca. 10 000 m² i Bragernesløpet, sør for utfyllingsområdet på Lierstranda (jf. Figur 10-1), og et mindre område ved Tangenbakken i Strømsløpet, jf. Figur 10-2).

Generelt er miljørisikoen i forbindelse med erosjon i forurensede sedimenter knyttet til:

- Spredning av forurensede sedimentpartikler til mindre forurensede områder.
- Avdekking, eksponering og økt bio-tilgjenglighet av dypere, forurensede sedimentlag.
- Reversering av naturlig tildekking av forurensede sedimenter med rene elvededimenter.

Strømningsmodelleringen gir ikke svar på hvor dyp erosjon som det må påregnes å bli som følge av utfyllingen, men den vil innebære en mekanisk sortering av bunnsedimentene, slik at bunnsedimentet etter hvert blir mindre eroderbart.

Sedimenter med høyt finstoffinnhold har som regel et høyere forurensningspotensial enn grove sedimenter. Fine partikler transporteres også lengre i vannmassene før de re-sedimenterer på sjøbunnen enn grove.

Forurensningstilstanden i sedimentene rundt Holmen er nærmere beskrevet i Multiconsults notat 814203-RIGm-NOT-002.

Delareal i Bragernesløpet

Vi kjenner kun til ett prøvepunkt fra 2013 på det aktuelle området med økt erosjonsrisiko i Bragernesløpet, med to prøver av sediment fra 0-5 cm og 10-20 cm dyp. Sedimentene beskrives på ca. 6 m vanddybde som fine, med kornstørrelse < 63 µm rundt 55 % og et TOC-innhold på ca. 3-4 % TS. Tørrstoffinnholdet ble målt til ca. 45 %. Sedimentene nærmere land (på vanddybde ca. 3 m) er imidlertid registrert å være mer sandige og ha en lavere finstoffraksjon (ca. 30 % < 63 µm).

Det var relativt lave konsentrasjoner av tungmetaller og PCB7 i de to sedimentprøvene. Sedimentkvaliteten dypere enn 20 cm er ukjent. Miljøkvaliteten bestemmes av PAH-innholdet, som ligger i kvalitetsklasse IV (dårlig), jf. Miljødirektoratets veileder TA-2229 "for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann". Det ble også påvist et visst innhold av oljerelaterte stoffer. Prøven ble ikke analysert for TBT.

Landområdet nord for prøvepunktet (jf. figur 9-1) er utfyllt i sjøen før 2003, og i 2010 ble strandlinjen opparbeidet ytterligere med strandpromenade og tilkjørt ren sand. Som følge av dette kan det antas at de grunne sedimentene består av tilkjørt, rene masser, mens finstoff- og forurensningsinnholdet gradvis øker mot 5 m dypde.

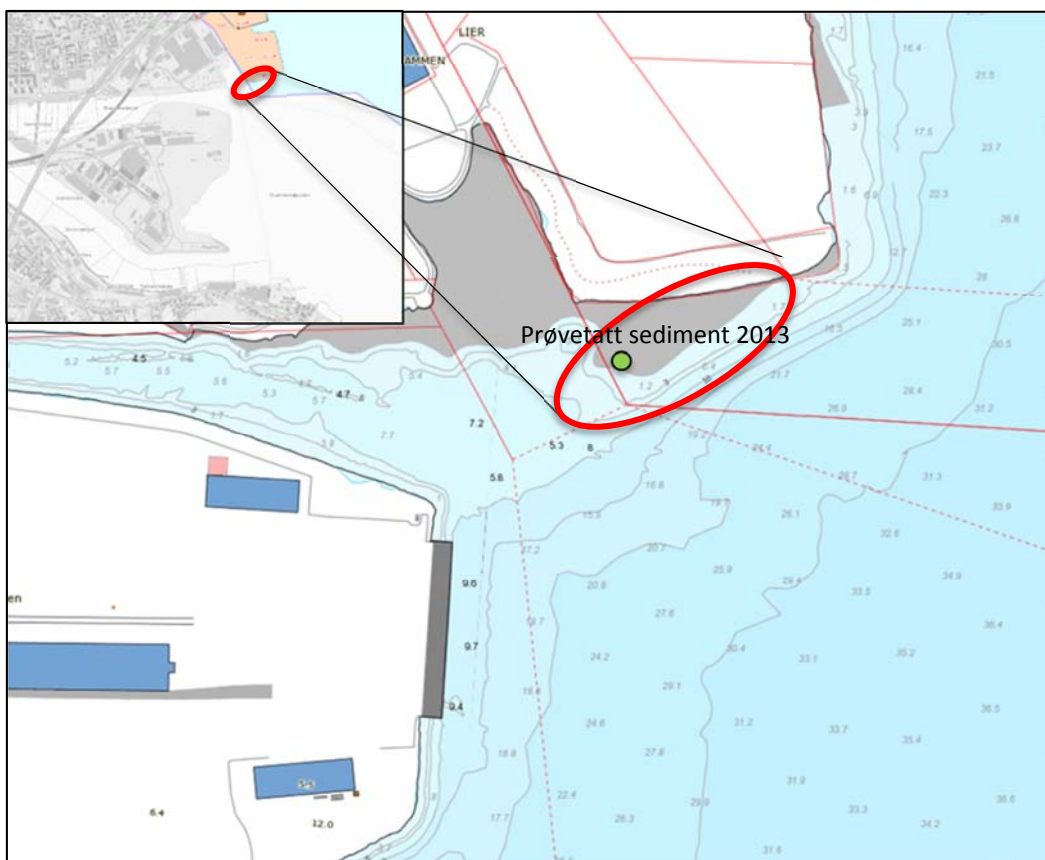
Andre sedimentprøver utenfor aktuelt delområde i Bragernesløpet har vist god gjennomsnittskonsentrasjon av metaller og PAH (kvalitetsklasse II) og moderat miljøkvalitet for PCB (klasse II – III). Det

er ellers analysert noen prøver som har hatt en gjennomsnittskonsentrasjon for TBT i miljøklasse I (bakgrunnsnivå).

Økt erosjon synes ut fra dette å kunne medføre en tidsbegrenset spredning av moderat forurensede sedimenter. Sedimentene vil da avsettes lenger ut i fjorden, på sjøbunn hvor det er målt tilsvarende miljøgiftkonsentrasjoner som i erosjonsområdet.

Erosjonsforholdene i det ytre Bragernesløpet vil også i stor grad bestemmes også av bølgepåvirkning, springflo og årlig vårflo.

Ut fra foreliggende kunnskap konkluderes det med at noe økt erosjon i det ytre Bragernesløpet (jf. Figur 10-1) vil ha liten betydning for miljøtilstanden i sedimentene ellers i Indre Drammensfjord.



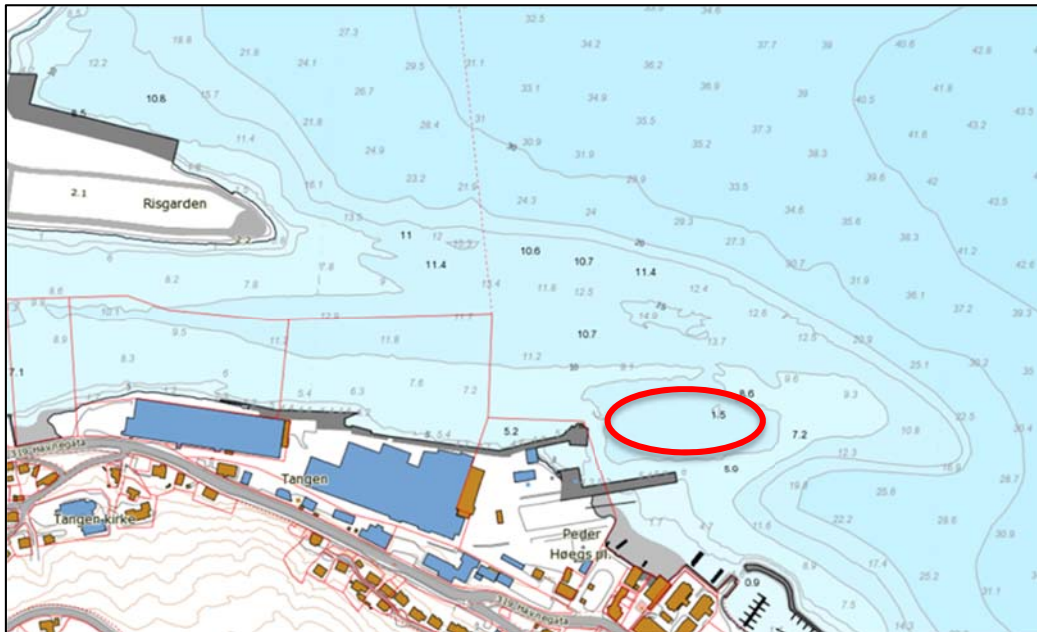
Figur 10-1 Rød sirkel viser et område i Bragernesløpet hvor det muligens blir økt erosjon ved videre utfylling på Holmen.

Delområde Tangenbakken

På Tangenbakken i ytre Strømsløpet viser også strømningsmodelleringen at videre utfylling på Holmen kan gi en tidsbegrenset økning i strømfart og erosjon knyttet til ferskvannslaget ned til 7 m dybde.

Sedimentene i Strømsløpet generelt er undersøkt over flere år. De nyeste undersøkelsene viser lave konsentrasjoner for metaller, PCB og PAH (klasse I – II, men punktvis opp til klasse III), og gjennomsnittlig moderat/ dårlig miljøkvalitet for TBT (klasse IV- V). Sedimentene i nærheten av Tangenbakken består av sand med lav finstoffandel.

Det må ut fra dette antas at økt erosjon kan medføre en tidsbegrenset spredning av moderat til sterkt forurensede sedimenter, men at sedimentene vil avsettes relativt raskt igjen i nærområde nedstrøms. Strømningsmodelleringen beskriver ikke hvor stort omfanget av en økt erosjon vil bli, og også her vil erosjonen være naturlig påvirket av spesielle vær-situasjoner og hydrografiske situasjoner som springflo og årlig vårflo.



Figur 10-2 Rød sirkel viser et delområde i Strømsløpet hvor det muligens blir økt erosjon ved videre utfylling på Holmen.

Avbøtende tiltak

For å dokumentere om mulig økt erosjon fører til mer forurensning i og utenfor erosjonsområdene, kan det utføres sedimentprøvetaking og utsetting av sedimentfeller som del av overvåkningsprogrammet ved videre utfylling på Holmen. Slik prøvetaking vil imidlertid vanskelig kunne svare på om endret miljøkvalitet på sjøbunnen skyldes utfyllingen eller naturlige erosjonsvariasjoner.

For å påvise en miljøkonsekvens av endrete erosjonsforhold må forurensningssituasjonen dessuten overvåkes før, under og etter utfyllingsperioden, som i seg selv vil pågå i en del år. Dokumentasjons- og overvåkningsbehovet må vurderes nærmere når den videre utfyllingen på Holmen er detaljprosjektert.

11 Andre temaer; flom, flodbølge og havnivåstigning.

11.1 Estimerer for landheving og havnivåstigning

Iflg rapporten «Estimerer av framtidig havnivåstigning i norske kystkommuner» (ref. /7/), forventes en økning på 80 cm i globalt havnivå fram mot år 2100. I den fylkesvise oversikten i vedlegget til ref. /7/ kan vi se at den lokale havnivåstigningen fra år 2000 fram mot år 2100 er beregnet til 45 cm for Drammen. Dette er «*nettoheving*» som tar høyde for lokal landheving.

Tallene for en stormflo med 100 års returperiode er oppgitt til 208 cm. Høyden er relatert til høydegrunnet NN1954. Tallet inkluderer beregnet havnivåstigning.

Dermed har man verdien NN1954 + 2,08 m for stormflonivå med 100 års gjentaksintervall ved Brakerøya. Dimensjonerende episode skal være 200 år. Veilederen «Håndtering av havnivåstigning i kommunal planlegging», ref. /8/, angir at 200 års stormflonivå kan antas å være 10 cm høyere enn 100 års nivå på strekningen Oslofjorden - Arendal.

Dimensjonerende verdi for stormflo ved Brakerøya blir dermed 2,18 m referert NN1954.

Konvertering til NN2000 tilsvarer ifølge Drammen Kommune (ref. /12/) 13 cm økning av de oppgitte høyder ved Holmen. Vi har med andre ord beregnet relativ stormflo (ref. NN2000) til 2,31 m i år 2100 på Holmen.

Den statiske vannstanden som definerer kotehøyden for sårbare områder vurderer vi å beregne som høyeste estimerte stormflonivå pluss eventuell vannstandsstigning på grunn av samtidig inntruffet flomvannføring og/eller ras. Bølgepåvirkningen regnes å overlagre denne vannstanden.

11.2 Flodbølge i Drammensfjorden pga. ras

Dette temaet er tidligere omhandlet i dokumentet «Idefase nytt sykehus Vestre Viken», ref. /4/.

Ulike ras-scenarier er simulert i 2d-modell, og resulterende bølgehøyde ved Brakerøya er presentert i tabell der en sannsynlig verdi for utløsning av ras på 5 minutter angir 4 cm vannstandsstigning ved Brakerøya. En skal være oppmerksom på at en reduksjon av rasutløsningstiden fra 5 minutter til 1 minutt vil øke vannstandsstigningen til ca. 30 cm. Reduseres rasutløsningstiden ytterligere, dvs. mot momentant utløst ras, kan man tenke seg betydelig høyere vannstandsstigning, helt opp mot 2 m.

Det ble i ref. /4/ konkludert med at 4-30 cm vil være et sannsynlig utfallsrom, men 30 cm betraktes som godt på den sikre siden av det mest sannsynlige scenariet (4 cm).

Det er kontrollert hvordan den rasutløste bølgehøyden ble ved Holmen, og det konstateres at den er på nivå med det nivået ved Brakerøya. For å være på sikker side benyttes det høye av estimatene, 30 cm.

11.3 Flom i Drammenselva

Generelt kan det sies om flomforholdene i nederste del av Drammenselva at flom i elva øker vannstanden kun oppstrøms Øvre Sund bro, som utgjør en terskel. Nedstrøms denne broen er vannstanden praktisk tatt identisk med vannstanden i fjorden, uansett vannføring i elven, altså også ved flom. Strekingen fra Øvre Sund bro til utfyllingen er ca. 3 km. Følgelig vil utfyllingen ikke påvirke flomvannstand i Drammenselva.

NVE har kartlagt flomrisiko i Drammensvassdraget (ref. /9/), inklusive forbi Holmen. I risikoanalysen angis flomvannstander bl.a. for 200 års flom. Risikoanalysen er basert på at flom i vassdraget kan inntreffe samtidig med høy vannstand i sjø. I tråd med det som er nevnt i første avsnitt, beregner NVE at på de nederste 2-3 km fra fjorden er det kun sjøvannstanden som definerer flomvannstanden

og ikke vannføringen fra vassdraget. Dimensjonerende flomvannstand med 200 års gjentakelsesperiode er beregnet til 1,9 m av NVE.

Det nevnte tallet for flomvannstand er altså egentlig definert av stormflo. Dette fenomenet er allerede tatt hensyn til i avsnitt 11.1. Tallet fra NVEs flomsoner rapport stammer fra 2005 og hadde ikke primært fokus på havnivå og det anses for tilrådelig å legge mer vekt på de ferskere tall fra DSB (NN1954 2,18 m). Ettersom dette tallet er høyere er det også på den sikre siden å basere seg på dette tallet fremfor det lavere tallet fra flomsonekartleggingen.

Multiconsult har i et annet oppdrag (Ref /10/) undersøkt oppstuvning i Drammensfjorden under flom, som følge av Svelvikterskelen. Det ble funnet at oppstuvningen kunne komme opp i 40 cm ved tusenårsflom. I denne sammenhengen er det imidlertid 200-årsflom som gjelder og vurderes at tallet da er nærmere 30 cm.

11.4 Samlet påvirkning

Til sammen gir de omtalte påvirkningene følgende statiske høyde for dimensjonering:

		NN1954	NN2000
Absolutt høyde	Stormflo 200 år (inkl. havstigning)	218	231
Tillegg	Rasutløst flodbølge	30	30
Tillegg	Flom	30	30
	Sum – statisk høyde	278	291

11.5 Beregning av bølgepåvirkning

I tillegg til statisk høyde kommer kortvarig påvirkning og oppskyll fra vindgenererte bølger. Multiconsult har tidligere beregnet bølgehøyde for Vestre Viken Sykehus på Brakerøya (Ref. /10/). Utredningen kom frem til såkalt *signifikant bølgehøyde* 1,5 m for Brakerøya. Ettersom strøklengde og retning er stort sett den samme for Holmen som for Brakerøya brukes samme verdien.

Bølgens oppskylling når den treffer land avhenger av fjordbreddens skråningsvinkel og av materialets overflate (hvor glatt/ru) og det benyttes en korreksjonsfaktor som avspeiler disse to parameterne. I ugunstigste fall kan korreksjonen komme opp i en firedobling, nemlig i fall skråningen er helt vertikal (dvs. en kaikant) og materialet glatt. Med grov stein og slakk skråning blir korreksjonen mindre. Det antas en middels slakk skråning (1:2), men glatt, tett overflate (f.eks. betong). Korreksjonen blir 2,0 og oppskyllingen blir $2,0 \times 1,5 = 3,0$ m.

Såfremt de mest eksponerte breddene blir utformet som kaikanter, kan det være aktuelt å bruke en dobbelt så høy faktor.

Oppskylling har betydning først og fremst i forbindelse med erosjonsbeskyttelse og evt. overvannshåndtering.

11.6 Konklusjon

Resulterende kotehøyde for sårbare områder blir dermed 5,78 m (NN1954) som tilsvarer 5,91 m (NN2000). Tallene i tabellen under er avrundet til nærmeste desimeteren.

		NN1954	NN2000
Absolutt	Statisk høyde	278	291
Tillegg	Maksimal bølgeoppskylling (Middels slak skråning, glatt overflate)	300	300
Absolutt	Statisk + oppskyll (avrundet verdi)	580	590

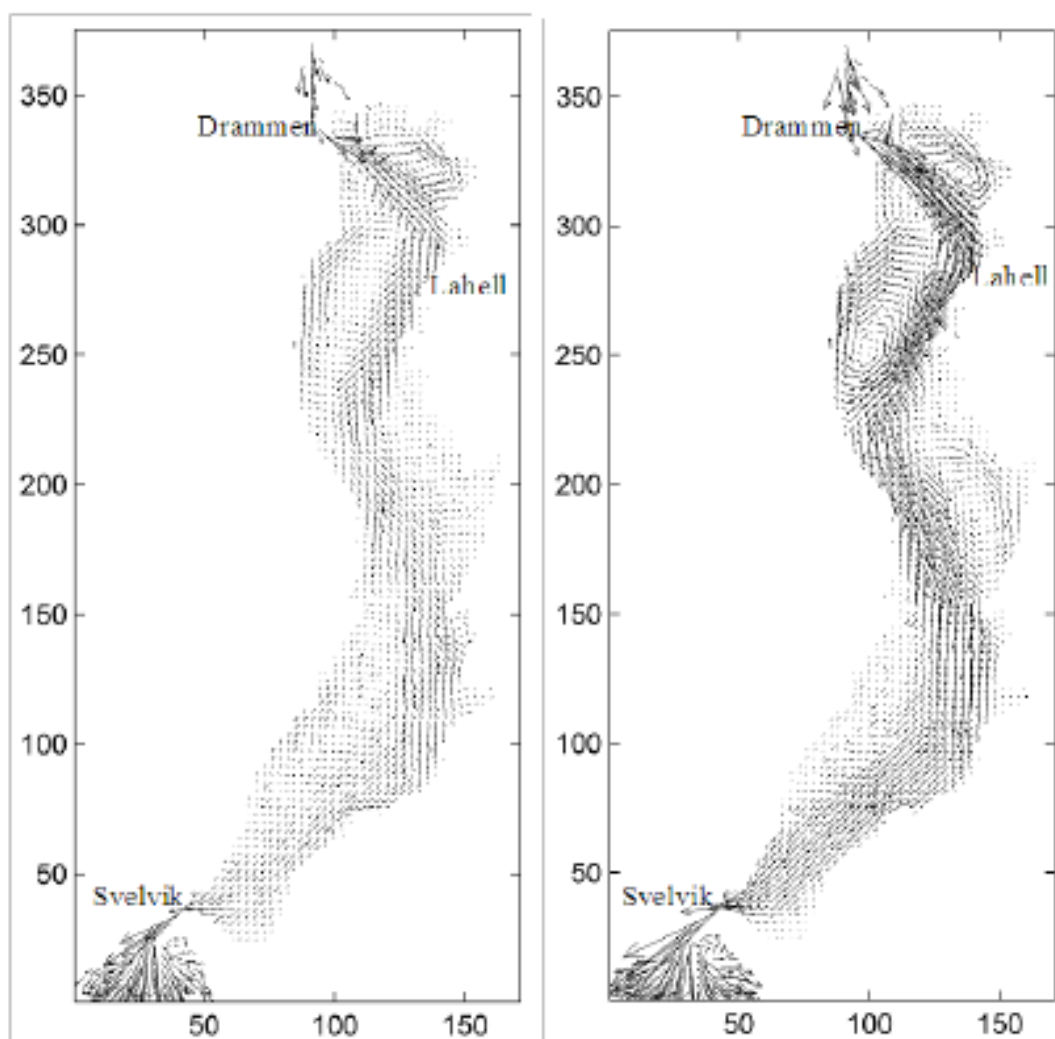
12 Konklusjon

Utfyllingsprosjektet vil i sin endelige fase fylle opp masser i fjorden en snau kilometer fra nåværende strandlinje. Analysen viser:

- Den største økningen av strømfart skjer i den nåværende elvemunningen, som vil lukkes inne i Strømsløpets forlengelse. Økningen ligger typisk rundt 0,1 m/s (max. 0,2 m/s midt i løpet der hastighetene er størst).
- I kontrollpunktene i fjorden i større avstand fra Holmen påvises det stort sett kun ubetydelige endringer av strømningsmønsteret.
- På støttefyllingen, øst for den kommende utfyllingen, er det en tydelig endring av strømmingens fart og retning, men ikke dramatisk og endringen vurderes å være uproblematisk.
- Basert for beregnet strømfart og påviste kornstørrelser konkluderes at fyllingen ikke vil forårsake erosjon omfattende nok til å undergrave elvebredden og utløse utglidninger i strandsonen. Etter en tids graving vil elvevannet vaske fram en naturlig «erosjonsbeskyttelse» av mellomgrov sand. Ingen av prøveseriene som er tatt opp i elvebunnen viser svært dårlige grunnforhold eller kvikkleire. De foreliggende data utelukker at det kan oppstå store ras.
- En moderat omforming av fyllingens sørlige avgrensning vil ha en gunstig effekt med hensyn til å redusere strømfarten nær områdene med størst økning.
- Usikkerheten mht. hvor langt saltvannskilen i Drammenselva presses ut under flom gjør at det er vanskelig å avgjøre hvilken av de to simuleringene (dybdeintegreert eller ferskvannslaget isolert) som er mest realistisk under flom, særlig i elvemunningen. Ferskvannssimuleringen er tillagt størst vekt i analysen, ut fra en «føre var» betraktning; denne gir større strømfart pga mindre, aktivt strømningsareal.
- Utfyllingen vil på lengre sikt flytte sedimenteringsområdet lengre ut i fjorden enn det er i dag. Den nåværende/historiske sonen med sedimentasjon vil i en overgangsperiode kunne resuspenderes pga. lokalt økt strømfart og sedimenteres lengre ute i fjorden, utenfor den kommende elvemunningen.
- På basis av eksisterende kjennskap til forurensede sedimenter i det påvirkede området, vurderes utfyllingen å være av liten betydning for miljøtilstanden av Indre Drammensfjord.
- Vurderingen av flom, flodbølge og havnivåstigning konkluderer med at statistisk 200-års vannstand er NN2000 291 cm, mens kortvarige bølgesprut kan komme opp i ca. NN2000 600 cm.

VEDLEGG 1

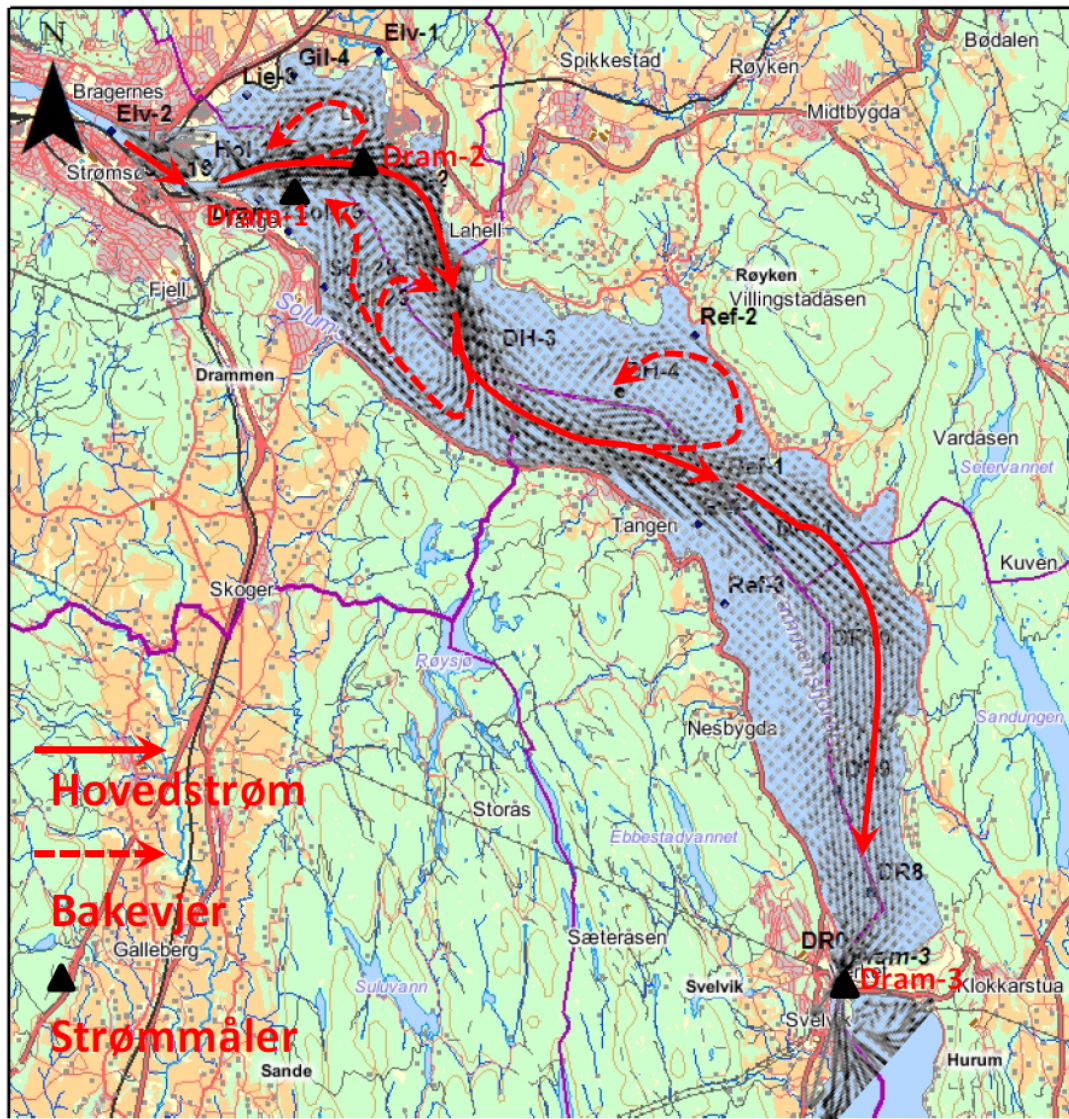
Utdrag fra tidligere undersøkelser



Figur 14 Modellert strømretning (pilenes retning) og hastighet (pilenes lengde) i overflatevannet i Drammensfjorden. Figuren til venstre viser strømforholdene i februar med lite vannføring i Drammenselva, figuren til høyre viser strømforholdene i april med høy vannføring på grunn av vår flom. X- og y-aksen viser antall gridd-linjer brukt i modellen.

Illustrasjon fra NGI 2012. (ref. /6/)

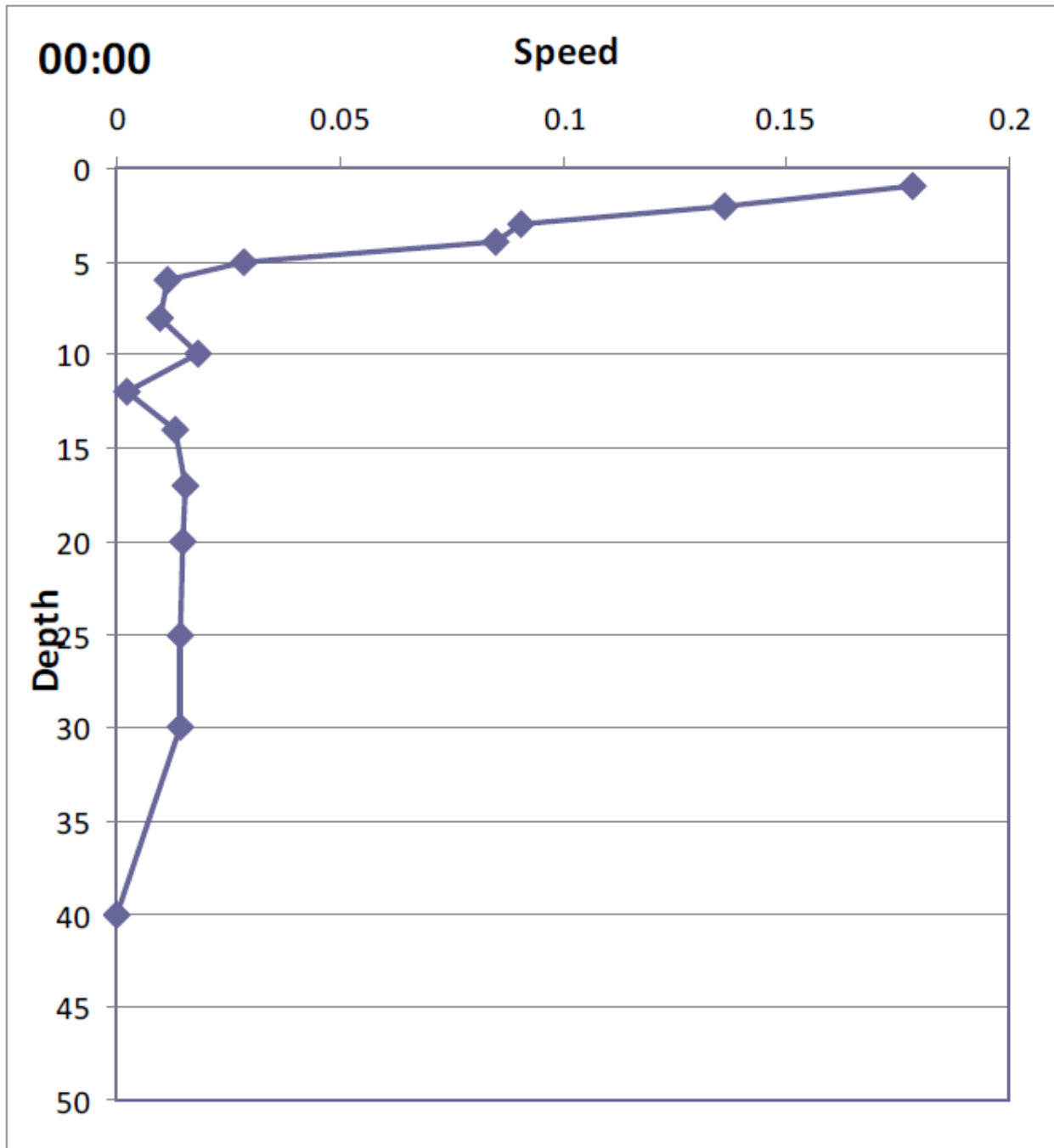
Utdrag fra tidligere undersøkelser



Figur 15 Illustrasjon av hovedstrømretningene i overflatevannet i indre Drammensfjord

Illustrasjon fra NGI 2012. (Ref. /6/)

Utdrag fra tidligere undersøkelser



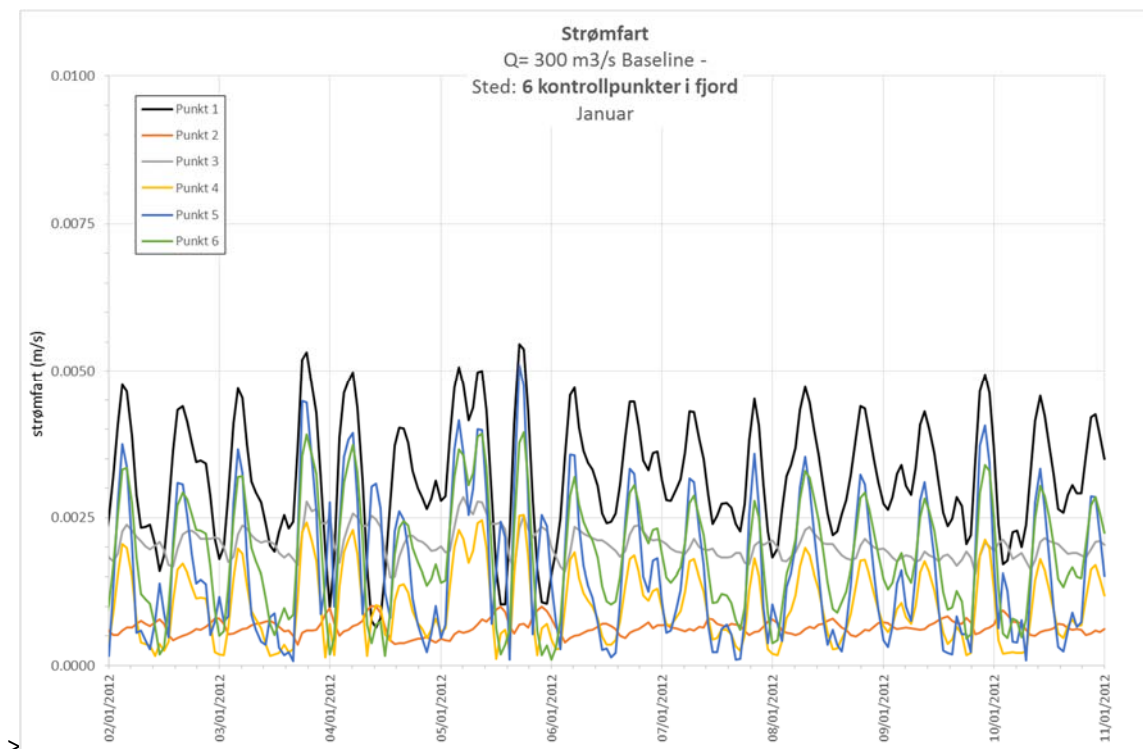
Figur 8 Strømprofil beregnet for lokalitet Dram-1 ved utløpet av Drammenselva.

Illustrasjon fra DNV/NGI 2011. (Ref. /5/)

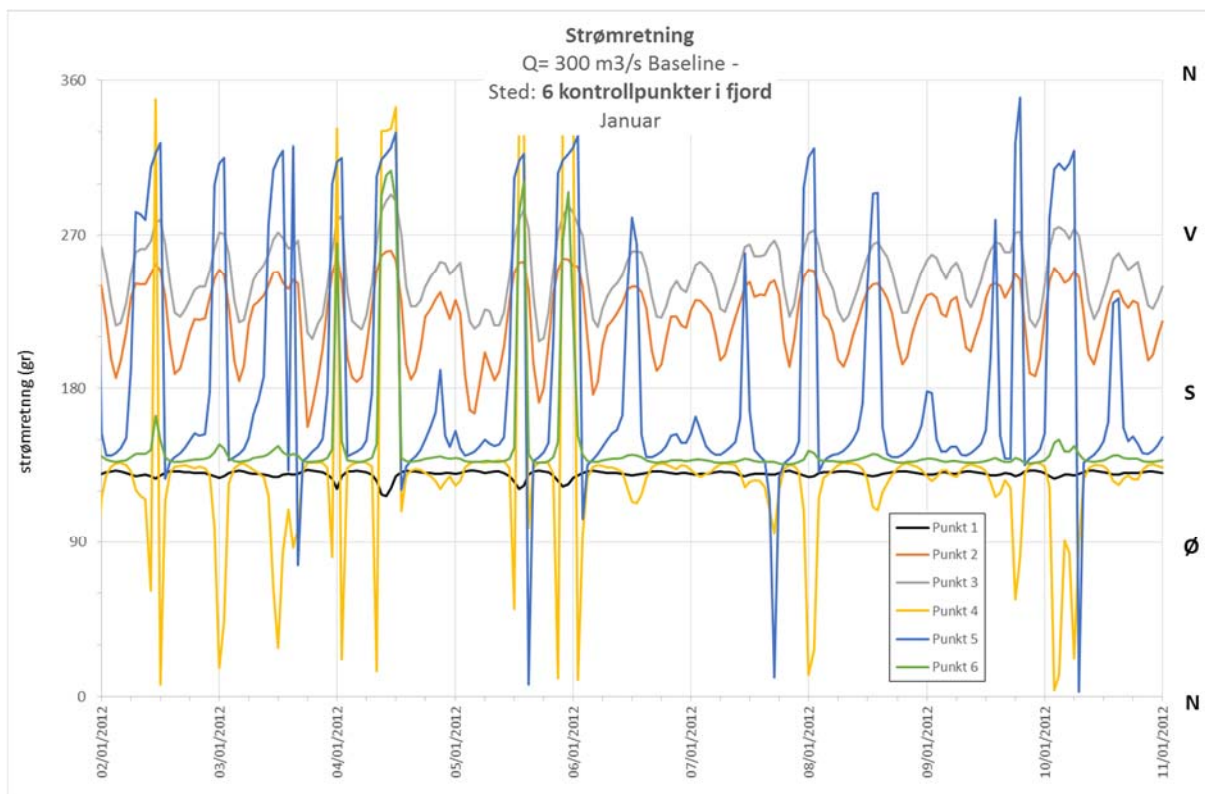
Tidsserier av strøm og retning

VEDLEGG 2

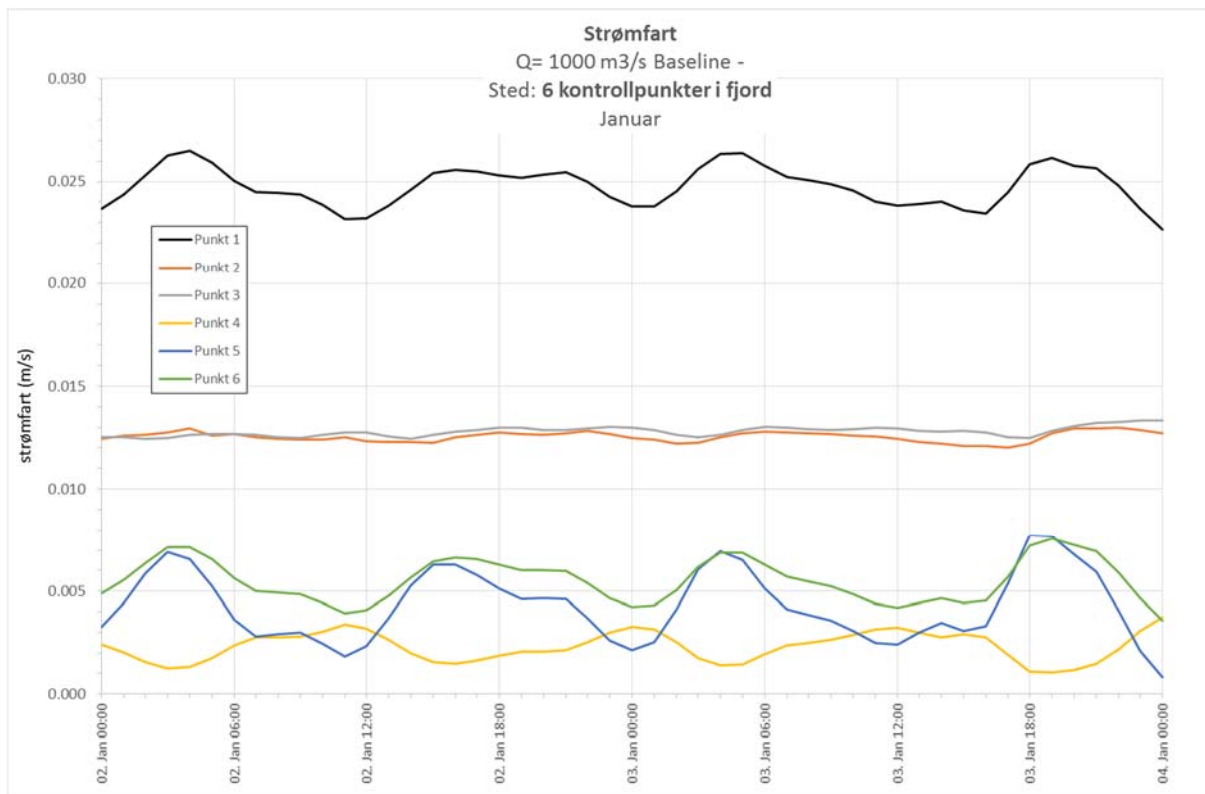
Tidsserier av strøm og retning



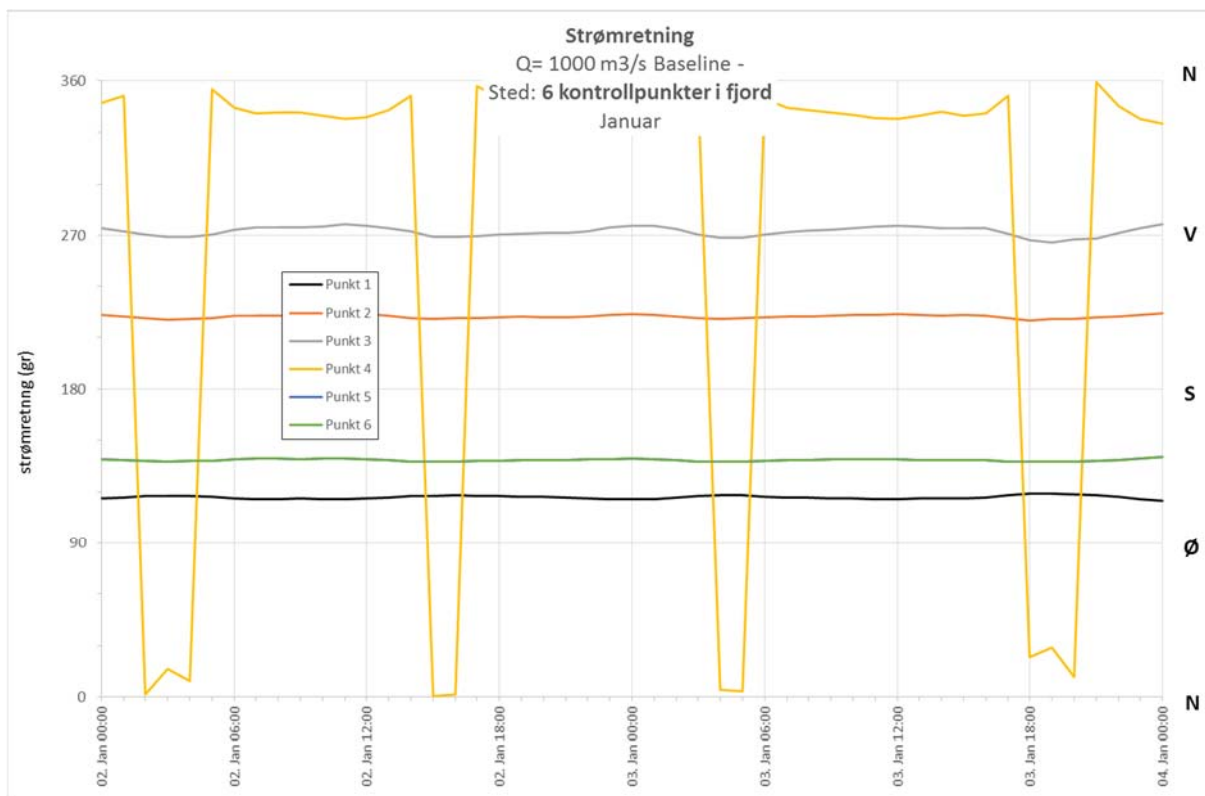
Figur V2-0-1 Tidsserieplot av strømfart i 6 utvalgte punkter i fjorden. $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur V2-0-2 Tidsserieplot av strømningsretning i 6 utvalgte punkter i fjorden. $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$.



Figur V2-0-3 Tidsserieplot av strømfart i 6 utvalgte punkter i fjorden. Q=1000 m³/s.



Figur V2-0-4 Tidsserieplot av strømingsretning i 6 utvalgte punkter i fjorden. Q=1000 m³/s.

Korrelasjon av strøm / retning
(dagens situasjon)

VEDLEGG 3

Korrelasjon av strøm / retning (dagens situasjon)

Korrelasjon av strøm / retning
(dagens situasjon)

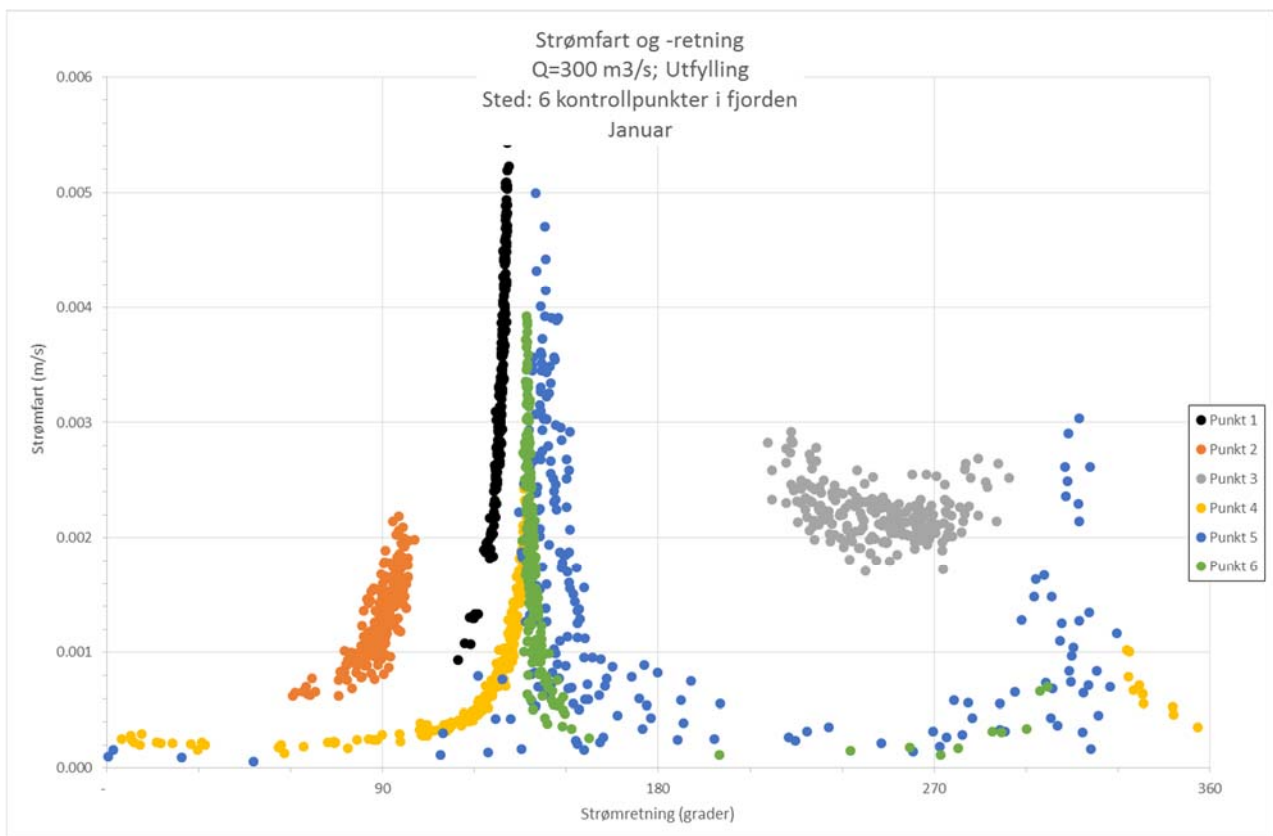
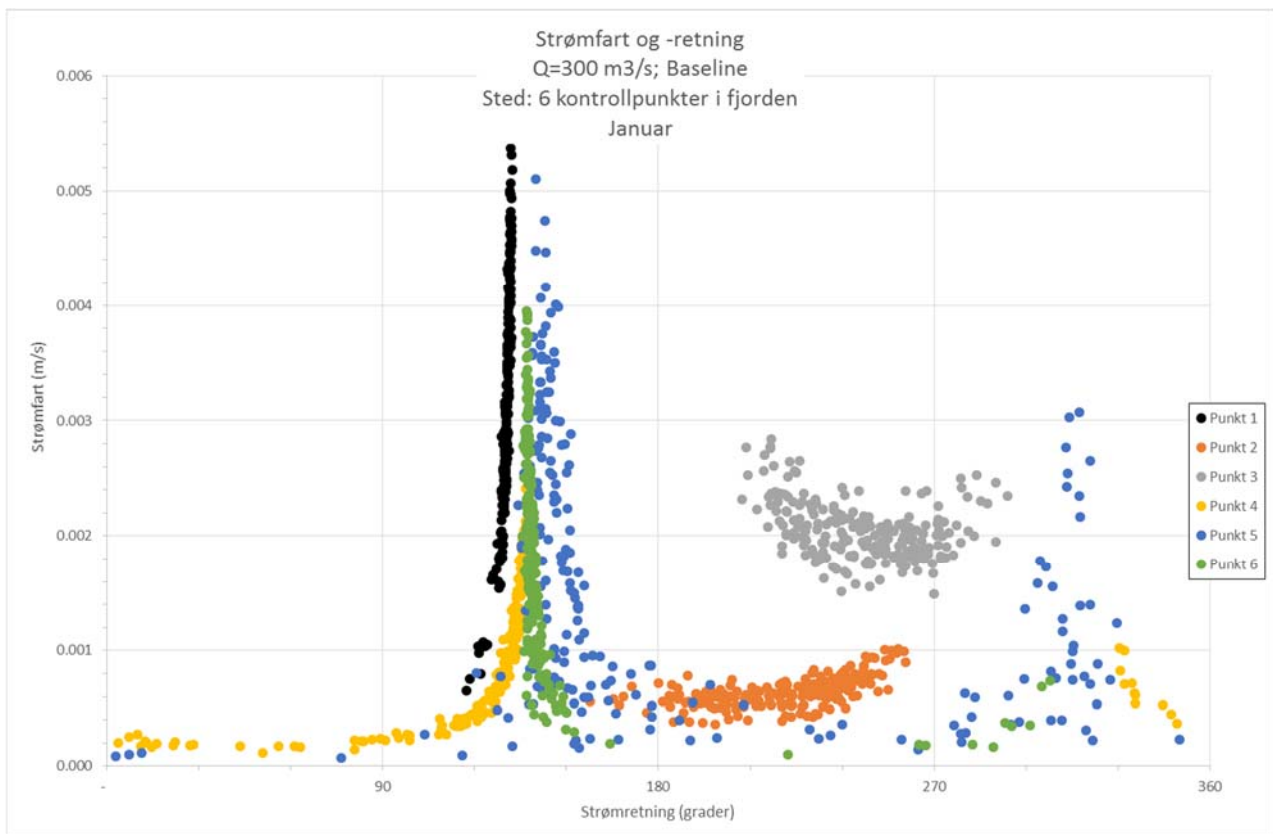


Figur V3-0-1 Strømfart som funksjon av strømretning, 0-alternativet. Øverst: $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$, nederst $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Bemerk forskjellen i y-aksen (4 ganger større for $Q=1000 \text{ m}^3/\text{s}$)

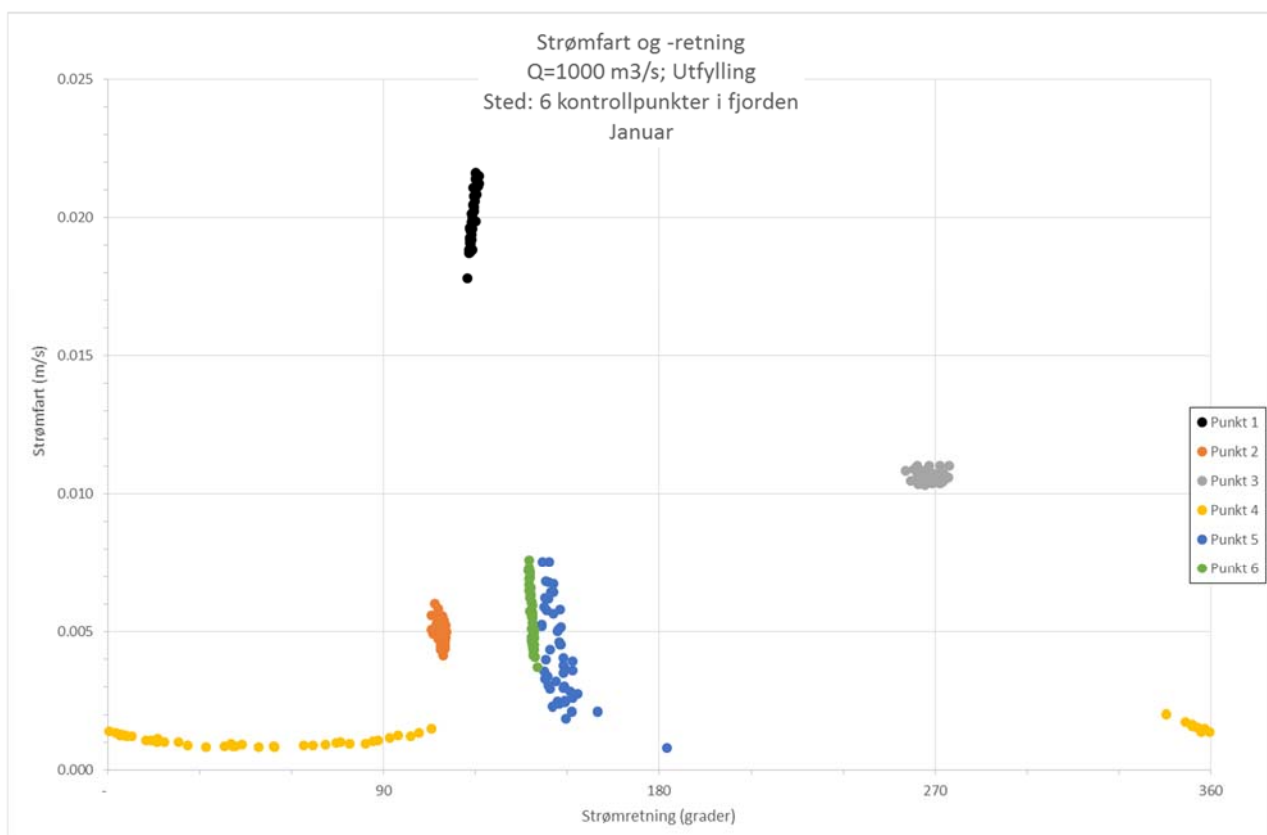
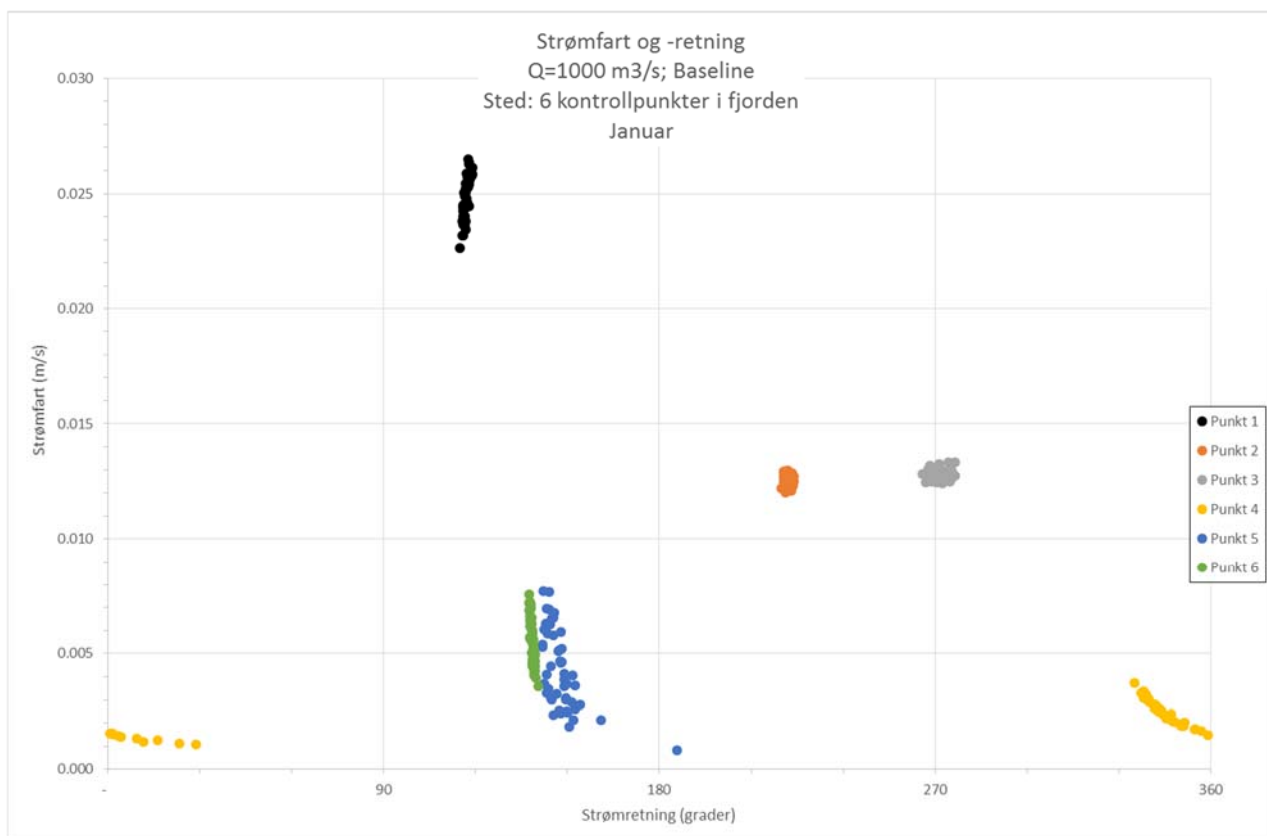
Korrelasjon av strøm / retning.
Sammenligning av Utfylling med dagens
situasjon

VEDLEGG 4

Korrelasjon av strøm / retning. Sammenligning av Utfylling med dagens situasjon



Figur V4-0-1 Strømfart og -retning i seks kontrollpunkter i fjorden. Q=300 m³/s
Øverst: dagens situasjon, nederst: Etter utfylling.

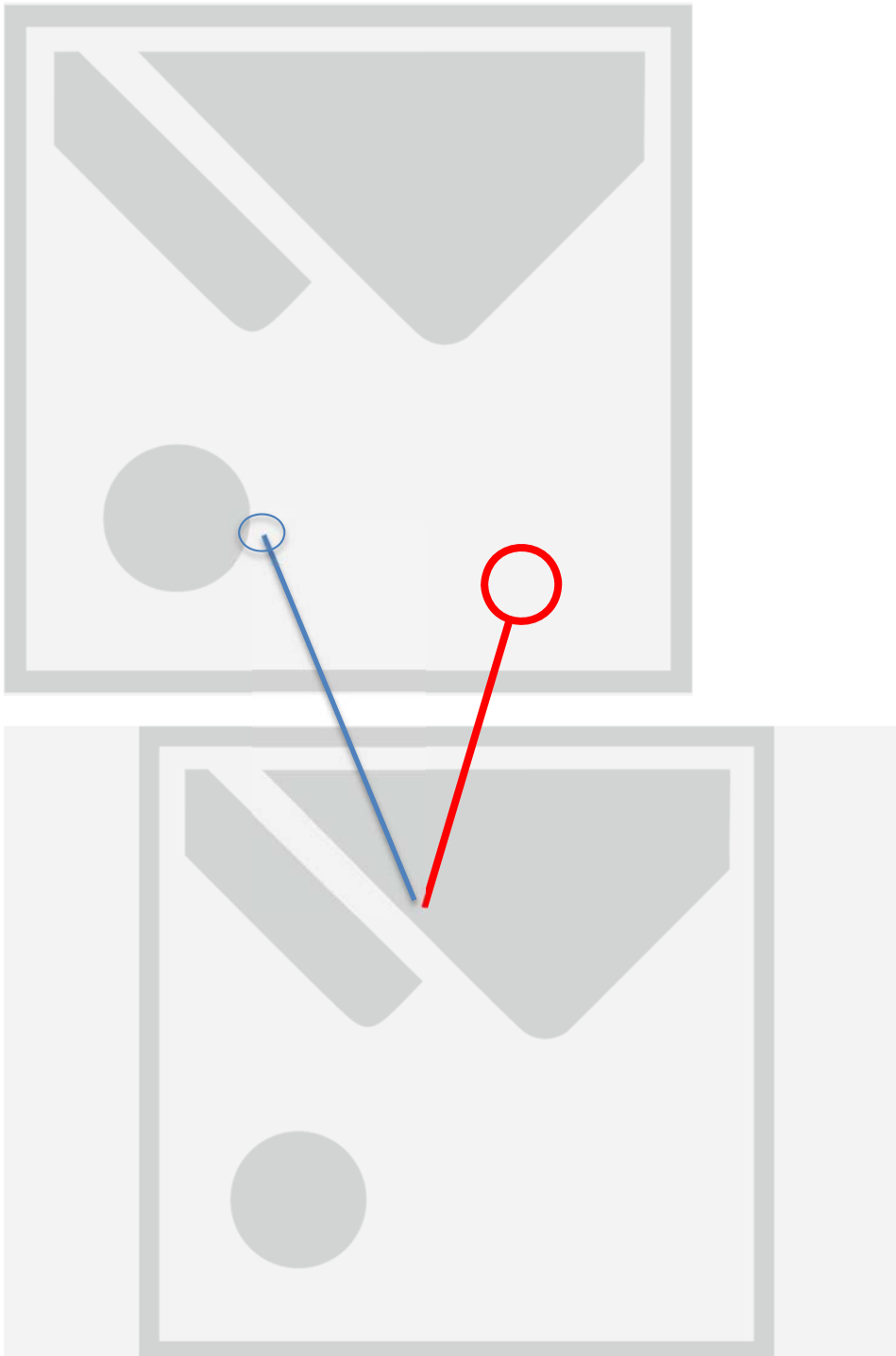


Figur V4-0-2 Strømfart og -retning i seks kontrollpunkter i fjorden. Q=1000 m³/s
Øverst: dagens situasjon, nederst: Etter utfylling.
Bemerk at y-aksen omfatter et større intervall enn forrige figur (ca. 4 ganger større).

Utdrag fra Skrednett.no

VEDLEGG 5

Utdrag fra Skrednett.no



Trolig er stedsangivelsen på www.skrednett.no for skredet i 1965 feil (rød linje). Lokale kilder er ganske sikre på at det riktige stedet er det som er angitt i blått.

Legg merke til beskrivelsen av gravemaskinen i rasområdet.

VEDLEGG 6

Data fra grunnundersøkelser Kystfartsverket, Multiconsults oppdrag 814617









Dybde (m)	Beskrivelse	P-prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udreneret skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	SAND, siltig organisk materiale, store trerester.		K						1,19	74							
	SAND øverst, SILT, leirig under lagdet. foto		K						1,94	45						11	
	SAND fin, to leirag og et organisk lag								1,96	44						4	
	SAND fin, lag av org.mat./trerester og leirige siltlag								1,89	48						2	
5	SAND, to leirag i midten og ett i bunn to org. lag m/trerester								2,03	43							
	LEIRE, siltig siltsjikt								1,96	44						5	
	LEIRE, siltig m/ tynde siltsjikt		T						1,96	44						6	
	LEIRE, siltig m/overgang til silt/leire. fast								1,93	48						12	
	SILT, leirig fast								2,07	38						4	
10	LEIRE, siltig								2,03	41						5	
																1	
																2	
																2	
																3	
																2	
15																	
20																	

Symboler		Enaksialforsøk (strek anglr deformasjon (%) ved brudd)	ρ : 2.72 g/cm ³
		Omrørt konus	T = Treaksialforsøk
		Uomrørt konus	ϕ = Ødometerforsøk
			K = Korngradering
			Lab-bok: Digital
			Borhull: Digital

PRØVESERIE	6
Kystverket	Dato: 2016-06-30
Innseiling Drammen havn	

Prøveserie ved hull 11

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Poreitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
	SAND, siltig med lag av treflis							66	1,73	50,0	7,2						
	SAND et 8cm lag med trerester nederst							66	1,68	63	15,6						
	SAND, siltig, organisk med et par finsandlag, uren								1,87	51	2,1						
	LEIRE, siltig m/sandlag og -lommer								1,85	49							
5	LEIRE, siltig noe sandig i øvre del, et par tynne sandlag								1,93	44							
	LEIRE, siltig jemsulfidflekker								1,88	49							
	LEIRE, siltig								1,91	47							
	LEIRE, siltig								1,94	46							
	LEIRE, siltig								1,92	46							
10	LEIRE, siltig								1,91	47							
	LEIRE, siltig								1,88	50							
	LEIRE, siltig								1,86	50							
	LEIRE, siltig								1,83	53							
	LEIRE, siltig								1,87	51							
15	LEIRE, siltig								1,86	51							
20																	

Symboler	 Enakslforøk (strek anglr deformasjon (%) ved brudd)	 T - Treakslforøk	ρ - Densitet	ρ_s - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet
 Vanninnhold	 Omørt konus	 Ø - Ødometerforøk	S_t - Sensitivitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet	ρ_w - Densitet
 Plastisitetsindeks, I _p	 Uomørt konus	 K - Korngradering															

PRØVESERIE	18
Kystverket	Date: 2016-07-06
Innseiling Drammen havn	

Prøveserie ved hull 18

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porestet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)		
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50			
5	SAND Grovsand i øvre del. To lag med trerester i prøven. Foto		K	○		○				1,70	52								
	SAND, siltig m/et par lag med trerester. foto		K			○	○			1,79 1,75	50 51								
	SILT flere lag m/trerester, sand i nedre del. foto									75 73	1,41 1,47	71 69							
	SAND treflis m/sandlag i nedre del		K			○		○		1,87 1,42	46 63								
	SILT treflis, lagdelt, noen sandlag Innmellom									66 73	2,01	58							
	SAND, fin m/noe treflis (mest øverst)						○	○		1,57 1,67	57 51								
	SAND, fin noe uren. treflis i nedre 25 cm						○			1,92 1,03	44 86								
	SILT, finsandig m/treflislag							○	○	1,75 1,73	54 56								
	SAND fin, noe uren							○	○	2,01 2,01	40 40								
	SAND, fin nederst: silt/finsandig, noe uren							○	○										
10																			
15																			
20																			

Symboler

- Vanninnhold
- ▬ Plastisitetindeks, I_p
- Enaksialforsøk (strek anglr deformasjon (%) ved brudd)
- ▼ Omrørt konus
- ▼ Uomrørt konus
- ρ - Densitet
- S_t - Sensitivitet
- T - Treaksialforsøk
- Ø - Ødometerforsøk
- K - Korngradering
- ρ_v: 2.75 g/cm³
- Grunnvannstand: m
- Borrbok: Digital
- Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

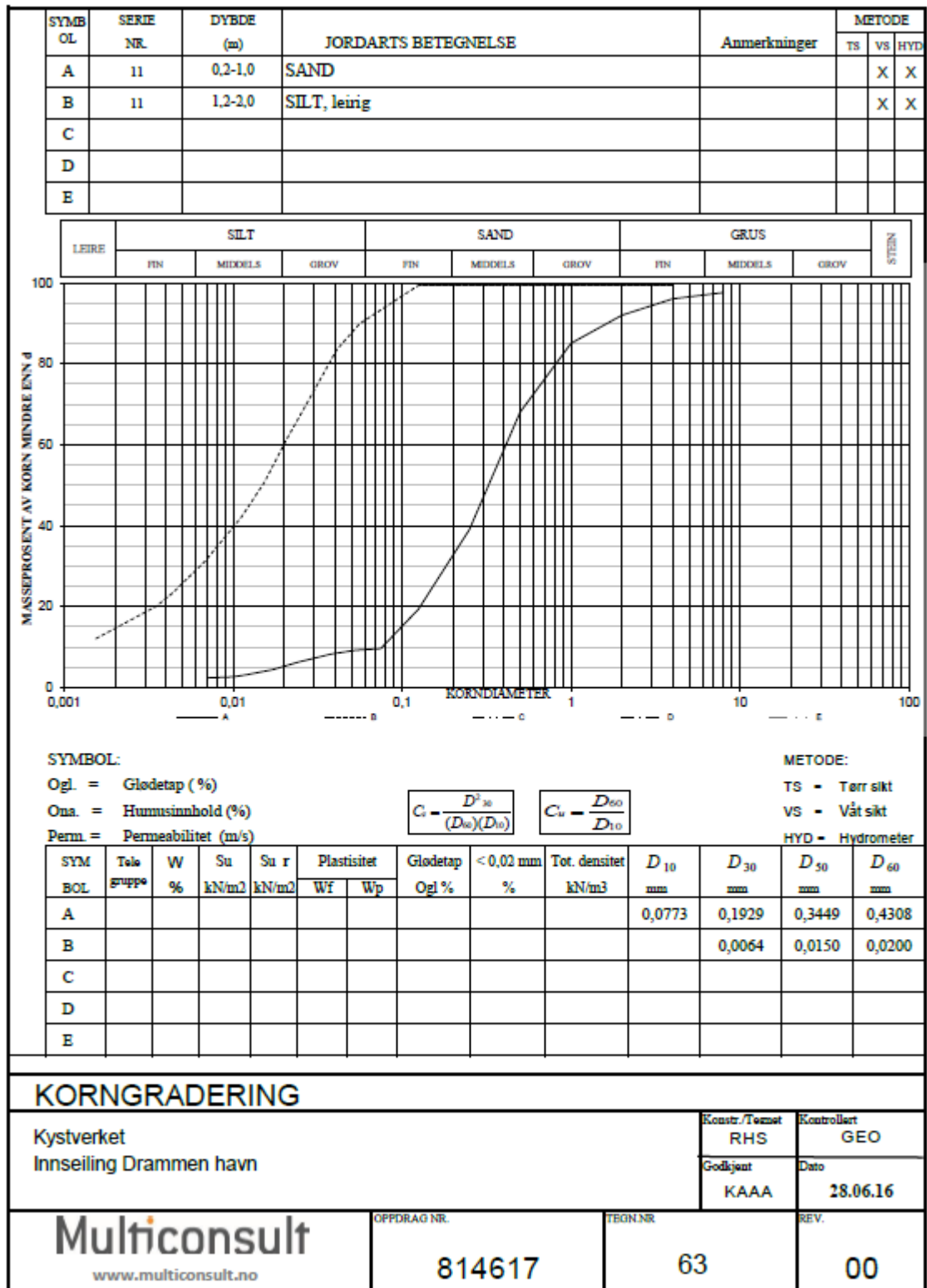
Borhull: 22

Kystverket

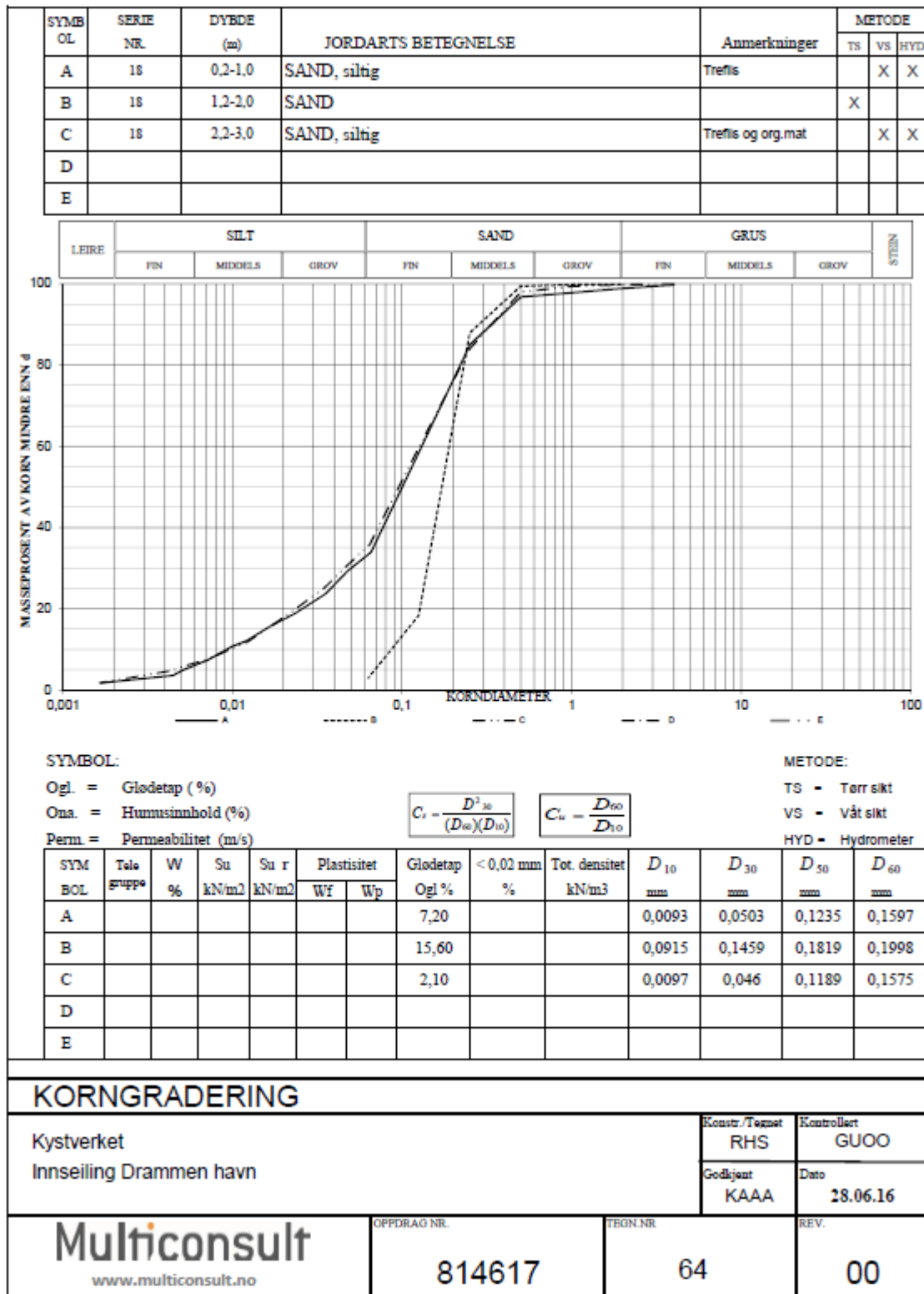
Innseiling Drammen havn

Dato: 2016-07-06

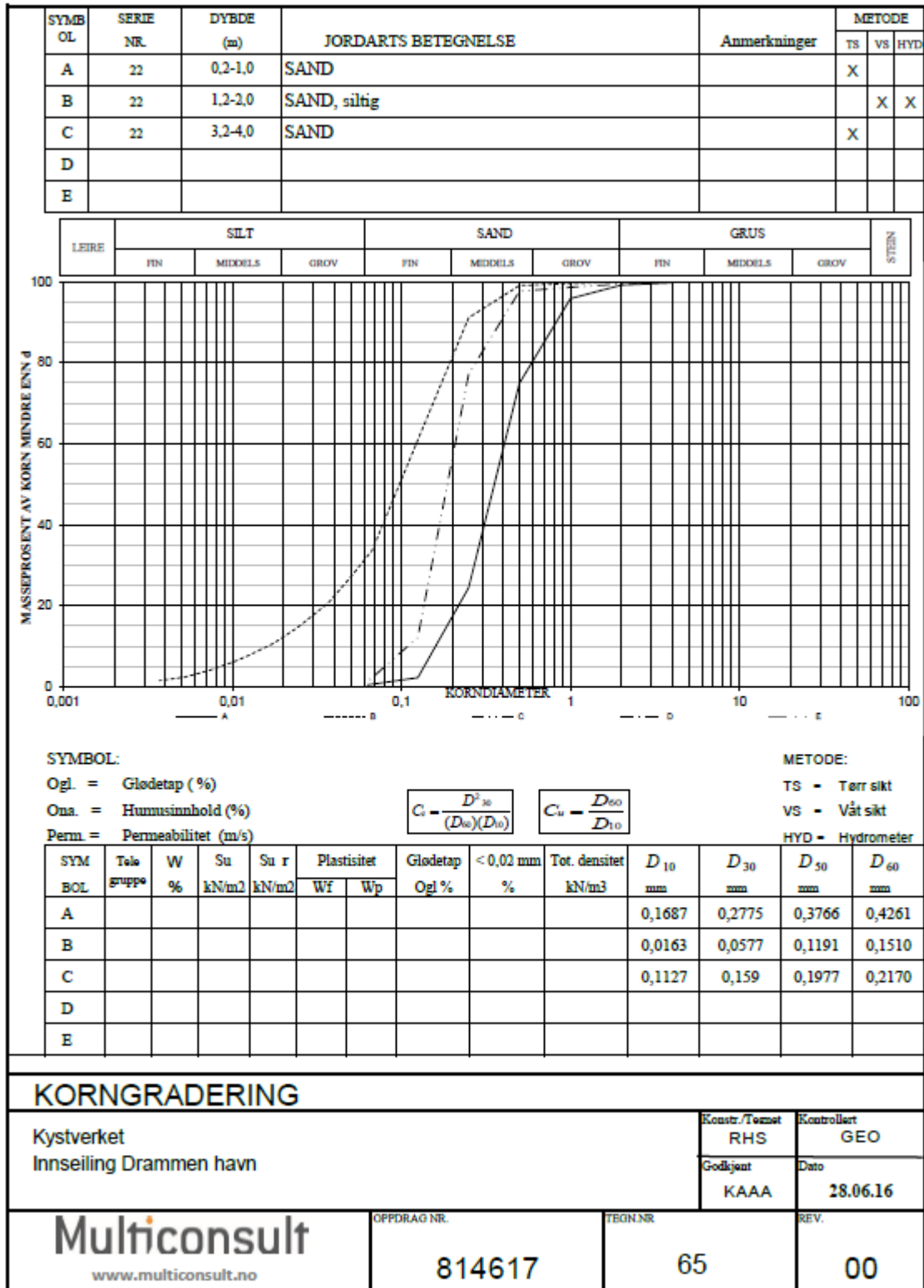
Prøveserie ved hull 22



Kornfordelingsdiagram hull 11, se kurve A 0,2-1 m dybde.



Kornfordelingsdiagram hull 18, se kurve A 0,2 – 1 m dybde.



Kornfordelingsdiagram hull 22