

NOTAT

Oppdrag	Rådgivning og planlegging for Ramlo Sandtak	Dokumentkode	10217733-01-RIVass-NOT-001
Emne	Overvann håndtering	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Ramlo Sandtak	Oppdragsleder	Sissel Enodd
Kontaktperson	Jørgen Ramlo	Utarbeidet av	Mulugeta B. Zelelew
Kopi		Ansvarlig enhet	10105070 Hydrologi Oslo

SAMMENDRAG

Multiconsult har fått i oppdrag av Ramlo Sandtak å vurdere overvannshåndtering ved reguleringsområdet for deponi ved Bjørnstad i Malvik kommune. Dette notatet beskriver på tiltak for overvannshåndtering ved reguleringsområdet.

1 Innledning

I forbindelse med etablering av deponi ved Bjørnstad i Malvik kommune har Multiconsult vurdert tiltak for overvann håndtering i anleggsfasen og driftsfasen ved tiltaksområdet. Dette notatet gir en oversikt over tiltak for overvannshåndtering for den aktuelle strekningen.

2 Overvann håndtering ved Bjørnstad deponi

Prinsippet for overvann håndtering ved tiltaksområdet er basert på en treleddsstrategi som beskrevet nedenfor.

Strategien har følgende inndeling og er illustrert i **Error! Reference source not found.**:

1. Infiltrere den lille nedbøren (normalregnet, mindre regn) og hentes med en dreneringsgrøft
2. Forsinke og fordrøye det større regnet og la den å infiltrere og hentes med dreneringsgrøfta
3. Sikre trygge flomveier for det store regnet (ekstremregn) ved å bruke avskjærende grøfter

Strategien er om redusere overvannsmengde fra feltet oppstrøms deponiområdet som ledes videre til sedimentbassenget.

3 Flom

I reguleringsplanen er det foreslått å legge Øyåsbrubekken i rør under deponiområdet. Det foreslås også at det benyttes en flom med gjentakintervall på 100 år for dimensjonering av røret. Terrenget langs den planlagte rørtraseen er imidlertid såpass bratt og å legge bekken i rør under deponiområdet vil være utfordrende. Det er derfor vurdert alternativ løsning i tillegg til foreslått tiltak i reguleringsplandokumentet.

Flommer med ulike gjentakintervaller ved deponiområdet beregnet ved å bruke NIFS-2015 metoden er oppsummert i tabellen under.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Overvann håndtering

Tabell 1. Oppsummering av flommer ved Bjørnstad deponiområdet.

Gjentaksintervall	Q-normal (midtisig)	Q-middel	5	10	20	50	100	200
Q (l/s) – Felte 1 (se Figur 1)	11	369	462	546	636	771	889	1022
Q (l/s) – Felte 2 (se Figur 1)	2	84	105	125	145	176	203	234

3.1 Klimapåslag

Siden prosjektet skal leve i 5 år og feltet er så pass lite, er klimapåslag ikke tatt på flommer.

Detaljer av overvannshåndtering for de alternativene er beskrevet i seksjonene nedenfor.

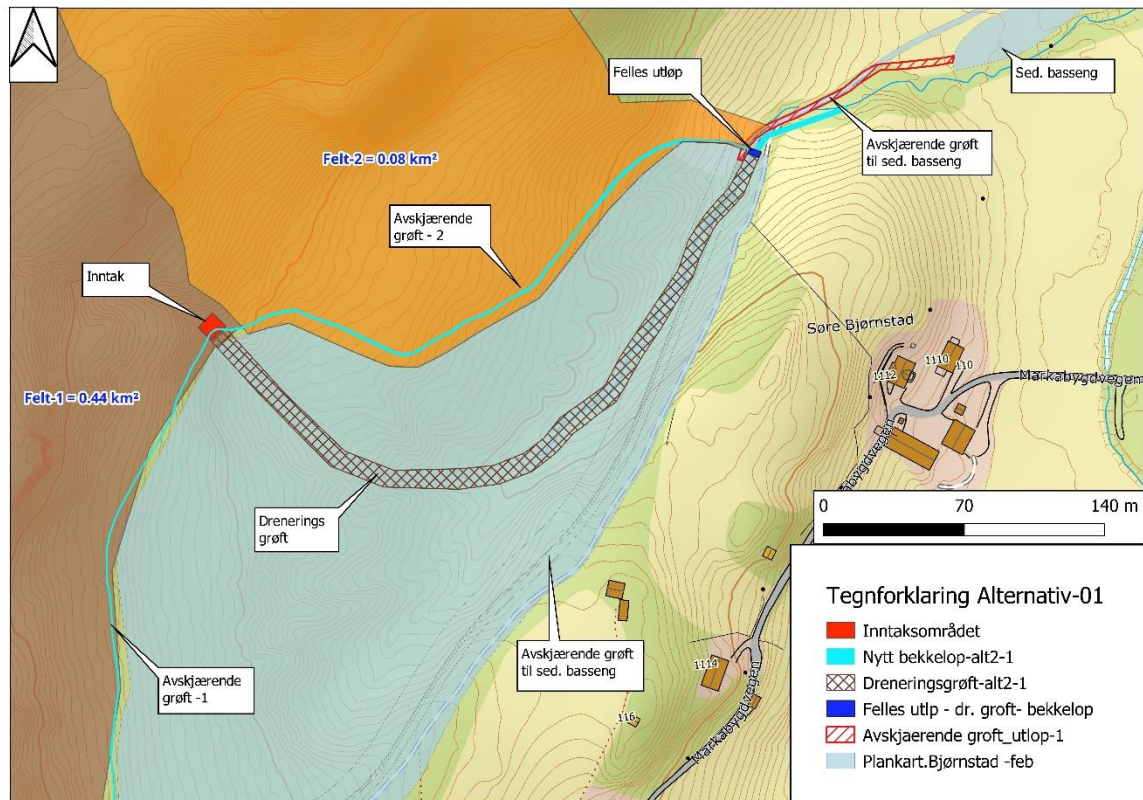
4 Alternativ 0:

Alternativ 0 er som vurdert i reguleringsplanen, dvs., Øyåsbrubekken legges i rør under deponiområdet.

5 Alternativ 1:

Ved Alternativ 1 overføres normaltilsiget fra feltet oppstrøms deponiet til utløpet i Øyåsbrubekken nedstrøms deponiet via en dreneringsgrøft. Dreneringsgrøfta skal omlegges langs dagens trasen for bekkeløpet / lavbrekket i terrenget. Restvann og evt. flommer fra feltet oppstrøms deponiområdet skal samles opp av avskjæringsgrøfter som skal legges langs vestre/nordre grensen til deponiområdet. Dreneringsgrøft har en lengde på ca. 380 m. Dreneringsgrøfta og avskjæringsgrøften som samler rent vatn fra feltet oppstrøms deponiet skal ha et fellesutløp i Øyåsbrubekken ved østre ende av deponiområdet. Derfra slippes det rene vannet i Øyåsbrubekken nedstrøms deponiområdet.

Med alternativ 1 bør det også dannes et lavbrekk med noe opphøyet terreng (liten terskel) mellom lavbrekket. Dette er nødvendig for å forsinke vannet ved en ekstrem regnsituasjon og for å la noe regnvann infiltrere gjennom deponiet og nå dreneringsgrøfta. Trasen av lavbrekk på fyllingen følger samme traseen som dreneringsgrøfta. Regnvann som renner over fyllingen skal samles opp av avskjæringsgrøften på østsiden av deponiområdet og skal føres til sedimentbassenget. Tiltaket for overvannshåndtering ved Alternativ 1 er presentert i Figur 1.



Figur 1. Tiltaket for overvann håndtert med Alternativ 1.

5.1 Beregning av strømningskapasiteten til dreneringsgrøft

Ved å bruke Darcys formel for bevegelse av vann, er strømningskapasiteten gjennom dreneringsgrøften beregnet. Darcys formel for å beregne strømningskapasitet er presentert under, og oppsett for dreneringsgrøft er vist i Figur 1.

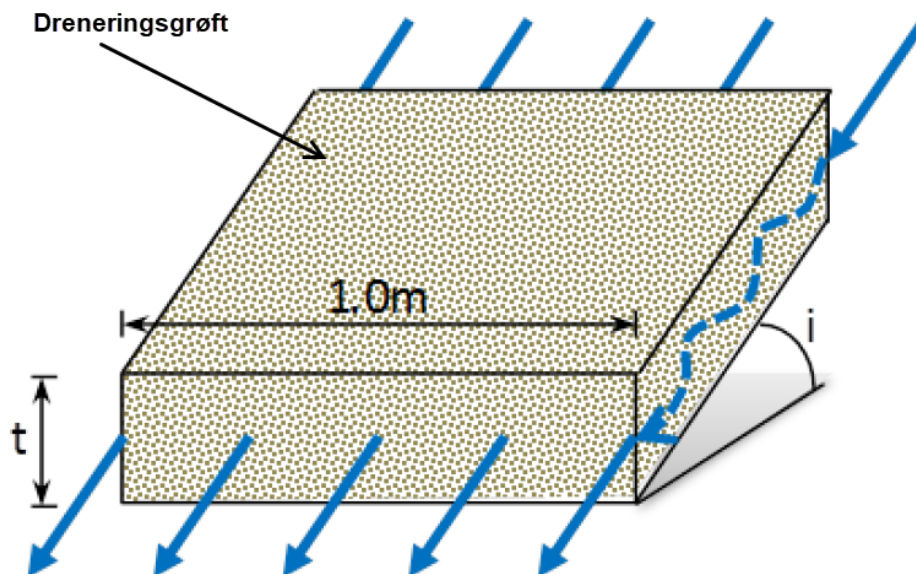
$$Q = k \cdot i \cdot A$$

Hvor Q = Vannstrøm gjennom dreneringsgrøft (l/s)

k = Permeabilitet (m/s)

i = Hydraulisk gradient (-)

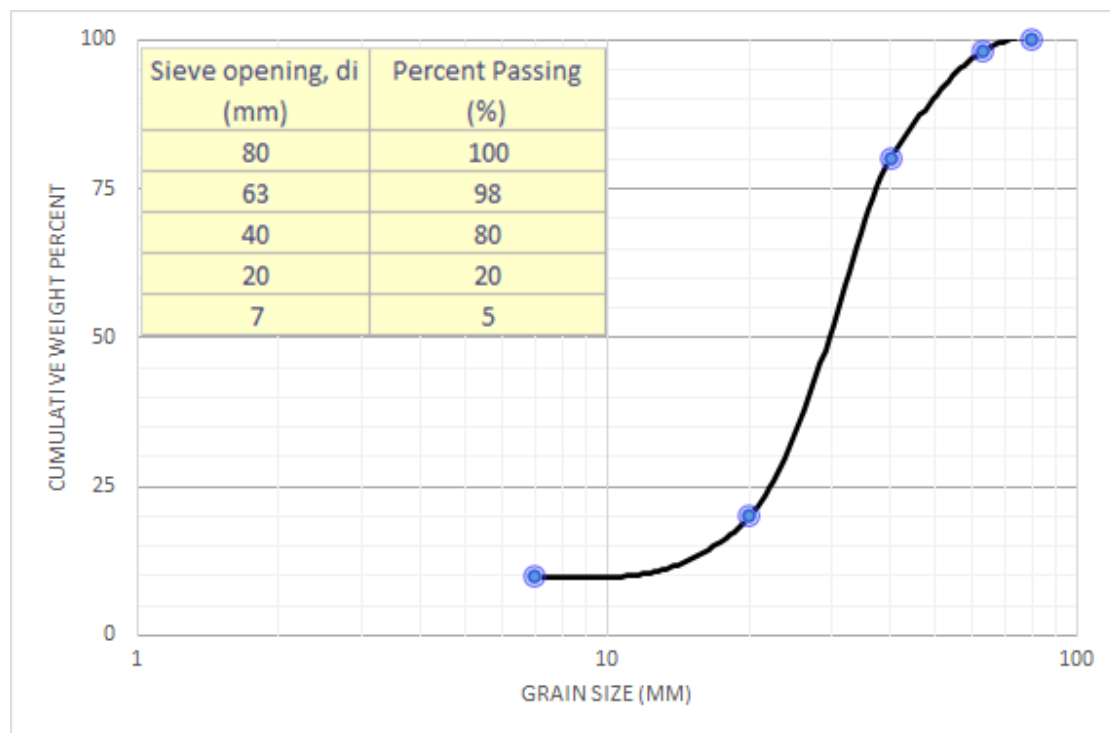
A = Tverrsnittsareal for strømning (mm x m)



Figur 2. Oppsett for dreneringsgrøft.

Permeabilitet (k):

Et eksempel på korngradering av pukk med middels godt sortert pukk med lite finstoff som egner for dreneringsgrøfter er presentert i Figur 3. Gjennomsnittlig permeabilitet for dette materialet beregnet ved å bruk empiriske formler er 0,25 m/s (se Tabell 2 for detaljer).



Figur 3. Korngradering for dreneringsgrøft ved deponi (middels godt sortert grus med lite finstoff).

Overvann håndtering

Tabell 2. Oppsummering av permeabilitet beregninger.

Metode	Permeabilitet (m/s)
Terzaghi	0,29
Barr	0,22
Alyamani and Sen	0,05
Shepherd	0,45
Gjennomsnitt	0,25

Hydraulisk gradient (i):

Basert på terrengdata hentet fra www.hoydedata.no er den hydrauliske gradienten langs dreneringsgrøfta beregnet til på 0,10.

Strømningskapasiteter for dreneringsgrøft ved å bruke materialet vist i Figur 3 og med ulike grøft dimensjoner er oppsummert i Tabell 3. Basert på spesifiserte permeabilitet og hydrauliskgradienten, er det tilstrekkelig å bruke en dreneringsgrøft med bredde på 1 m og dybde på 1,0 m for å overføre middeltilsiget fra feltet oppstrøms deponiområdet til Øyåsbrubekken nedstrøms deponiet.

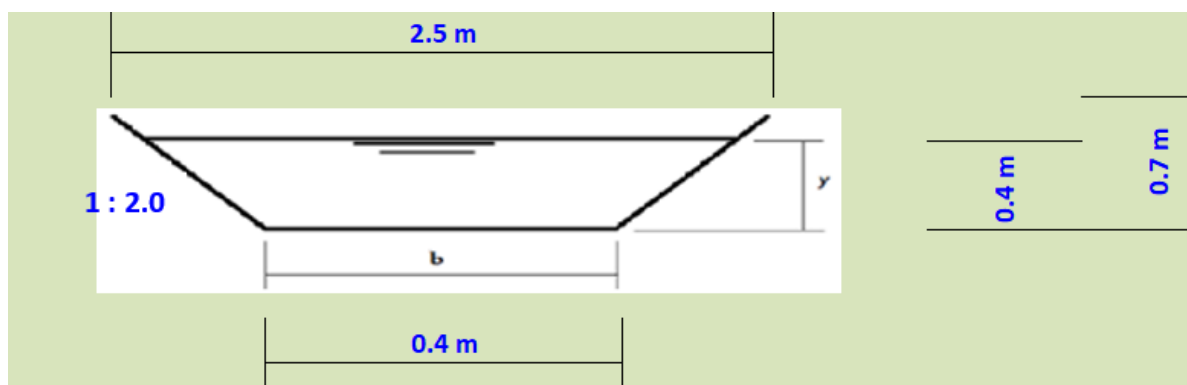
Tabell 3. Beregnet strømningskapasitet ved dreneringsgrøft (l/s).

Bredde på dreneringsgrøft (m) \ Tykkelse på dreneringsgrøft, t (mm)	Tykkelse på dreneringsgrøft, t (mm)						
	500	1000	1500	2000	2500	3000	
1.0	13	25	38	50	63	75	
1.5	19	38	56	75	94	113	
2.0	25	50	75	100	125	150	
2.5	31	63	94	125	156	188	
3.0	38	75	113	150	188	225	
3.5	44	88	131	175	219	263	
4.0	50	100	150	200	250	300	
4.5	56	113	169	225	281	338	
5.0	63	125	188	250	313	375	
Forklaring:		Dreneringsgrøft for middeltilsig			Dreneringsgrøft for middelflom		

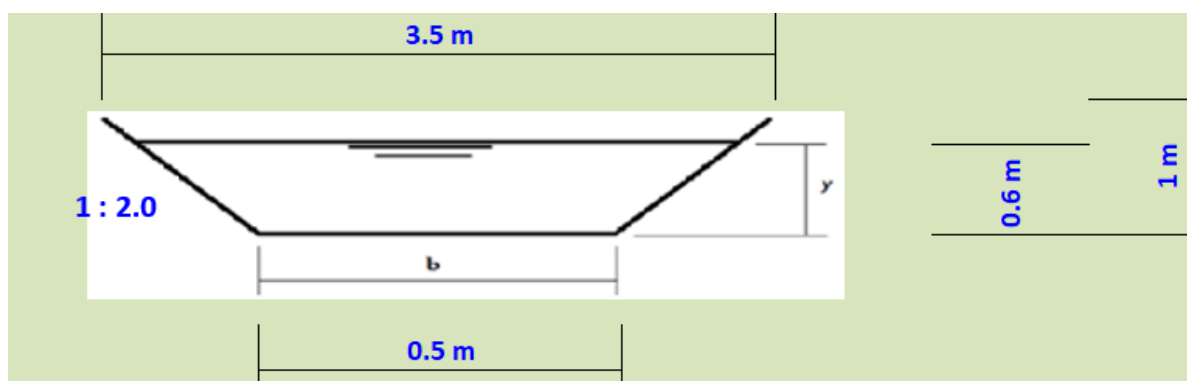
5.2 Bekkeutforming ved avskjærende grøft og inntaksområde

Nødvendig tverrsnittareal ved avskjærende grøft og inntaksområdet er beregnet og vist i figurene nedover. Detaljer for beregningene er vist i vedlegg 1.

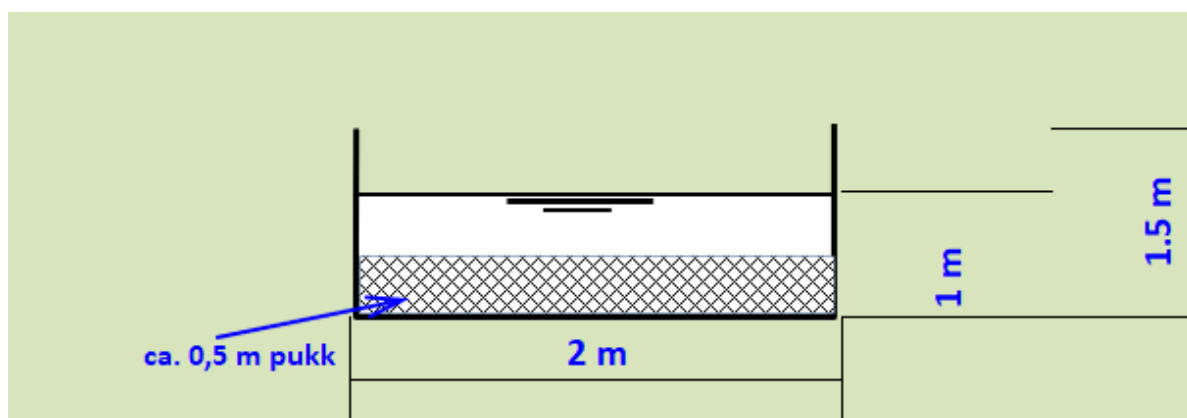
Overvann håndtering



Figur 4. Bekk utforming ved avskjærende grøft 1, se Figur 1.



Figur 5. Bekk utforming ved avskjærende grøft 2, se Figur 1.



Figur 6. Bekk utforming ved inntaksområdet, se Figur 1.

5.3 Filterlag

For å hindre utvasking av finstoffer fra fyllingen (dvs., deponiet) til dreneringsgrøften er det nødvendig å legge et filterlag over dreneringsgrøfta.

Filterlaget skal ha to komponenter:

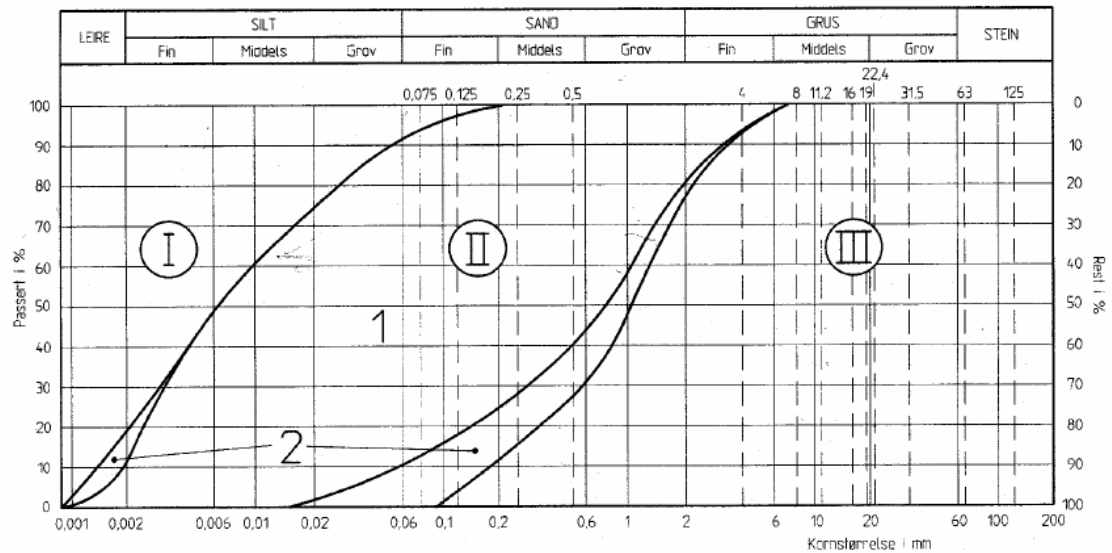
- Et geotekstilfilterlag som fungerer som et filterlag og forsterkningslag for dreneringsmateriale (dvs. for å holde dreneringsfiltermaterialet på plass)
- Et gradert grus filterlag over geotekstilfilterlaget for å forhindre at finstoffer fra deponiet når dreneringsgrøften

Korngraderinger for deponimaterialet er ukjent. For beregning av et filterlag over dreneringsgrøfta er det antatt at deponiet inneholder noen finstoffer, og det er valgt å bruke materialtype for deponiet i Område-1 som er beskrevet i Figur 7.

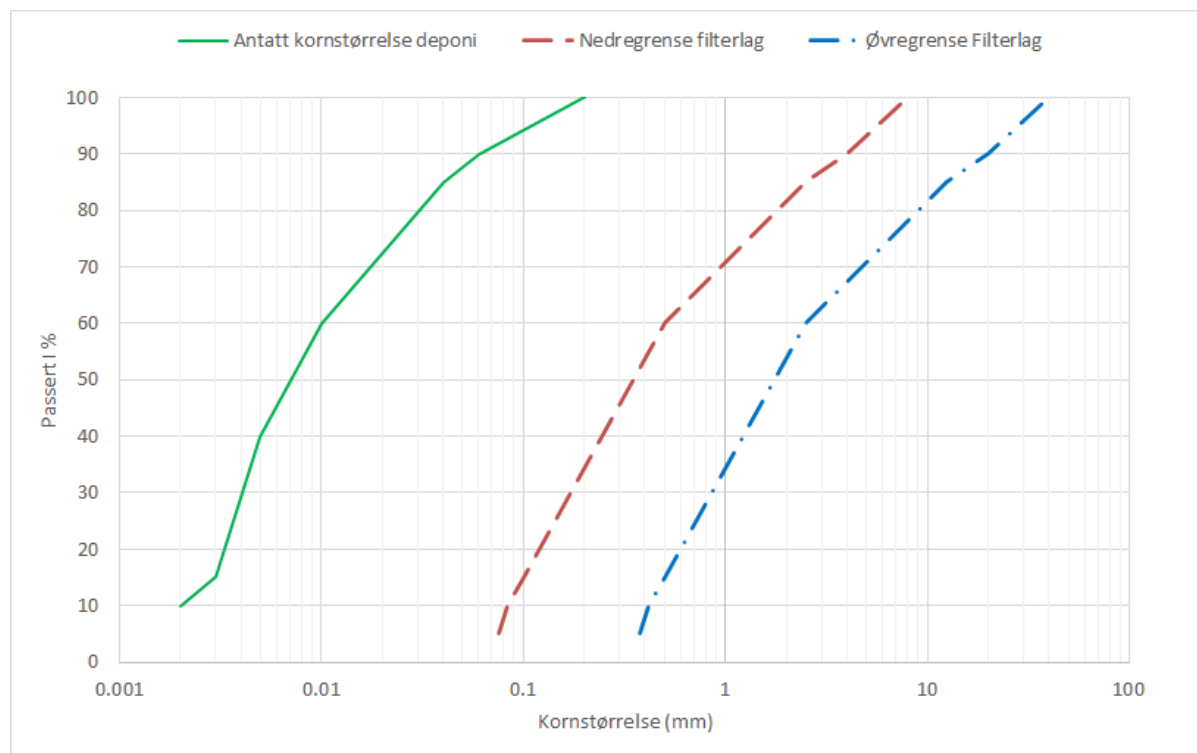
Overvann håndtering

Det er utført beregninger for filterlag etter filterkriterier for materialtype i Området-1 i Figur 7 (dvs. i henhold til NVE sin veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein (NVE; Lars Jenssen, 2009) og supplert med beskrivelsen som finnes i USDA Natural Resources Conservation Service håndbok (USDA, 1994). Korngraderingen for nedre og- øvre grenser av det foreslåtte grusfilterlaget over dreneringsgrøfta er presentert i Figur 8. Utforming av dreneringsgrøft og filterlag er presentert i Figur 9 og Figur 10.

Spesifikasjoner for filterlaget er beskrevet i Tabell 4.



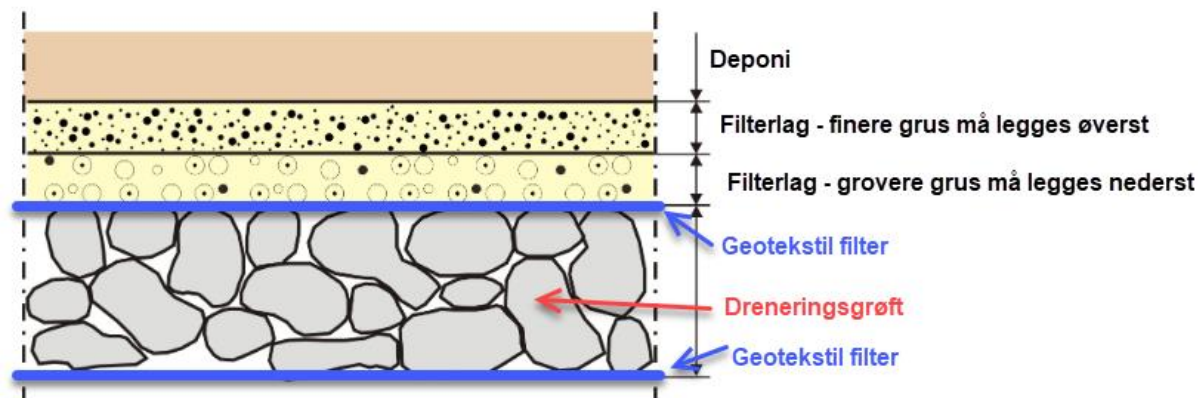
Figur 7. Korngraderingsområder for ulike filterkriterier (Norsk standard 2008), se referanse (NVE; Lars Jenssen, 2009) for forklaringer.



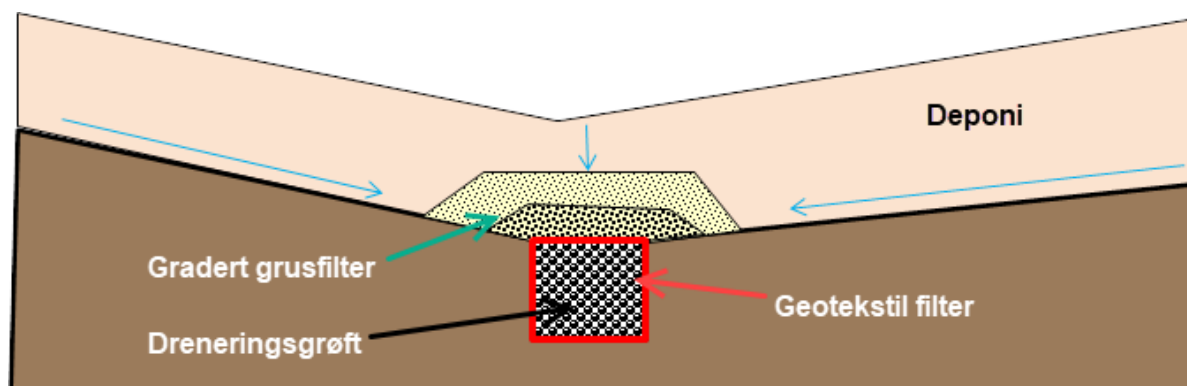
Figur 8. Beregning av filterlag for å hindre utvasking av finstoffer fra deponiet og inn i dreneringsgrøfta.

Tabell 4. Spesifikasjoner for filterlag for å hindre utvasking av finstoffer fra deponiet.

Siktstørrelse (mm)	Passert i %
40	90-100
20	85-90
12,5	60-85
2,50	15-60
0,50	10-15
0,42	5-10
0,075	0-5



Figur 9. Profil av dreneringsgrøft og filterlag langs drenerings traseen.



Figur 10. Tverrsnitt av dreneringsgrøft og filterlag.

6 Bygging av tiltaket

6.1 Anleggsfase

Sedimentasjonsbassenget skal etableres først i anleggsfasen som avbøtende tiltak. Bassenget skal rense all avrenning fra anleggsområdet/deponiområdet før utslipp til Øyåsbrubekken.

Sedimentasjonsbassenget bør dimensjoneres som spesifisert i dokumentet for reguleringsplanen (Asplan viak, 2017).

Øyåsbrubekken legges i en dreneringsgrøft som strekker seg fra inntaksområdet vist i Figur 1 til Øyåsbrubekken ved grense til reguleringsområdet på østsiden. Spesifikasjoner for material som skal brukes i dreneringsgrøfta er beskrevet i Figur 3, og utforming av dreneringsgrøfta og filterlag er vist i Figur 9 og Figur 10. En dreneringsgrøft med bredde og dybde på minst 1,0 m bør benyttes for avlede middeltilsiget fra feltet oppstrøms deponiområdet inn til Øyåsbrubekken nedstrøms

Overvann håndtering

deponiet. Bruk av større dimensjoner for dreneringsgrøft vil sikre avledning av tilsig fra mindre regn, se Tabell 3 for valg av dimensjoner for dreneringsgrøft. En geotekstil (dvs., Klasse 4 for steinstørrelse (D) $60 \text{ mm} < D < 200 \text{ mm}$) (se Tabell 7 i (NVE; Lars Jenssen, 2009) for forklaringer) må benyttes rundt dreneringsgrøfta. Dette er nødvendig for å holde materialet i dreneringsgrøfta på plass, til tetting og som filterlag. På dreneringsfilterlaget og geotekstilfilterlaget bygges et gradert grusfilterlag med tykkelse på minst 0,5 m. Dette er nødvendig for å hindre utvasking av finstoffer fra fyllingen (dvs., deponiet) og når dreneringsgrøften. Spesifikasjoner for material for grusfilterlaget er beskrevet i Figur 8 og Tabell 4.

6.2 Avskjærende grøft oppstrøms deponiet

Alt vann fra feltet oppstrøms deponiområdet skal ledes utenom deponiområdet. Det skal etableres avskjærende grøfter tidlig i anleggsfasen og før oppfylling for å hindre at overflatevann renner inn i deponiområdet. En slik avskjærende grøft skal etableres fra det høyeste punktet i utkanten av området, som vil være helt i vest (se Figur 1 for detaljer). Grøften strekker seg fra deponiområdets høyeste punkt i vest (ca. kote 167), langs deponiområdets ytterkant, til det laveste punktet helt i øst (ca. kote 111). Detaljer på dimensjoner og utforminger av avskjærende grøfter er beskrevet i Seksjon 5.2.

6.3 Erosjonssikring av avskjærende grøfter

Pukk i størrelse orden 20/40 bør benyttes for å beskytte bunn og skråning av avskjærende grøfter. Ved inntaksområdet og der avskjæringsgrøfta ligger i et bratt terreng bør det legges ut stor stein i grøften for å hindre utvasking og erosjon.

6.4 Inntaksområdet

Inntaksområdet brukes som inntak til dreneringsgrøfta og overgang fra avskjæringsgrøft 1 og avskjæringsgrøft 2. Se utforming av inntaksområdet i Figur 6 og Vedlegg 1-3.

6.5 Driftsfasen

I driftsfasen bør dreneringsgrøften lukes. Avskjæringsgrøftene brukes som permanent bekkeløp etter anleggsfasen er over.

7 Vedlegg

Vedlegg 1-1: Hydrauliske beregninger for bekkeutforming ved avskjærende grøft 1.

Efficient Hydraulic Trapezoidal/Rectangular x-sections for Open Channels given the SIDE SLOPE and DESIGN DISCHARGE

Reference: <https://youtu.be/3-e9vYAezwo>

Manning Equation	$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$	
Input data / Section Number		avskjærende grøft 1
Water Surface Slope, s	m/m	0.0300
Design discharge, Q	m ³ /s	0.23
M = 1 / Manning Coefficient, 1 / n		30.3
SIDE SLOPE (1:2), for rektangulær set z = 0		2.0

For efficient trapezoidal hydraulic section: The top water surface = Twice the length of the sloping side

(1) Basic Solution

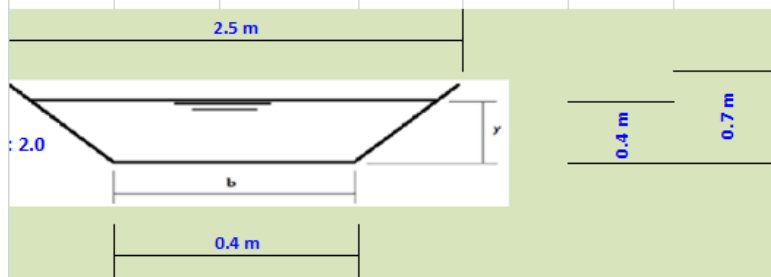
Water Depth, y	m	0.26
Bed Width, b	m	0.12
X-sectional Area, A	m ²	0.17
Wetted Perimeter, P	m	1.30
Hydraulic Radius, R = A / P	m	0.13
Top Width, T	m	1.17
Velocity	m/s	1.4

(2) Solution for a Modified Bed Width (for example to the nearest 0.1 m)

X-sectional Area, A	m ²	0.2
Modified Bed Width, b _m	m	0.20
Modified Water Depth, y _m	m	0.4
Modified Wetted Perimeter, P _m	m	2.1
Modified Hydraulic Radius, R _m = A / P	m	0.08
Modified Top Width, T _m	m	1.9
Velocity	m/s	0.98

(3) Solution to maintain within Permissible Water Velocity to avoid EROSION or create permissible FISH ENVIRONMENT (m/s)

Velocity, v = Q / A	m/s	<	1.0
Final Cross Sectional Area, A = Q / v	m ²		0.2
Final Water Depth, y _f	m		0.3
Final Bed Width, b _f	m		0.1
Final Velocity, v _f	m/s		1.0
A	m ²		0.2
P	m		1.5
Q	m ³ /s		0.2
Modified Top Width, T _m	m		2.5



Vedlegg 1-2: Hydrauliske beregninger for bekkeutforming ved avskjærende grøft 2.

Efficient Hydraulic Trapezoidal/Rectangular x-sections for Open Channels given the SIDE SLOPE and DESIGN DISCHARGE			
Reference:		https://youtu.be/3-e9vYAezwo	
Manning Equation		$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$	
Input data / Section Number		avskjærendegrøft 1	
Water Surface Slope, s	m/m		0.1278
Design discharge, Q	m ³ /s		1.03
M = 1 / Manning Coefficient, 1 / n			30.3
SIDE SLOPE (1:Z), for rektangulær set z = 0			2.0
For efficient trapezoidal hydraulic section: The top water surface = Twice the length of the sloping side			
(1) Basic Solution			
Water Depth, y	m		0.35
Bed Width, b	m		0.17
X-sectional Area, A	m ²		0.30
Wetted Perimeter, P	m		1.73
Hydraulic Radius, R = A / P	m		0.18
Top Width, T	m		1.57
Velocity	m/s		3.4
(2) Solution for a Modified Bed Width (for example to the nearest 0.1 m)			
X-sectional Area, A	m ²		0.3
Modified Bed Width, b _m	m		0.20
Modified Water Depth, y _m	m		0.4
Modified Wetted Perimeter, P _m	m		2.1
Modified Hydraulic Radius, R _m = A / P	m		0.14
Modified Top Width, T _m	m		1.9
Velocity	m/s		2.99
(3) Solution to maintain within Permissible Water Velocity to avoid EROSION or create permissible FISH ENVIRONMENT (m/s)			
Velocity, v = Q / A	m/s	<	1.5
Final Cross Sectional Area, A = Q / v	m ²		0.7
Final Water Depth, y _f	m		0.5
Final Bed Width, b _f	m		0.2
Final Velocity, v _f	m/s		1.5
A	m ²		0.7
P	m		2.6
Q	m ³ /s		1.0
Modified Top Width, T _m	m		3.5

Vedlegg 1-3: Hydrauliske beregninger for bekkeutforming ved inntaksområdet.

Efficient Hydraulic Trapezoidal/Rectangular x-sections for Open Channels given the SIDE SLOPE and DESIGN DISCHARGE			
Reference:	https://youtu.be/3-e9vYAezwo		
Manning Equation	$Q = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$		
Input data / Section Number		avskjærendegrøft 1	
Water Surface Slope, s	m/m		0.0333
Design discharge, Q	m ³ /s		0.89
M = 1 / Manning Coefficient, 1 / n			30.3
SIDE SLOPE (1.2), for rektangulær set z = 0			0.0
For efficient trapezoidal hydraulic section: The top water surface = Twice the length of the sloping side			
(1) Basic Solution			
Water Depth, y	m		0.46
Bed Width, b	m		0.92
X-sectional Area, A	m ²		0.43
Wetted Perimeter, P	m		1.85
Hydraulic Radius, R = A / P	m		0.23
Top Width, T	m		0.92
Velocity	m/s		2.1
(2) Solution for a Modified Bed Width (for example to the nearest 0.1 m)			
X-sectional Area, A	m ²		0.4
Modified Bed Width, b _m	m		1.00
Modified Water Depth, y _m	m		0.5
Modified Wetted Perimeter, P _m	m		2.0
Modified Hydraulic Radius, R _m = A / P	m		0.21
Modified Top Width, T _m	m		1.0
Velocity	m/s		1.98
(3) Solution to maintain within Permissible Water Velocity to avoid EROSION or create permissible FISH ENVIRONMENT (m/s)			
Velocity, v = Q / A	m/s	<	0.5
Final Cross Sectional Area, A = Q / v	m ²		1.8
Final Water Depth, y _f	m		0.9
Final Bed Width, b _f	m		1.9
Final Velocity, v _f	m/s		0.5
A	m ²		1.8
P	m		3.8
Q	m ³ /s		0.9
Modified Top Width, T _m	m		1.9
