

Hammervatnet, fortynningsmodellering av utslipp fra tunneldrivevann

Utarbeidet for Aas-Jakobsen AS
Representert ved Martin Holøymoen

Prosjektleder	Mathias Singsaas Frøseth
Kvalitetsansvarlig	Mads N Madsen
Prosjektnummer	13801389
Godkjennelsesdato	27.04.22
Revisjon	1.2
Klassifikasjon	Åpen

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	1
2	Effekt på fisk.....	1
3	Valg av modelldata.....	2
3.1	Valg av strømhastighet	2
3.2	Valg av temperaturprofiler	2
3.3	Input til modellen	2
4	Innlagringsdyp og fortynning.....	3
5	Fortynning ved ulike grenseverdier for suspendert stoff.....	4
6	Konklusjon	8
7	Referanser	9

FIGURER

Figur 1.1	Innsjøen Hammervatnet nederst i Hopla-vassdraget i Trøndelag, tatt fra Vedlegg B.	1
-----------	--	---

VEDLEGG

VEDLEGG A – Figurer

Avstand til utslippet frem til utslippet blir passivt, og fortynningen

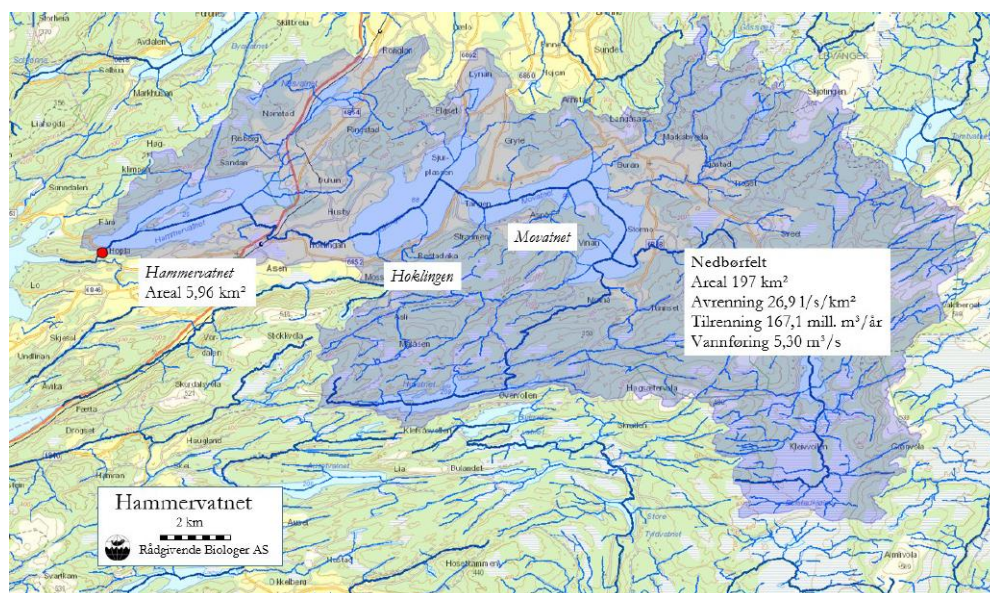
VEDLEGG B

Mulige temperatureprofiler i Hammervatnet i Levanger kommune i Trøndelag fylke

1 Bakgrunn

Nye Veier AS skal bygge ny E6 mellom Kvithamar og Åsen i Stjørdal og Levanger kommune. I Levanger skal det bygges flere tunneler (doble løp); bl.a. Åsentunnelen. En del av Åsentunnelen skal drives fra nord og ha utslipp til Hammervatnet. I denne forbindelse søkes det om tillatelse til utslipp av tunnelvann fra driving av tunnel, samt i forbindelse med renhold og vedlikehold av tunnelen i driftsfasen.

Hammervatnet (NVE løpenummer 912), ligger i henhold til NVEs innsjødatabase 25 moh. og er 5,9607 km² stort. Nedbørfeltet er på hele 197 km², og dekker områder øst for E6, med de to store innsjøene Hoklingen og Movatnet. Spesifikk avrenning (1960-1990) er på 26,9 l/s/km², og det gir en middelvannføring i utløpet til utløpselven Hopla på 5,3 m³/s og en årlig tilrenning på hele 167,1 mill. m³/år, se Figur 1.1.



Figur 1.1 Innsjøen Hammervatnet nederst i Hopla-vassdraget i Trøndelag, tatt fra Vedlegg B.

Utslipp for tunneldrivevann fra Åsentunnelen er planlagt til Hammervatnet. Utslippspunktet må plasseres slik at god innblanding i resipienten oppnås og at skader på miljøet unngås. I dette tilfellet er det i hovedsak suspendert stoff som kan påføre skader i vassdraget. Målsetningen med dette notatet er å vurdere hvor effektivt utslippet innblandes i resipienten og hvilke konsekvenser utslippet kan få. Beregning av spredning og fortynning av utslippsskyen fra tunneldrivevannet er utført med DHIs eget Jet-modellverktøy (DHI, 2022). Denne modellen beskriver hva som skjer i nærfeltet, det vil si at den ser på fortynningen som styres av utslippet vann, og hastighetene til utslippet. Den ser ikke på fortynning i fjernfeltet, som styres av strømhastigheten i resipienten.

2 Effekt på fisk

I tunneldrivevannet vil det i hovedsak være innholdet av suspendert stoff som kan påvirke fisk og bunnlevende, filtrerende organismer. Høyt partikkelinnhold kan føre til negative konsekvenser, som økt dødelighet, negativt påvirke vekst, utvikling, konkurransevne og immunforsvar. I tillegg kan det føre til endret adferd og redusere næringstilbudet for både fisk og fugler. Dette vil igjen påvirke fisket i området. Sammenhengen mellom konsentrasjon av suspendert stoff og effekter på fiske er vist i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Sammenheng mellom konsentrasjon av suspendert stoff basert på løsmasser og effekt på fisk. Fra den Europeiske Innlandsfiskekommisjonen (EIFAC).

Suspendert stoff (konsentrasjon)	Effekt på fiske
<25 mg/l	Ingen skadelig effekt.
25-80 mg/l	Godt til middels godt fiske. Noe redusert avkastning.
80-400 mg/l	Betydelig redusert fiske.
>400 mg/l	Meget dårlig fiske, sterkt redusert avkastning.

3 Valg av modelldata

Det var ikke gjort noen målinger i Hammervatnet, modelldataene måtte derfor beregnes fra best tilgjengelige data.

3.1 Valg av strømhastighet

Siden det ikke er tilgjengelige målinger av strømhastigheten, er disse basert på de målte vindhastighetene ved Værnes og Steinkjer. Overflatestrømhastigheten er satt til å være 4% av målt vindhastighet (Van Dorn, 1953). Vindhastighetene som er brukt er høyeste døgn-middelvind (gjennomsnitt av Steinkjer (01.05.02-15.03.22) og Værnes (16.03.00-15.03.22)), middel av døgnmiddelvind (gjennomsnitt av Steinkjer og Værnes for samme periode) og halvparten av middel av døgnmiddelvind, dette er hentet fra <https://seklima.met.no/>. For enkelthets skyld er det antatt lik strømhastighet ned til -5 m, dette er en konservativ antagelse.

3.2 Valg av temperaturprofiler

Det er ikke gjort måling av temperatur i Hammervatnet. Rådgivende Biologer AS har derfor brukt sin erfaring fra lignende type vann og laget et notat om mulig temperaturprofiler i Hammervatnet, se Vedlegg B. Basert på dette notatet er det valgt ut to profiler, februar og juli. Disse profilene er valgt på bakgrunn av at temperatursjiktet er veldig forskjellig, hvor man har ett profil hvor temperaturen er nesten likgjennom hele vannsøylen og ett profil hvor vannsøylen er mer delt.

3.3 Input til modellen

Beregningen av fortykning og innlagring krever at en tar hensyn til hydrografiske forhold, utformingen til utslippsledningen og utslippet, dette er beskrevet i Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Input til modellen

Parameter	Verdi i modellen	Kommentar	Kilde
Utslipp			
Diameter	0,075 m		Sweco
Dybde utslippsledning	1 og 5 m	Valgte dybder er basert på ønsket dybde (1 m) og en dypere dybde (5 m) for å se om det har stor påvirkning på fortynningen	
Utslippsmengde	0,0035 m ³ /s (3,5 l/s)	Antatt utslippsmengde	Sweco
Utslippsvinkel (til kysten)	90°	Antatt at utslippet slippes ut horiosontalt i vannmassen.	
Salinitet og temperatur	0 PSU 1 °C og 17 °C	Ferskvann og fra overflatetemperatur i antatte temperaturprofiler	Rådgivende Biologer
Resipient			
Strømhastighet	0,06, 0,12 og 0,26 m/s	Basert på målte vindhastigheter, antar også at strømmen går i samme retning som utslippet, dette er en konservativ tilnærming	https://seklima.met.no/
Salinitet- og temperaturprofiler Hammervatnet	0 PSU To temperaturprofiler	Sjiktningen til utslippet er temperaturdrivende	Rådgivende Biologer

4 Innlagingsdyp og fortynning

Vedlegg A viser beregninger for innlagingsdyp og fortynning. Fra figurene kan en se at ved de fleste tilfeller vil utslippet innlagres rundt utslippsdybden, men ved utslippsdybde -5 m i juli kan utslippet gå opp mot -3 m. Men det vil ikke være gjennomslag til overflaten for noen av tilfellene. Utslippsskyen vil spres horiosontalt mens den fortynnes kontinuerlig. I alle tilfellene går den oppover, siden utslippsvannet er lettere enn omkringliggende vann. Selv i februar når utslippsvannet er 1 °C, er vannet lettere enn omkringliggende vann, siden vann er tyngst ved 4 °C og blir noe lettere frem til det fryser. Men som en kan se av figurene er det ikke snakk om stor oppdrift. I Tabell 4.1 er resultatet for 30 ganger fortynning vist for de ulike periodene, utslippsdybdene og strømhastighetene i resipienten.

Tabell 4.1 Fortynning (30x) oppnås i følgende avstand fra utslippspunktet

Utslippsdybde	-1 m			-5 m		
	0,06 m/s	0,12 m/s	0,26 m/s	0,06 m/s	0,12 m/s	0,26 m/s
Strømhastighet i resipienten						
Februar	11,22 m	13,18 m	17,03 m	11,62 m	13,61 m	17,50 m
Juni	10,72 m	12,36 m	15,70 m	7,57 m	9,40 m	12,94 m

5 Fortynning ved ulike grenseverdier for suspendert stoff

Det er beregnet fortynning av suspendert stoff ved utslippsmengder på 100 mg/l og 200 mg/l i modellen. I Tabell 5.1 er fortynningen ved 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 og 70 m i horisontal avstand fra utslippet vist. Fra tabellen kan en se at jo større hastighet i resipienten jo mindre blir nærfeltet, det vil si at utslippet går til fjernfeltet, som styres av resipientens strømhastighet. Det er derfor ikke alle avstandene som har en fortynning, siden utslippet har gått over i fjernfeltet, disse er markert med «-». I Tabell 5.2 og Tabell 5.3 er det en oppsummering av konsentrasjonene av suspendert stoff i resipienten. Tabellen viser konsentrasjonene etter beregnet fortynning ved 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 og 70 m i horisontal avstand fra utslippet, med en vannmengde på 3 l/s og konsentrasjon av suspendert stoff på henholdsvis 100 mg/l og 200 mg/l.

Tabell 5.1 Fortynning ved 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 og 70 m i horisontal avstand fra utslippet. Med «-» menes det at utslippet har blitt passivt, og videre spredning er ikke beregnet.

Periode	Utslippsdybde	Strømhastighet	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m
Februar	-1 m	0,06 m/s	15	27	38	48	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	14	24	33	42	56	--	-	-	-
		0,26 m/s	12	20	27	-	-	-	-	-	-
	-5 m	0,06 m/s	15	27	37	47	65	81	95	109	123
		0,12 m/s	14	24	32	40	55	68	-	-	-
		0,26 m/s	12	20	27	-	-	-	-	-	-
Juli	-1 m	0,06 m/s	16	28	-	-	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	14	26	35	-	-	-	-	-	-
		0,26 m/s	12	21	29	-	-	-	-	-	-
	-5 m	0,06 m/s	18	43	73	107	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	16	32	50	69	-	-	-	-	-
		0,26 m/s	13	24	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 5.2 Konsentrasjon av suspendert stoff i resipienten ved 100 mg/l ved 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 og 70 m i horisontal avstand fra utslippet. Med «-» menes det at utslippet har blitt passivt, og videre spredning er ikke beregnet.

Periode	Utslippsdybde	Strømhastighet	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m
Februar	-1 m	0,06 m/s	6,72	3,67	2,62	2,09	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	7,31	4,15	3,01	2,40	1,79	-	-	-	-
		0,26 m/s	8,33	4,95	3,66	-	-	-	-	-	-
	-5 m	0,06 m/s	6,81	3,77	2,69	2,13	1,55	1,24	1,05	0,91	0,81
		0,12 m/s	7,35	4,23	3,09	2,48	1,83	1,48	-	-	-
		0,26 m/s	8,38	5,00	3,72	-	-	-	-	-	-
Juli	-1 m	0,06 m/s	6,37	3,54	-	-	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	7,00	3,90	2,90	-	-	-	-	-	-
		0,26 m/s	8,13	4,71	3,43	-	-	-	-	-	-
	-5 m	0,06 m/s	5,46	2,33	1,37	0,94	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	6,34	3,11	2,00	1,45	-	-	-	-	-
		0,26 m/s	7,67	4,20	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 5.3 Konsentrasjon av suspendert stoff i resipienten ved 200 mg/l ved 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 og 70 m i horisontal avstand fra utslippet. Med «-» menes det at utslippet har blitt passivt, og videre spredning er ikke beregnet.

Periode	Utslippsdybde	Strømhastighet	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m
Februar	-1 m	0,06 m/s	13,44	7,34	5,25	4,18	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	14,62	8,3	6,01	4,81	3,58	-	-	-	-
		0,26 m/s	16,65	9,91	7,32	-	-	-	-	-	-
	-5 m	0,06 m/s	13,62	7,53	5,39	4,27	3,10	2,48	2,09	1,83	1,63
		0,12 m/s	14,71	8,47	6,17	4,96	3,66	2,96	-	-	-
		0,26 m/s	16,76	10,00	7,44	-	-	-	-	-	-
Juli	-1 m	0,06 m/s	12,75	7,08	-	-	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	14,01	7,80	5,79	-	-	-	-	-	-
		0,26 m/s	16,26	9,42	6,86	-	-	-	-	-	-
	-5 m	0,06 m/s	10,91	4,65	2,74	1,87	-	-	-	-	-
		0,12 m/s	12,68	6,22	4,00	2,90	-	-	-	-	-
		0,26 m/s	15,35	8,40	-	-	-	-	-	-	-

6 Konklusjon

Beregningene viser at utslippet vil fortynnes raskt i Hammervatnet. Konsentrasjonen av suspendert stoff vil fortynnes til verdier som ikke er skadelig for fisk innen 5 m fra utslippspunktet (Tabell 2.1 og Tabell 5.3). Dette støtter opp om analysene fra Oksfjordvatnet i Troms, som er referert i utslippssøknaden. Tilsvarende fortynning forventes også for andre stoffer. Det forventes heller ingen påvirkning på fuglelivet, da næringsgrunnlaget vil bli minimalt påvirket av utslippet.

7 Referanser

DHI. (2022). *MIKE 3 Flow Model FM - Hydrodynamic and Transport Module - Scientific Documentation*.

Van Dorn, W. G. (1953). *WIND STRESS ON AN ARTIFICIAL POND*. Journal of Marine Research.

VEDLEGG

VEDLEGG A – Figurer

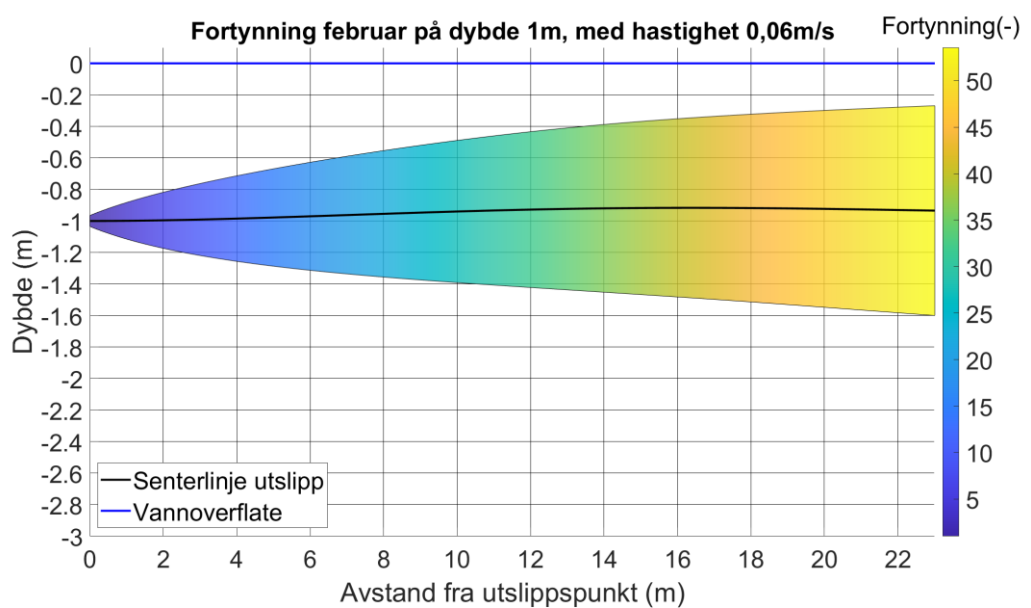
Avstand til utslippet frem til utslippet blir passivt, og
fortynningen

A Fortynning

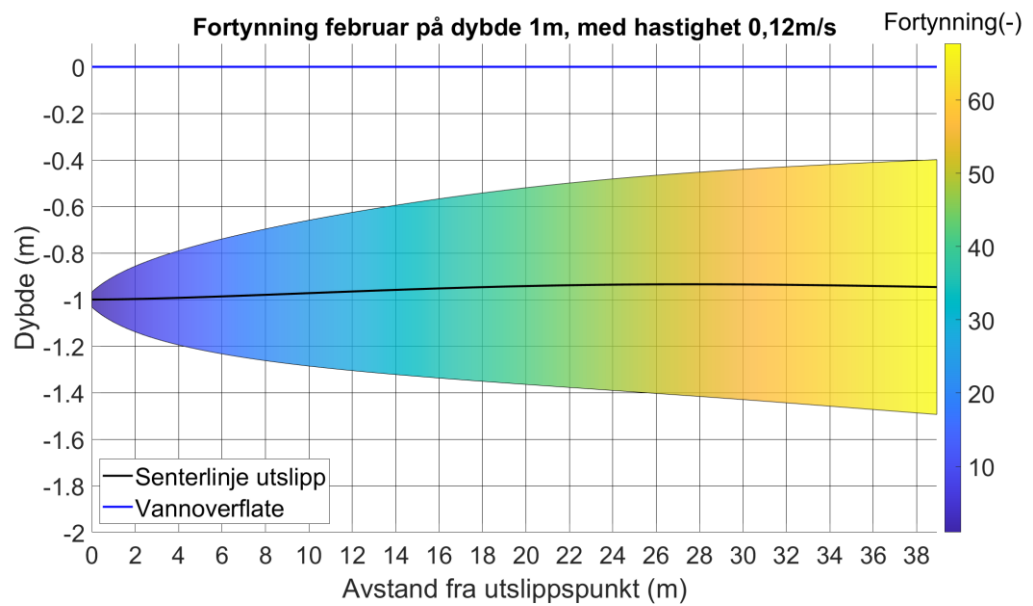
I dette vedlegget er figurene som viser fortynningen, avstanden til der utslippet blir passivt og innlagringsdybden vist.

A.1 Februar

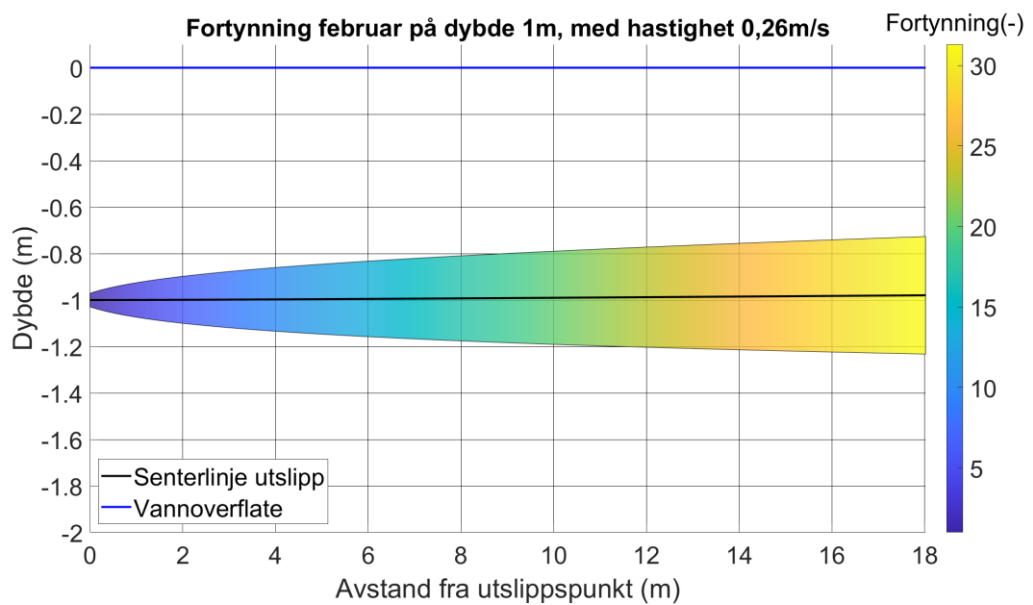
A.1.1 Utslippsdybde -1 m



Figur A- 1 Fortynning i februar ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,06 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

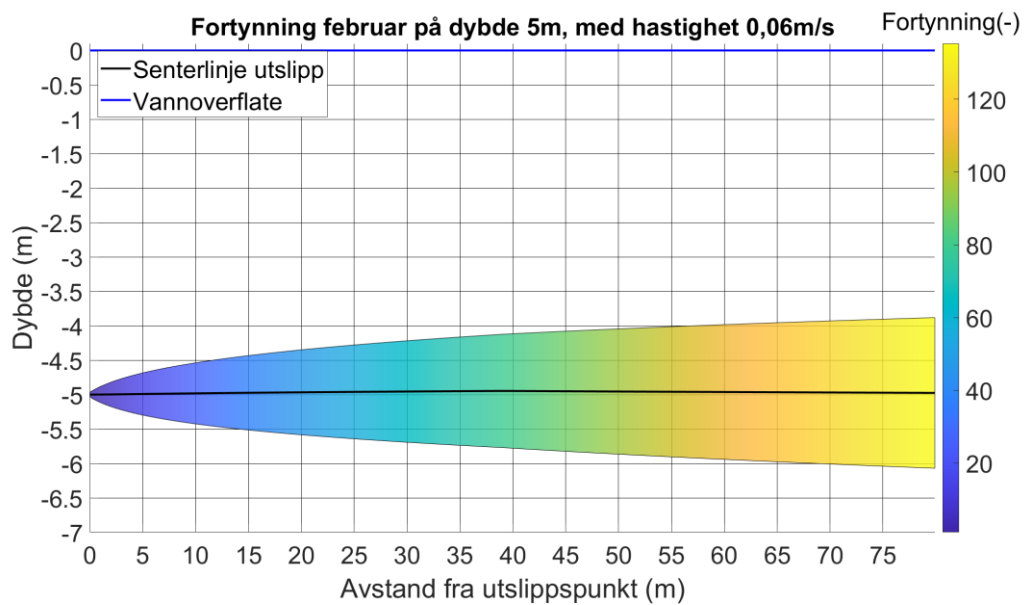


Figur A-2 Fortynning i februar ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,12 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

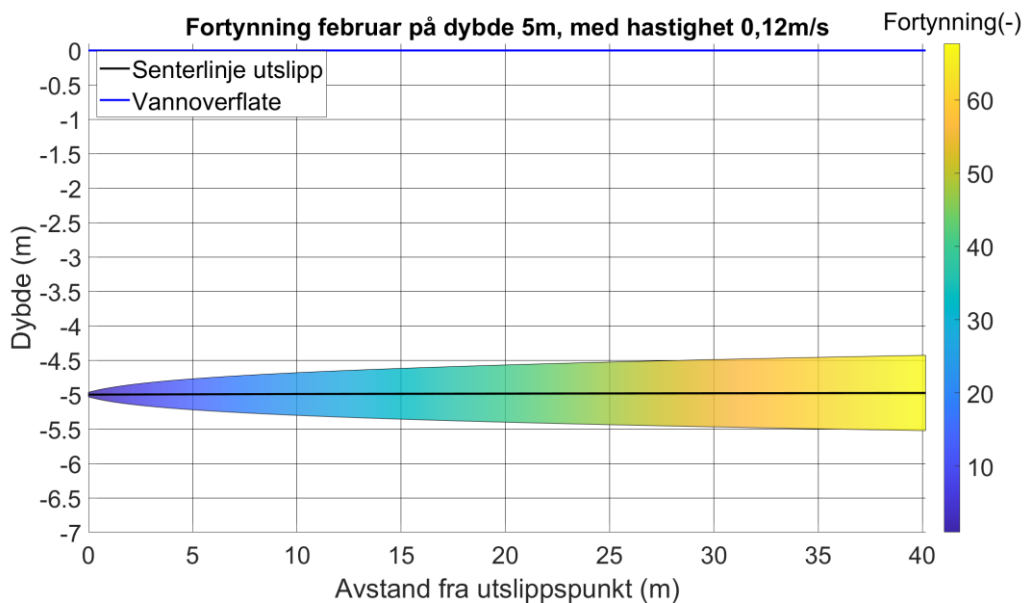


Figur A-3 Fortynning i februar ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,26 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

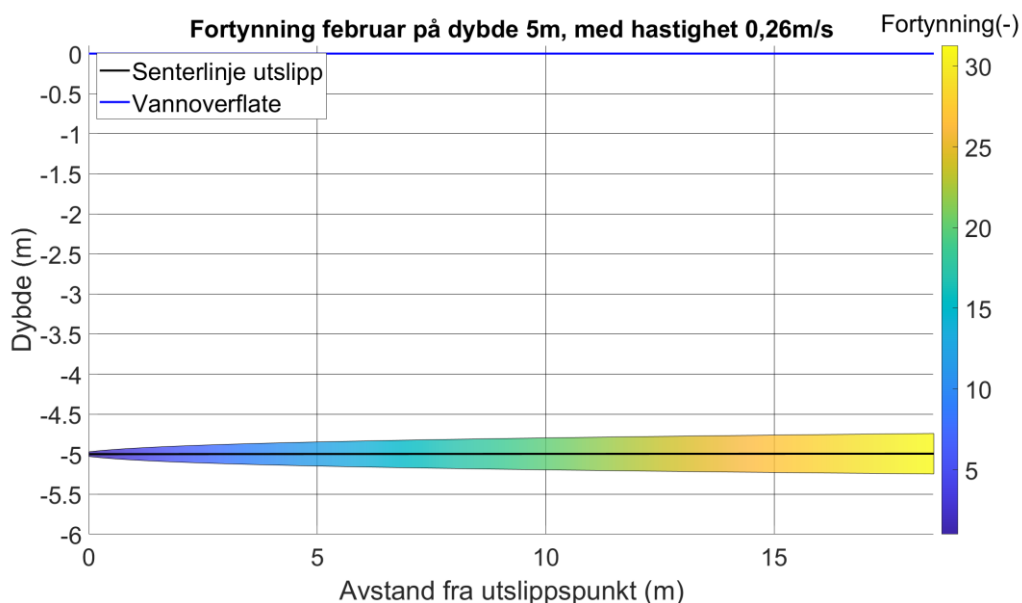
A.1.2 Utslippsdybde -5 m



Figur A- 4 Fortynning i februar ved en utslippsdybde på -5 m, med en hastighet på 0,06 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.



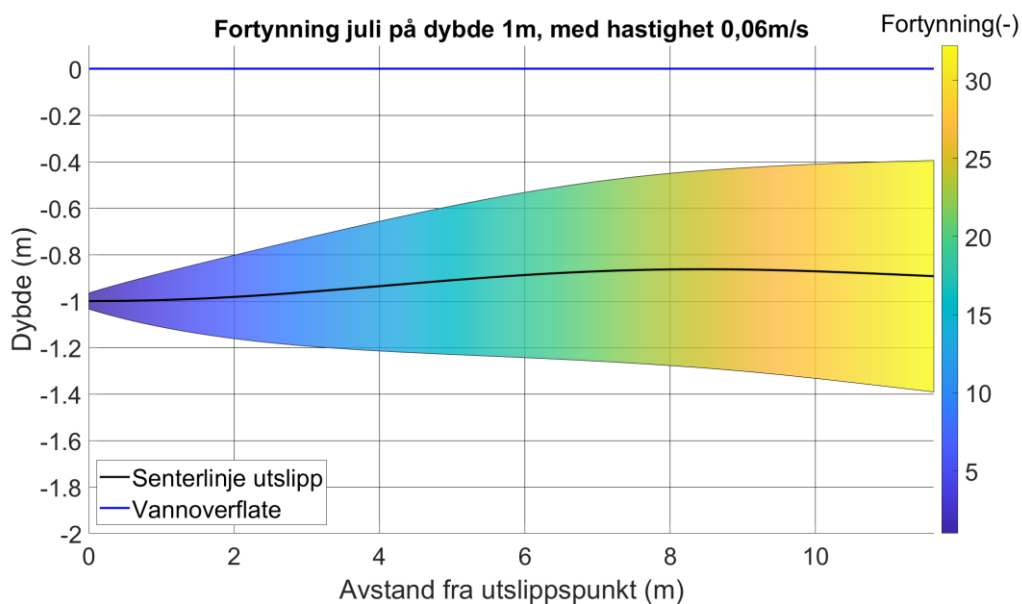
Figur A- 5 Fortynning i februar ved en utslippsdybde på -5 m, med en hastighet på 0,12 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.



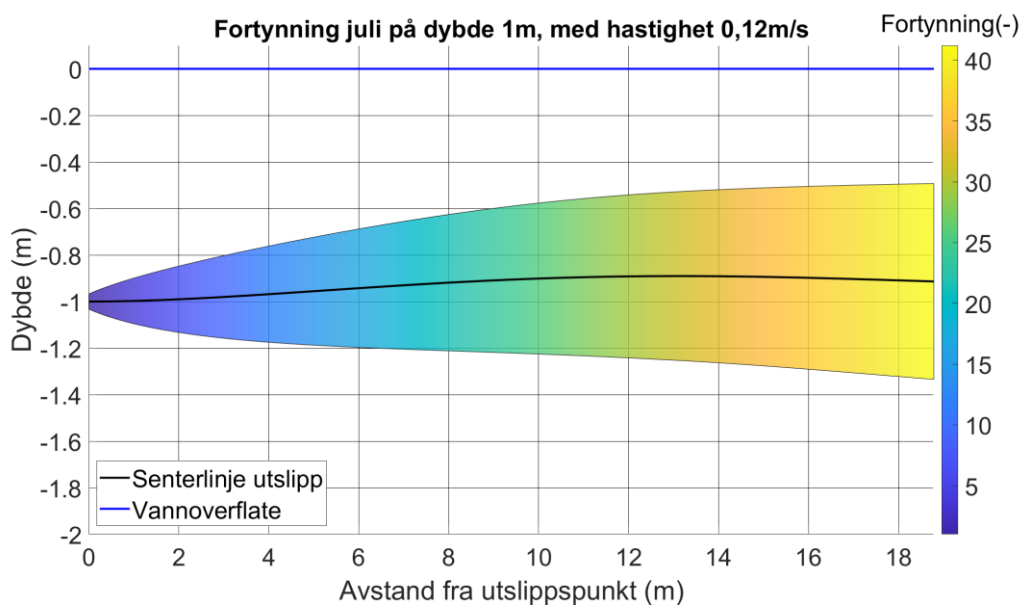
Figur A- 6 Fortynning i februar ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,26 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

A.2 Juli

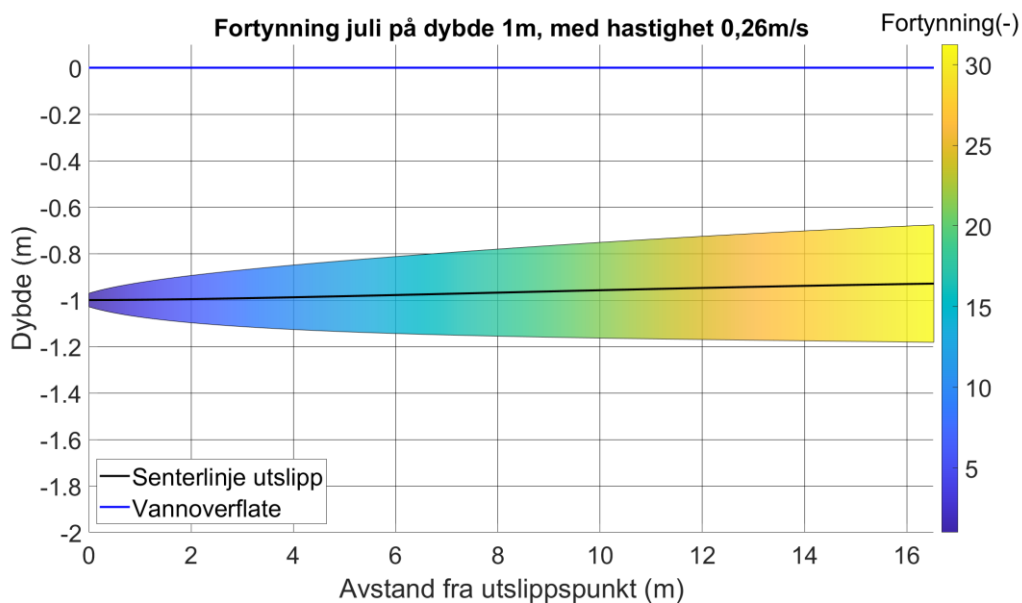
A.2.1 Utslippsdybde -1 m



Figur A- 7 Fortynning i juli ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,06 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

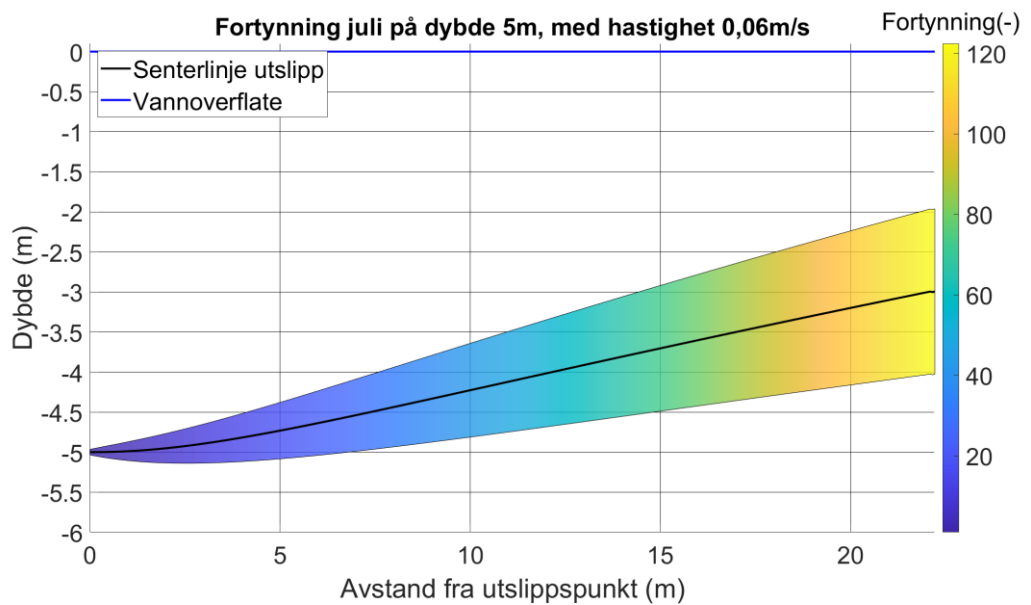


Figur A- 8 Fortynning i juli ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,12 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

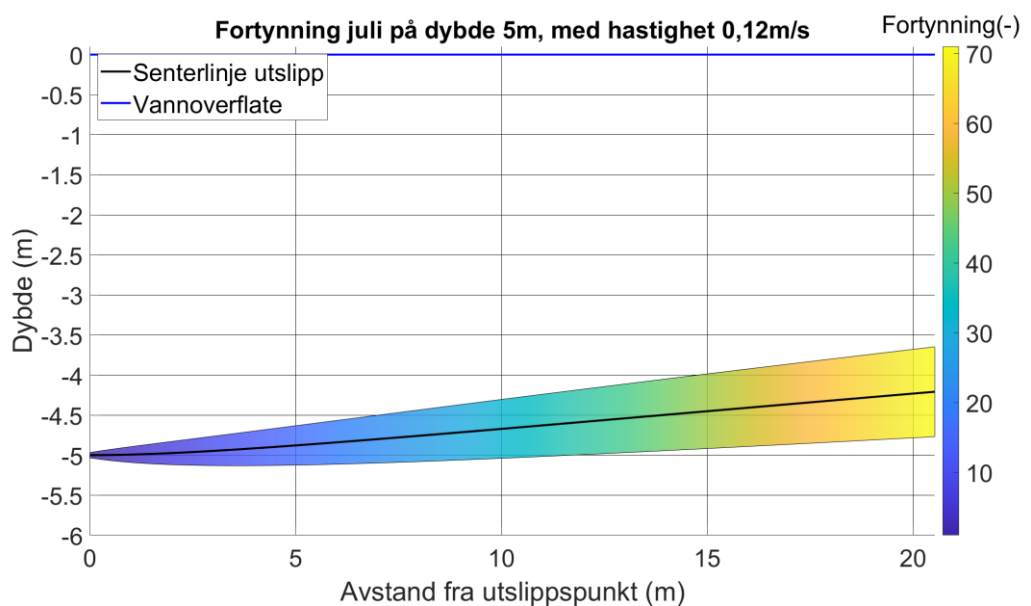


Figur A- 9 Fortynning i juli ved en utslippsdybde på -1 m, med en hastighet på 0,26 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

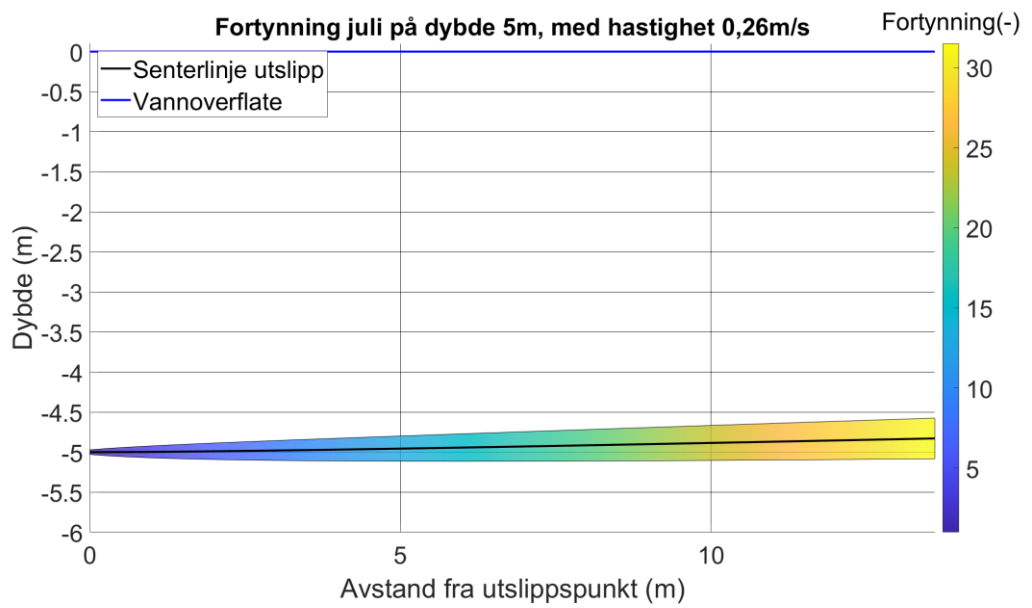
A.2.2 Utslippsdybde -5 m



Figur A- 10 Fortynning i juli ved en utslippsdybde på -5 m, med en hastighet på 0,06 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.



Figur A- 11 Fortynning i juli ved en utslippsdybde på -5 m, med en hastighet på 0,12 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.



Figur A- 12 Fortynning i juli ved en utslippsdybde på -5 m, med en hastighet på 0,26 m/s, den sorte linjen viser senterlinjen for utslippet, mens fargeskalaen viser hvor mange ganger utslippet er fortynnet. Den øverste blå streken viser vannoverflaten.

VEDLEGG B

Mulige temperatureprofiler i Hammervatnet i Levanger kommune i Trøndelag fylke

B Mulige temperatureprofiler i Hammervatnet i Levanger kommune i Trøndelag fylke

Se vedlagt dokument.