


# Vurderingar knytt til avrenninga i og rundt massedeponi ved Åsebø, Askøy kommune



Prosjektinformasjon og status		
<b>Dokumentnr.:</b>	<b>Dokumenttittel:</b>	
2016-10-097	Vurderingar knytt til avrenninga i og rundt massedeponi ved Åsebø, Askøy kommune	
<b>Klassifisering:</b>	<b>Distribusjon:</b>	
Intern	Oppdragsgjever	
<b>Leveransedato:</b>	<b>Status:</b>	<b>Sider:</b>
15. desember 2016	Godkjend notat	22
<b>Kontraktør:</b>		
		<b>Kontraktørinformasjon:</b>
		SGC Geofare AS Villabyen 3, 6984 Stongfjorden Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA
<b>Kontaktinformasjon:</b>		<b>Kundeinformasjon:</b>
SGC Geofare AS v/Even Vie, Fung. dagleg leiar Villabyen 3, 6984 Stongfjorden Tlf.: 928 92 969 e-post: Even@SGCas.no, Einar@SGCas.no		Østerbø transport & maskin AS v/Eivind Østerbø Heilund 5649 Eikelandsosen Tlf: 958 55 922 e-post: eivind@osterbo.net
<b>Fagområde:</b>	<b>Dokumenttype:</b>	<b>Lokalitet:</b>
Geologi	Notat / 2016-10-097	Åsebø, Askøy kommune
<b>Feltarbeid utført av:</b>	<b>Dato for feltarbeid:</b>	<b>Signatur:</b>
Even Vie Anders Haaland	15. Februar	Even Vie (sign.) Anders Haaland (sign.)
<b>Rapport utarbeidd av:</b>	<b>Dato for ferdigstilling:</b>	<b>Signatur:</b>
Einar Alsaker	15. desember 2016	Einar Alsaker (sign.)
<b>Rapport revidert av:</b>	<b>Godkjend (Dato)</b>	<b>Signatur:</b>
Anders Haaland Einar Alsaker	3. januar 2017 3. januar 2017	Anders Haaland (sign.) Einar Alsaker (sign.)
<b>Rapport godkjent av:</b>	<b>Godkjend (dato)</b>	<b>Signatur:</b>
Even Vie (Fung. dagleg leiar)	3. januar 2017	Even Vie (sign.)

## SAMANDRAG

Vi har vurdert tiltak som kan vere aktuelle å bruke for å hindre transport av finkorna materiale, silt og leirpartiklar ut i Heiavatnet. Generelt er forholda på undersøkingsområdet gode for å etablere eit massedeponi. Nedslagsfeltet er relativt lite, og vatn i området vil kun drenere ut sør i det definerte området. For anbefalingar som gjeld sjølve deponiet, sjå rapport utarbeidd av SGC Geofare AS (2016).

Tatt i betraktning mogeleg maksimal nedbørsmengde og transport av finkorna sediment i og frå deponiområdet, bør det vurderast å bruke ein kombinasjon av fleire tiltak. Det å gjere tiltak inne i sjølve deponiområdet ser vi på som ei uaktuell løysing. Det begrunna med at det her vil bli tilført nye massar så lenge anlegget er i drift, og dermed vil det til ei kvar tid medføre endringar i terrenget. Det vil bli svært fordyrande, samt krevjande å måtte tilpasse reinsande tiltak inne i sjølve deponiområdet. Løysinga vil vere å bruke sand som eit reinsande element, der sanden må plasserast slik at all overflatevatn renn gjennom sandmembranar for å reinse ut finstoff, og eventuell forureina masse. I slike tilfeller er det vanleg å bruke permeable sandfraksjonar med ein kornstørrelse definert som medium- til grov sand, partiklar med ein diameter mellom 0,06 og 2 mm. Det kan vidare brukast ein kombinasjon av grus og sand som ein filtreringsmasse nærmast deponiet, og som går over i ein sandmasse med anbefalte kornfraksjonar.

SGC anbefalar ei fleirdelt løysing, der det vert brukt ein kombinasjon av grus/fin pukk, sand og eit mindre sedimentasjonsbasseng. På den måten vil finkorna- og eventuelt forureina finkorna massar bli fanga opp gjennom fleire membranar. Det er foreslått fleire ulike tiltak som skal reinse overflatevatn som kjem inn i nedslagsfeltet kring deponiet, og vert transportert sørover mot Heiavatnet. Det er her gjort vurderingar med utgangspunkt i ulike fasar av nedbørsmengde som kan inntreffe i framtida, basert på data frå to målestasjonar i kommunen. På grunn av vassmengder knytt til nedbør som tilsvarar 20-årsflaum eller større, som vil kunne medføre vasstransport med høge konsentrasjonar av leir-, silt- og sandpartiklar, måtte vi gå vekk frå å bruke sedimentasjonsbasseng åleine for oppsamling av finkorna massar, og eventuelle forureina massar. Vi kom difor fram til at beste løysinga på problemstillinga vil vere å bruke ein kombinasjon av ulike reinse- og oppsamlingsmetodar for å kunne tilfredstille krav som er sett til anlegget.

# **INNHALDSLISTE**

<b>SAMANDRAG .....</b>	<b>3</b>
<b>INNLEIING .....</b>	<b>5</b>
<b>1. KAPITTEL 1 – OMRÅDESKILDRING .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Plassering .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Topografi, hydrologi og vegetasjon.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3. Klima .....</b>	<b>8</b>
1.3.1. Klimastatistikk.....	8
1.3.2. Klimaprognosar .....	8
<b>1.4. Geologi.....</b>	<b>8</b>
<b>KAPITTEL 2 – UTBYGGINGSPLAN FOR MASSEDEPONIET .....</b>	<b>9</b>
<b>KAPITTEL 3 – VURDERINGAR KRING AVRENNINGA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Berekning av flaumstorleikar .....	11
<b>KAPITTEL 4 – TILTAK, DISKUSJON OG KONKLUSJON.....</b>	<b>18</b>
<b>KAPITTEL 5 - REFERANSAR.....</b>	<b>23</b>

## INNLEIING

SGC Geofare AS er engasjert av Østerbø Transport & Maskin AS for å gjere vurderingar rundt problemstillinga med overflatevatn i området. Tidlegare har vi bidrege med geoteknisk rådgjeving under prosjektering av massedeponi ved Åsebø i Askøy kommune, der det skal fyllast opp med ca. 19 daa av godkjende jordmassar. Vest og sør for desse massane skal det fyllast inn med ca. 40 daa steinmassar som skal fungere som demning for massane. Nord og aust for deponiet skal høgare topografi definere høgaste delen av fyllinga..

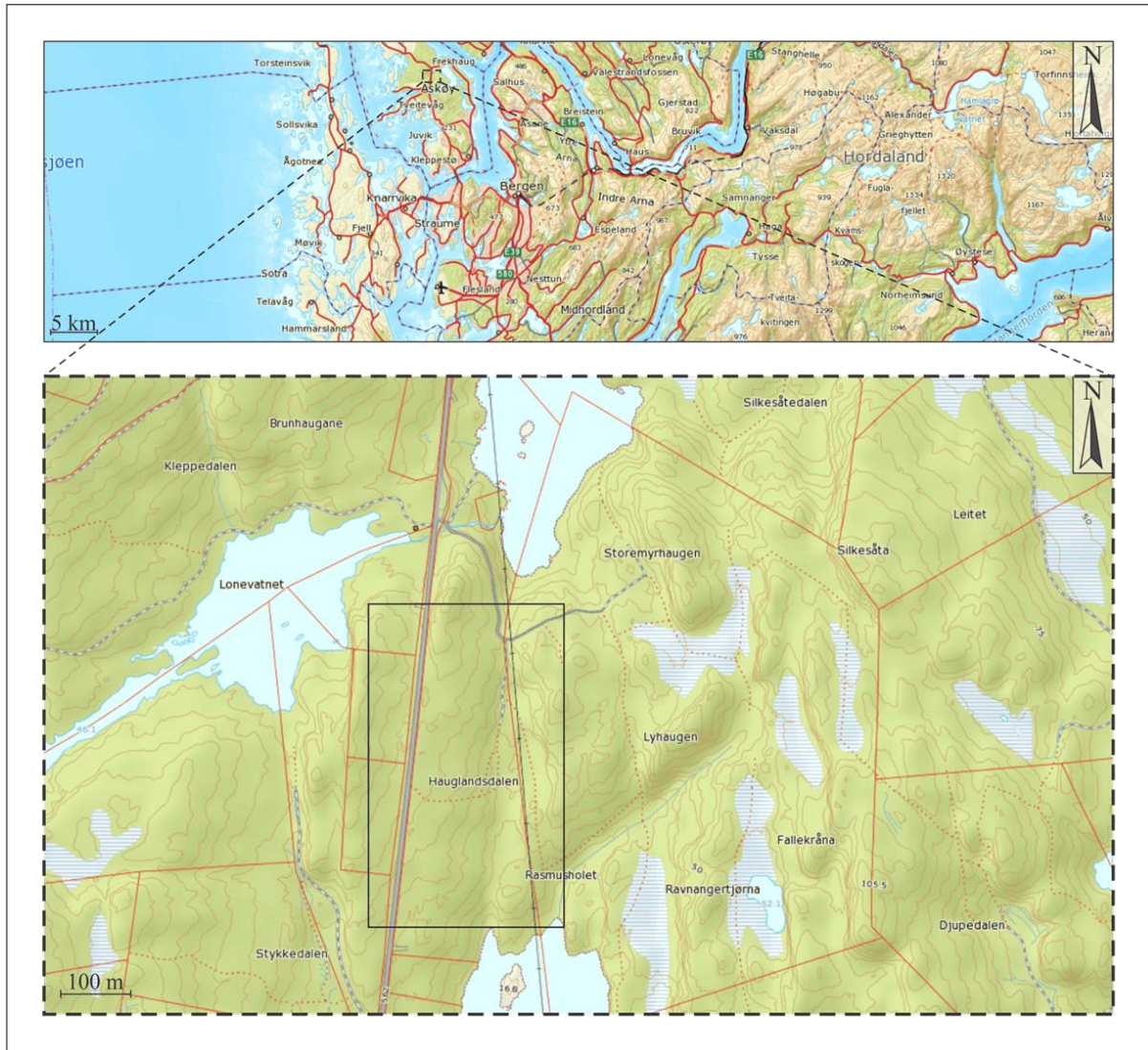
Dette notatet er delt inn i 4 hovudkapittel. Kapittel 1 visar i hovudsak til tidlegare arbeid utført av SGC, der vi har handsama ekstern bakgrunnsinformasjon (utvida klimadata), der denne informasjonen vert samanstillt med utbyggingsplan i Kapittel 2. Her er det igjen i hovudsak referert til tidlegare arbeid utført av SGC. I Kapittel 3 gjer vi ei detaljert vurdering for handsaminga av overflatevatnet i området. Kapittel 4 inneheld ein diskusjon og konklusjon rundt problemstillingane i området og forslag til tiltak.

Berre dei hydrologiske og geologiske aspekta ved vurderinga vert her omtala. Alle konklusjonar som her vert trekt føreset at menneskelege inngrep i området vil kunne endre dei geologiske og hydrologiske forholda i området.

# 1. KAPITTEL 1 – OMRÅDESKILDRING

## 1.1. Plassering

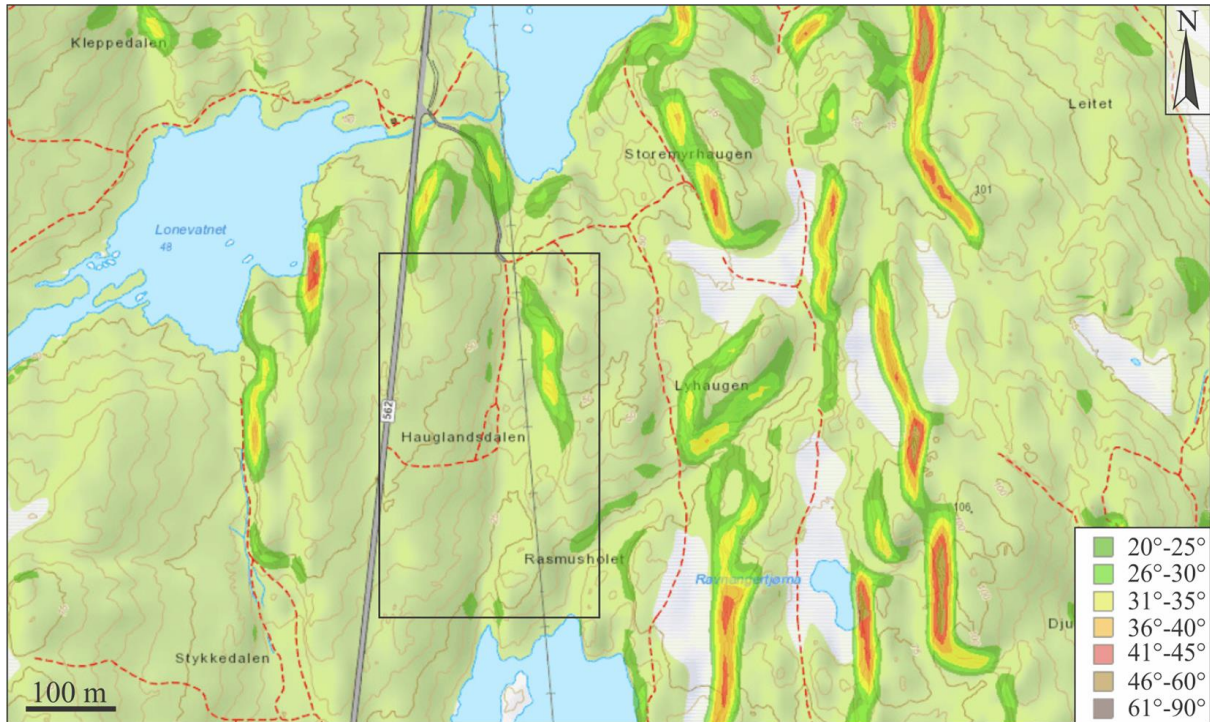
Det planlagde deponiområdet skal plasserast på gbnr. 22/7 som ligg ved Åsebø i Askøy kommune (Figur 1). Området kan beskrivast som eit lite og relativt flatt dalføre (Hauglandsdalen) på 30-55 m o.h. med ei helling mot Heiavatnet i sør.



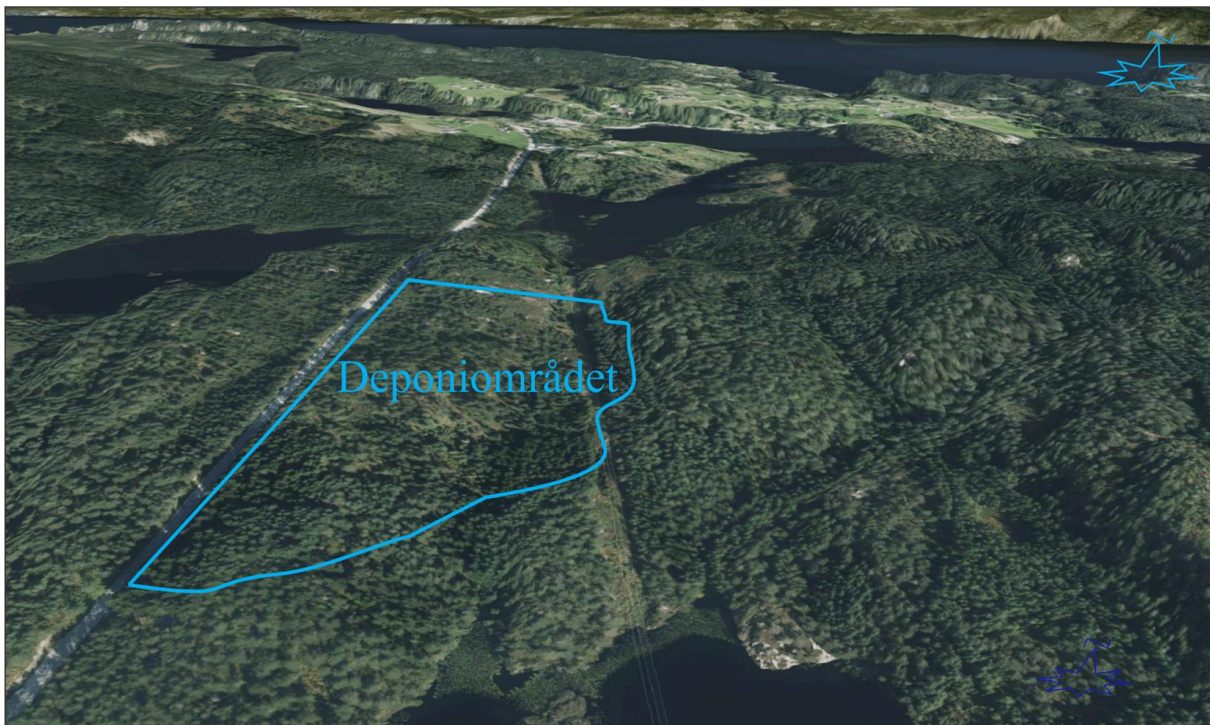
**Figur 1:** Kart som viser plasseringa av deponiområdet (svart rektangel). Koteavstanden ved nedste kart er 5 m (Statens kartverk).

## 1.2. Topografi, hydrologi og vegetasjon

Deponiområdet ligg på kote 30-55 m o.h. (Figur 2 og Figur 3). For vidare skildring av området viser vi til tidlegare rapport over området, frå SGC Geofare AS: *Vurdering av grunnforhold ved planlegging av massedeponi ved Åsebø, Askøy kommune*, datert 14. mars 2016.



**Figur 2:** Helligskart over planområdet (svart rektangel). Kjelde: NGI m. fl.



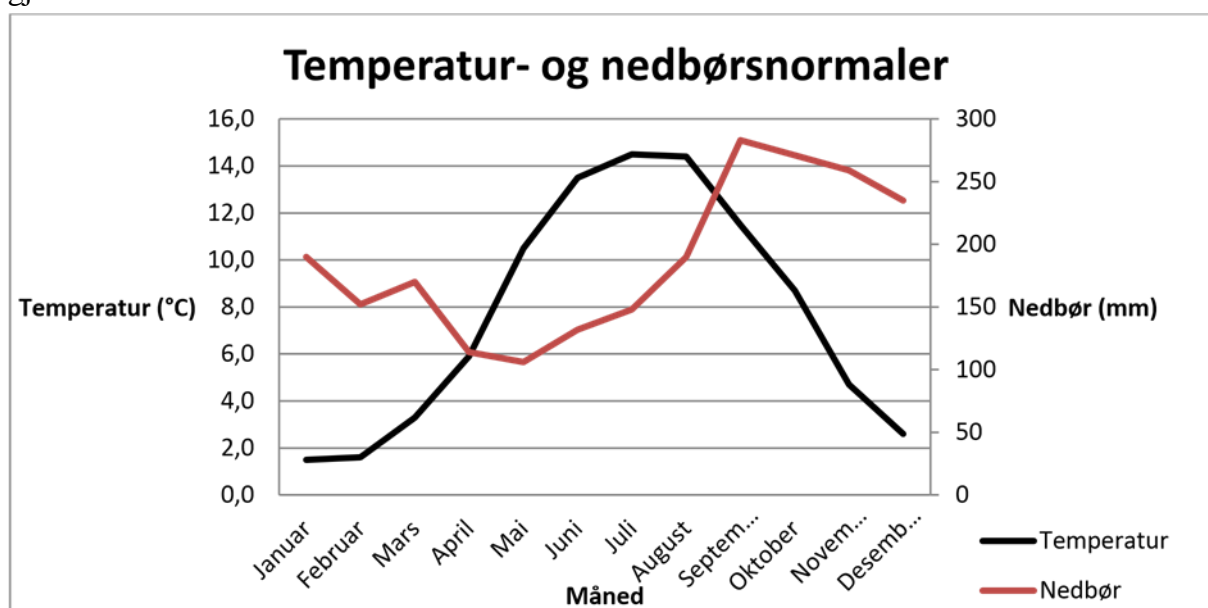
**Figur 3:** Tredimensjonal framstilling av undersøkingsområdet utsyn mot nord/nordvest. Ein ser at området er eit lite dalføre som strekk seg nordvest-søraust (Norge i 3D/Norkart AS).

## 1.3. Klima

### 1.3.1. Klimastatistikk

Flaumfare og klima heng tett i saman. Temperatur og nedbør er generelt avgjerande for stabiliteten til lausmassar, vassavrenning og flaumfare. For å kunne gjere ei tilstrekkeleg geologisk undersøking må ein ta omsyn til gjeldande klimastatistikk, samt oppdaterte prognosar for framtidige klimaendringar.

Meteorologisk institutt har hatt operative vêrstationar på ulike stader i Bergensområdet i lang tid. Det er her henta temperatur- og nedbørsdata frå stasjonen på Florida i Bergen, stasjon 5054 (12 m o.h.). Sidan datamaterialet strekk seg over ein periode på over 30 år, som er det statistiske minsteintervallet for klimamålingar, gjev dette ein peikepinn på klimaet i området gjennom siste del av 1900-talet.



**Figur 4:** Temperatur- og nedbørsnormalar frå Meteorologisk institutt. Statistikken er henta frå stasjon 5054 Florida (12 m o.h.) i Bergen. Årsnormalen for nedbør har i løpet av denne perioden vore 2250 mm. Årsnormalen for temperatur har vore 7,7 °C gjennom denne perioden.

### 1.3.2. Klimaprognosar

Klimaprognosar for Askøy fram mot klimaperioden 2071-2100 viser at ein kan forvente ein auke i årstemperatur på 2,0-3,0 °C. Normal årsnedbørssum kan auke med 20-25 % i løpet av same periode. Årsavrenninga vil kunne auke med 20-50 %. Modellen viser vidare at snømengda kan verte redusert med opptil 80 % og at det kan bli over 35 færre dagar i året med snø fram mot 2071-2100 (Meteorologisk institutt).

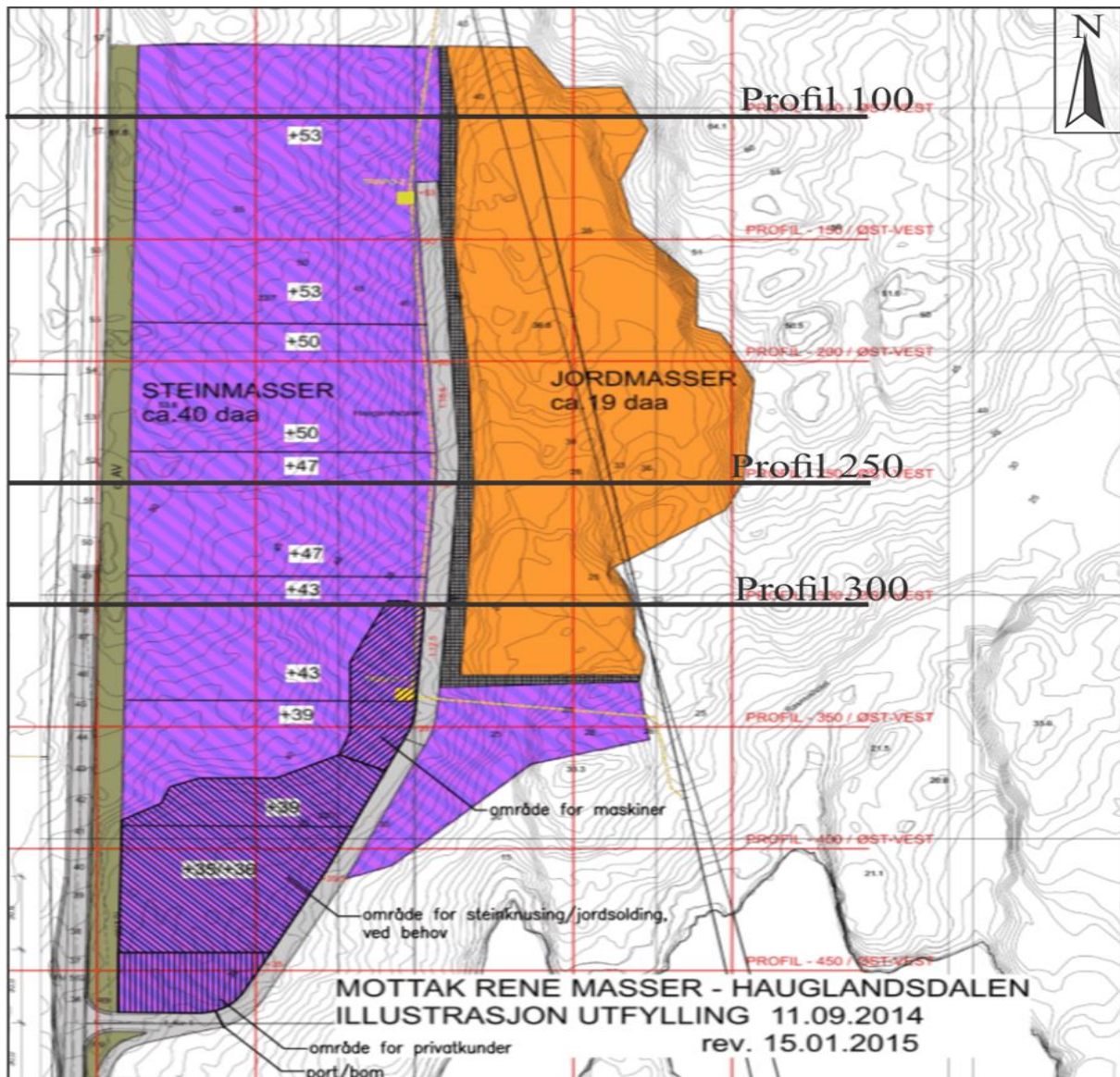
## 1.4. Geologi

For geologiske beskrivingar over området viser vi til tidlegare rapport frå SGC Geofare AS: *Vurdering av grunnforhold ved planlegging av massedeponi ved Åsebø, Askøy kommune*, datert 14. mars 2016.

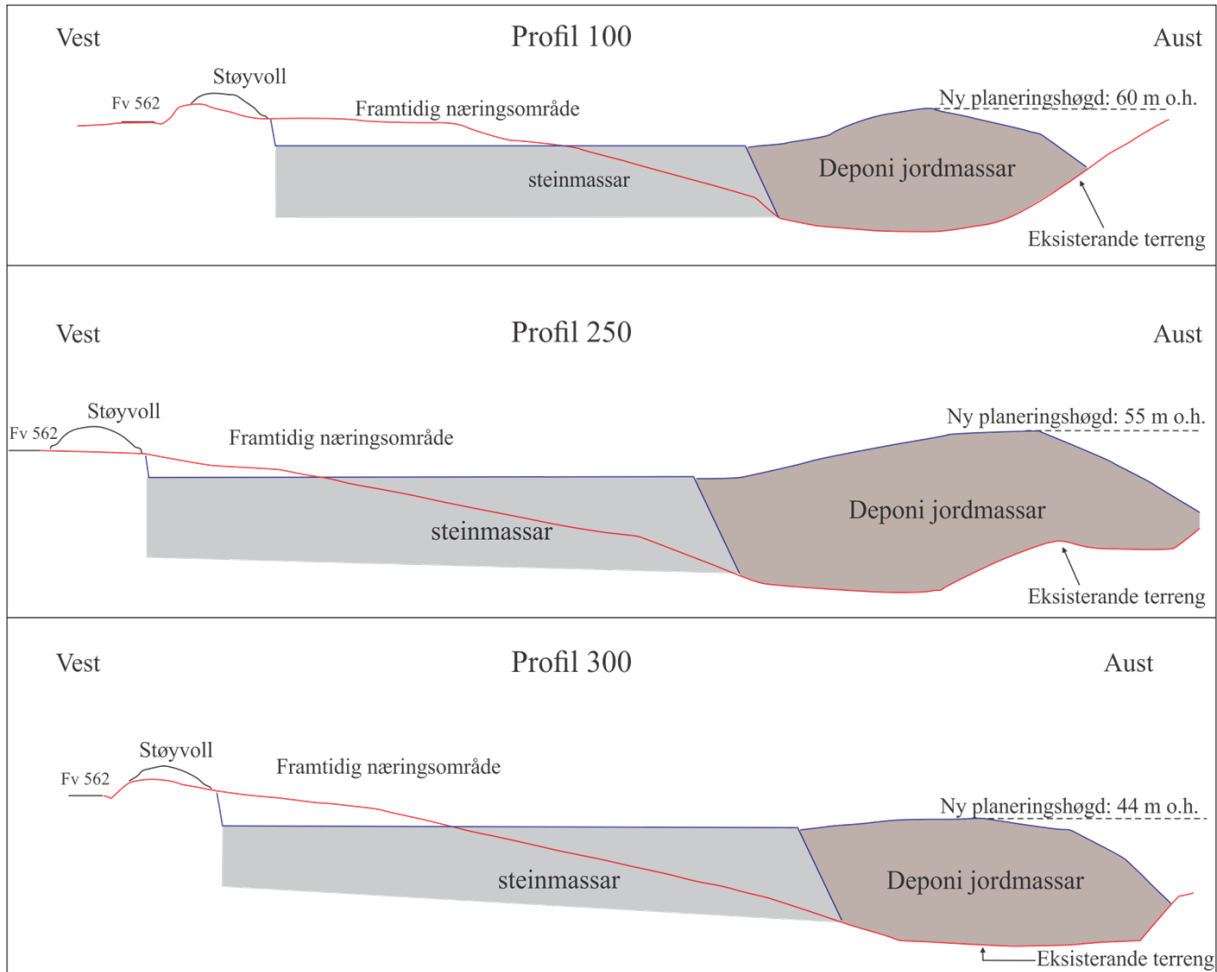


## KAPITTEL 2 – UTBYGGINGSPLAN FOR MASSEDEPONIET

Deponiet skal bestå av ca. 19 daa jordmassar (Figur 5). Mellom deponimassane og Fv. 562 i vest skal det fyllast inn med ca. 40 daa steinmassar. Disse steinmassane skal òg strekke seg rundt i det sørlege området, og vil fungere som demning for å halde deponiet av jordmassar på plass (Figur 6). For vidare beskriving av området viser vi til tidlegare rapport over området, frå SGC Geofare AS (2016): *Vurdering av grunnforhold ved planlegging av massedeponi ved Åsebø, Askøy kommune*, datert 14. mars 2016. Det same gjeld for feltobservasjonar frå 15/2-16, vidare beskrivingar og tolkingar av innsamla data.



**Figur 5:** Plankart over utbyggingsområdet for massedeponiet der det skal deponerast ca. 19 daa jordmasser. Vest og sør for deponiet skal det leggest ca. 40 daa med steinmassar som skal fungere som demning og framtidig næringsområde. På kartet er også Profil 100, 250 og 300 markert.



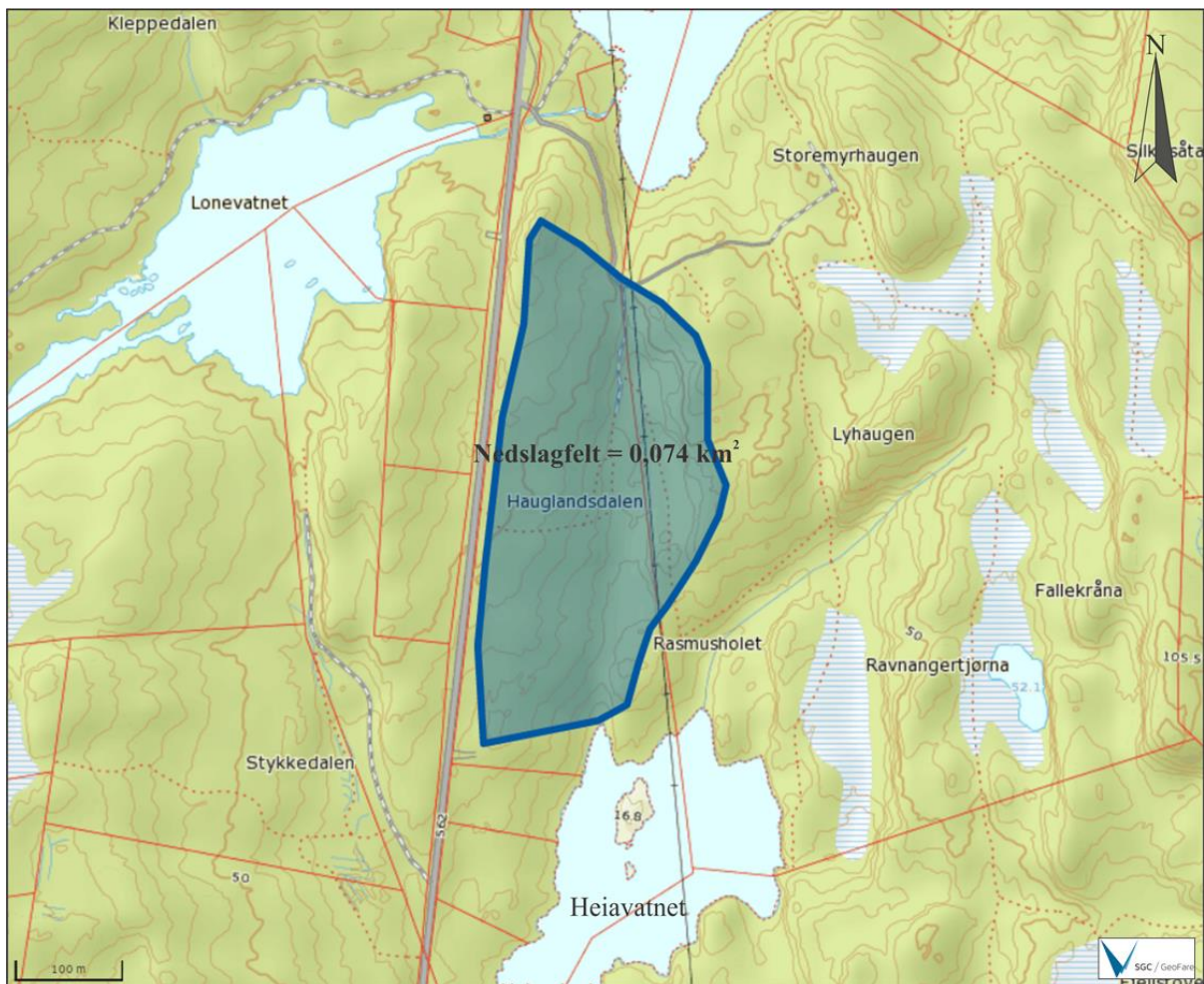
**Figur 6:** Figuren viser profil 100, 250 og 300. Disse er vest-austorientert der Fv. 562 er i vest og oppstikkande fast fjell er i aust. Vest for deponiet skal det leggest steinmassar som skal fungere som demning og næringsområde i framtida. Raud linje markerer dagens terrengprofil.

## KAPITTEL 3 – VURDERINGAR KRING AVRENNINGA

For å få ei god nok reinsing av overflatevatn som vil renne i området der deponiet skal ligge, er det pålegg frå Askøy kommune om ei effektiv reinsing slik at det ikkje renn forureina vatn og finstoff ut i Heiavatnet.

### 3.1 Berekning av flaumstorleikar

Vi tek utgangspunkt i nedslagsfeltet som omkrinsar det planlagde deponiet. Nedslagsfeltet er berekna til å utgjere 73.654 m<sup>2</sup> (eller 0,074 km<sup>2</sup>), der alt overflatevatn vil renne gjennom deponiet og ut i vika nedanfor (sør), i Heiavatnet (Figur 7). Vi ser det som vanskeleg å lage til kunstige dreneringsveggar og/eller kummar inne i deponiområdet, då dette til stadigheit vil vere i endring på grunn av stadig tilførsel av nye massar. Dalføret der deponiet skal ligge endar i ein relativ smal dal nedst mot vatnet (Figur 7). Det betyr igjen at all overflatevatn vil passere gjennom den delen av feltet.



Figur 7: Kartet viser nedslagsfeltet kring det planlagde deponiet på Åsebø. Kjelde: Statens kartverk.

Det er henta ut intensitet-varigheit-frekvensverdiar (IFV-verdiar) frå stasjon 50480 Sandsli. Dette er det næraste stasjonen med data av denne typen tilgjengeleg. Desse verdiane gjev ein peikepinn på nedbørsintensiteten til ulike gjentakingsintervall (Figur 6).

Rapporten har godkjende kvalitetskontrollerte data.

**Returperiodar(år); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar(10 000m<sup>2</sup>) (l/s\*ha)**  
**50480 BERGEN - SANDSLI**  
**Periode: 1982 - 2014**  
**Talet på sesongar: 30**

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	268,1	219,8	191,3	158,5	116,1	92,5	77,4	61,0	47,5	40,6	32,6	29,1	23,9	16,7	11,3	7,2
5	329,3	269,2	238,9	197,7	136,2	105,3	90,1	72,7	56,5	47,9	38,7	36,0	29,0	19,7	13,9	8,9
10	369,8	301,9	270,4	223,7	149,4	113,8	98,6	80,5	62,5	52,8	42,8	40,6	32,4	21,6	15,6	9,9
20	408,7	333,2	300,7	248,6	162,1	121,9	106,7	87,9	68,2	57,5	46,7	44,9	35,7	23,4	17,3	11,0
25	421,0	343,2	310,2	256,5	166,2	124,5	109,2	90,3	70,0	59,0	47,9	46,3	36,7	24,0	17,8	11,3
50	459,0	373,8	339,8	280,9	178,6	132,4	117,1	97,5	75,6	63,6	51,7	50,6	39,9	25,8	19,4	12,3
100	496,7	404,2	369,1	305,1	191,0	140,3	125,0	104,7	81,1	68,1	55,4	54,9	43,1	27,6	21,0	13,3
200	534,4	434,5	398,4	329,2	203,3	148,2	132,8	111,9	86,6	72,7	59,2	59,1	46,2	29,4	22,6	14,3

**Returperiodar(år); Nedbørsum(mm)**  
**50480 BERGEN - SANDSLI**  
**Periode: 1982 - 2014**  
**Talet på sesongar: 30**

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.	720 min.	1440 min.
2	1,6	2,6	3,4	4,8	7,0	8,3	9,3	11,0	12,8	14,6	17,6	21,0	25,8	36,1	48,8	62,2
5	2,0	3,2	4,3	5,9	8,2	9,5	10,8	13,1	15,3	17,2	20,9	25,9	31,3	42,6	60,0	76,9
10	2,2	3,6	4,9	6,7	9,0	10,2	11,8	14,5	16,9	19,0	23,1	29,2	35,0	46,7	67,4	85,5
20	2,5	4,0	5,4	7,5	9,7	11,0	12,8	15,8	18,4	20,7	25,2	32,3	38,6	50,5	74,7	95,0
25	2,5	4,1	5,6	7,7	10,0	11,2	13,1	16,3	18,9	21,2	25,9	33,3	39,6	51,8	76,9	97,6
50	2,8	4,5	6,1	8,4	10,7	11,9	14,1	17,6	20,4	22,9	27,9	36,4	43,1	55,7	83,8	106,3
100	3,0	4,9	6,6	9,2	11,5	12,6	15,0	18,8	21,9	24,5	29,9	39,5	46,5	59,6	90,7	114,9
200	3,2	5,2	7,2	9,9	12,2	13,3	15,9	20,1	23,4	26,2	32,0	42,6	49,9	63,5	97,6	123,6

**Figur 8:** Tabellar som viser nedbørsintensitet og registrerte nedbørmengder med ulike returperiodar, målt i perioden 1982 – 2014. Vi har tatt utgangspunkt i nedbørmengder som tilsvarar returperiodar for 2,- 20-, 50- og 200 årsflaumar. Kjelde: Meteorologisk institutt.

For å finne avrenninga til feltet er *den rasjonelle metode* brukt (Statens vegvesen 2014). Dette er ein metode som kan brukast på nedslagsfelt som er mindre enn 5 km<sup>2</sup>. Vi har nytta denne til å berekne avrenninga til flaumar som tilsvarar 2-, 20-, 50- og 200-årsflaumar. I følgje *den rasjonelle metoden* er avrenninga (Q) gjeve ved:

$$Q = C \times i \times A \times K_f$$

Der C er avrenningsfaktoren, som er sett til 0,5 og lagt til 20 % for returperiode på 50 år og 30 % for ein returperiode på 200 år. A er feltarealet (ha) og K<sub>f</sub> er ein klimafaktor (1,5 for ein 200-års returperiode). Den dimensjonerande nedbørsintensiteten, i, vert rekna ut i frå nedslagsfeltets konsentrasjonstid t<sub>c</sub>, og varierer ved returintervallet. I følgje Statens vegvesen si handbok N200 er konsentrasjonstida gjeve ved:

$$t_c = 0,6 \times L \times H^{0,5} + 3000 \times A_{se} \text{ der}$$

t<sub>c</sub> = konsentrasjonstid; kor mykje vatn som passerer eit punkt - liter/sek.

L = lengda på feltet (= ca. 420 m), og

H = høgdeforskjellen i feltet (= 36 m)

A<sub>se</sub> = andel innsjø i feltet (= 0), som då gir ein tidsfaktor på:

$$t_c = 42 \text{ min}$$

Tabell 1 summerer opp resultatene for flaumberekingane for ulike gjentakingsintervall. Det er lagt til eit klimapåslag på 20 % for å ta høgde for framtidige klimaendringar. For deponiet som er planlagt ved Åsebø er 200-årsflaum dimensjonerande.

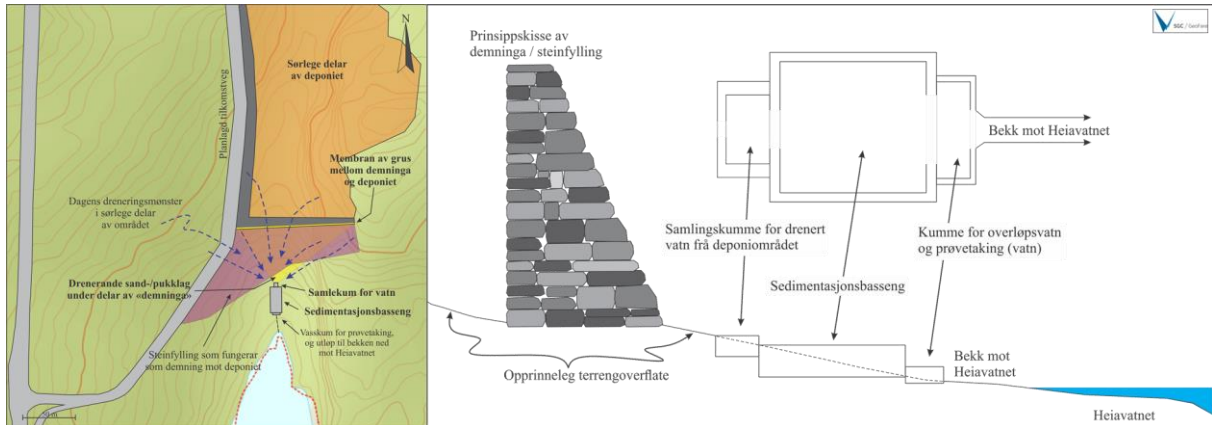
*Tabell 1: Feltkarakteristikkar og dimensjonerande avrenning frå feltet.*

Flaumstorleik	Avrenningsfaktor (C)	Feltareal (ha)	Nedbørsintensitet (l/s)	Avrenning (l/s)	Avrenning med klimapåslag (20 %, l/s)	Avrenning m <sup>3</sup> /time
2-årsflaum	0.50	0.74	47.50	17.58	21.09	75.92
20-årsflaum	0.50	0.74	68.60	25.38	30.46	109.65
50-årsflaum	0.60	0.74	75.60	33.57	40.28	145.01
200-årsflaum	0.65	0.74	86.60	41.65	49.99	179.95

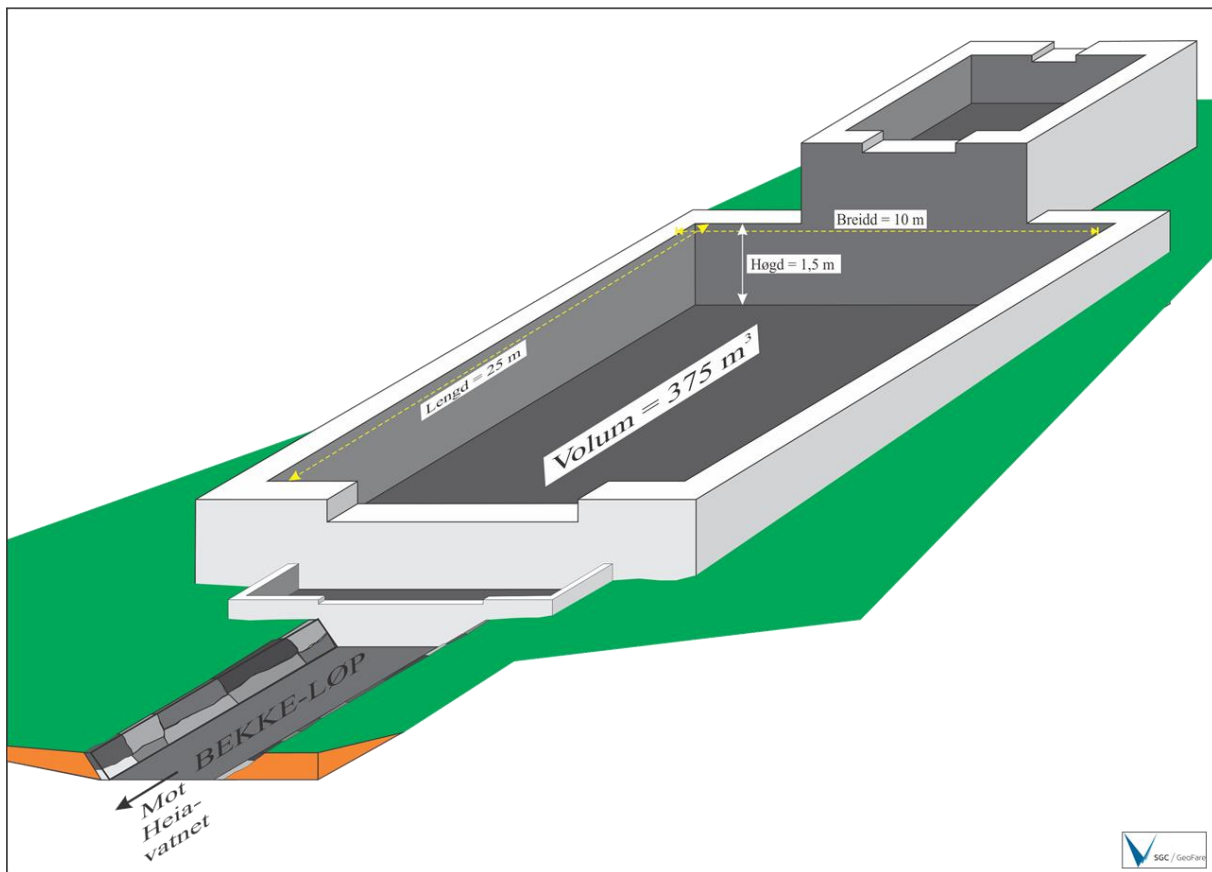
Ut frå berekingar og bruk av tabellane i Figur 5 og i Tabell 1, får vi ei forventa avrenning mot Heiavatnet for nedbør tilsvarande returperiodar på 200-, 50- og 20-årsflaumar på omsynsvis; 179,95 m<sup>3</sup>/time, 145,01 m<sup>3</sup>/time og 109,65 m<sup>3</sup>/time. Her er det då teke omsyn til forventa nedbørsøke med om lag 20 %.

For å imøtekomme krava som er stilt til reint vatn frå avrenning er det mellom anna føreslått å bygge eit sedimentasjonsbasseng og eit tilsvarande basseng for prøvetaking. I tillegg er det av miljøetaten i Askøy kommune føreslått å bruke siltduk, i tillegg til beplanting i Heiavatnet som vil kunne absorbere forureining. SGC sitt utgangspunktet er å kunne forhindre at finkorna fraksjonar og eventuelt forureina vatn, renn ut i Heiavatnet. Vi tar omsyn til den maksimale nedbørsmengda som tilsvarar nedbør med ein returperiode på 200 år, og gjer våre vurderingar ut frå det. Det betyr at vi må ta omsyn til ei avrenning på ca. 180 m<sup>3</sup>/time.

For å fange finkorna fraksjonar frå å bli transporterte uti Heiavatnet er det føreslått å bruke eit sedimentasjonsbasseng som er stort nok til å kunne fange transportert materiale i suspensjon før det når vatnet. Ved å lage eit basseng som kan romme ca. 375 m<sup>3</sup> vil dette fyllast på ca. 2 timar i periodar med mykje nedbør. Det må i tillegg lagast til ei drenering slik at alt vatnet vert samla før det renn inn i bassenget, og vidare må det vurderast ein kum som samlar vatnet før det renn ut i ein bekk som fører det ned til Heiavatnet (Figur 9). Sistnemnde kum har mest ein funksjon til å samle inn vassprøvar. Dei to kummane i kvar ende (nord og sør) av sedimentasjonsbassenget er ikkje spesifiserte med omsyn til størrelse, då dei ikkje har anna funksjon enn å samle vatnet før det renn inn i bassenget, og til prøvetaking av vassprøver etter at det har stått i sedimentasjonsbassenget og renn derifrå (Figur 10).



**Figur 9:** Figuren viser illustrasjonar med omsyn til avrenninga ned mot Heiavatnet, og demninga plassert i forhold til Heiavatnet og sedimentasjonsbassenget med tilhøyrande kummar. Kartkjelde: [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).



**Figur 10:** Figuren viser eit forslag til sedimentasjonsbasseng med eit volum på ca. 375 m<sup>3</sup> (25 m x 10 m x 1,5 m). Nærast demninga er det foreslått ein samlingskum for vatn som drenerer mot, og før det renn inn i bassenget. Vi har ikkje sett nokon spesifisering med omsyn til størrelse/volum på denne. Lengst sør (mot Heiavatnet) foreslår vi ein kum med uspesifisert størrelse. Funksjonen til denne vil først og fremst vere til prøvetaking av vatnet som renn ut av bassenget, før det renn inn i ein bekk som fører vatnet ned mot Heiavatnet.

For å vurdere sedimentasjonsbassenget sin funksjon tar vi utgangspunkt i tre ulike scenarier der vassmengda som renn inn i bassenget kan variere frå tilnærma normale nedbørsmengder (2-årsflaum), ein uvanleg nedbørsituasjon (20-årsflaum), og til ekstreme nedbørsmengder (200-årsflaum). For 200- og 20-årsflaumar har vi allereie skissert kor store nedbørsmengder og

volum vi kan forvente, medan for nedbørsmengder tilsvarande ein 2-årsflaum vil det utgjere eit kalkulert volum på ca. 76 m<sup>3</sup>/time (Tabell 1).

Vurderingar av dei ulike nedbørsmengdene opp mot størrelsen på sedimentasjonsbassenget (Figur 10), viser at volumet i bassenget vil vere stort nok til at vatn står truleg stille lenge nok til at finkorna fraksjonar vi vil sekke til botnen. For ei meir eksakt vurdering av det, brukar vi Stoke's lov som tar omsyn til kornstørrelse og vekt, sett i relasjon til synkehastigheit av ein sfærisk partikkel. Utrekningane er gitt ved formel:  $\mu = (d^2 \times g(\rho_s - \rho_f)) / (18\eta)$ , der

$\mu$  = synkehastigheit

$d$  = diameteren i eit sfærisk korn

$g$  = gravitasjonskraft (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$\rho_s$  = korntettleiken (2650 kg/m<sup>3</sup>)

Fin sand = 5 x 10<sup>-5</sup> m

Siltpartiklar = 5 x 10<sup>-6</sup> m

Leirpartiklar = 5 x 10<sup>-7</sup> m

$\rho_f$  = tettleiken på væska (vatn = 1000 kg/m<sup>3</sup>)

$\eta$  = gravitasjonskrafta som verkar på ein partikkel (18x10<sup>-3</sup> kg/ms)

Det gir oss følgande synkehastigheit:

*Fin sand* = 2,25 x 10<sup>-3</sup> m/s, som vidare utgjer tida for å synke 1 m;

$t = (1m) / (2,25 \times 10^{-3} \text{ m/s}) = 445 \text{ sek.} = \mathbf{7,4 \text{ minutt.}}$

*Silt* = 2,25 x 10<sup>-5</sup> m/s, som vidare utgjer tida for å synke 1m;

$t = (1m) / (2,25 \times 10^{-5} \text{ m/s}) = 4,45 \times 10^4 \text{ sek.} = \mathbf{12 \text{ timar.}}$

*Leire* = 2,25 x 10<sup>-7</sup> m/s, som vidare utgjer tida for å synke 1m;

$t = (1m) / (2,25 \times 10^{-7} \text{ m/s}) = 4,45 \times 10^6 \text{ sek.} = \mathbf{51 \text{ dagar.}}$

Det viser at partiklar med kornstørrelse frå og med silt og oppover vil samle seg i bassenget i periodar med store nedbørsmengder. Siltfraksjonar vil synke ned på botnen av bassenget når nedbørsmengda er mindre enn ca. 30 m<sup>3</sup>/time. Leirfraksjonar vil truleg ikkje kunne sette seg i sedimentasjonsbassenget når det er vasstraum i bassenget med mindre enn 50 dagars mellomrom. Det vil igjen sei ei nedbørsmengd som tilsvarar i gjennomsnitt 7,5 m<sup>3</sup>/time. Om det skal lagast eit sedimentasjonsbasseng som kan halde stillestående vatn tilsvarande ei nedbørsmengd på ca. 180 m<sup>3</sup>/time (200-årsflaum), vil det tilsvare eit bassengvolum på ca. 9.180 m<sup>3</sup>, noko som ikkje er realistisk å gjennomføre. I praksis vil det sei at sedimentasjonsbassenget truleg vil kunne fungere optimalt i periodar med normale nedbørsmengder, men vil ikkje kunne fungere for dei mest finkorna fraksjonane, silt og leire i periodar med meir nedbør enn omsynsvis ca. 30 m<sup>3</sup>/time og 7,5 m<sup>3</sup>/time, noko som igjen tilsvarar ei nedbørsmengd på omsynsvis 9,78 mm/døgn og 0,03 mm/døgn.

Ved å bruke Stoke's lov om synkehastigheit ser vi at eit sedimentasjonbasseng med foreslått storleik truleg ikkje vil fungere optimalt for deponiet på Åsebø (Figur 10). Anten må dimensjonane på bassenget aukast, noko som er lite realistisk, eller vi må vurdere alternative løysingar.

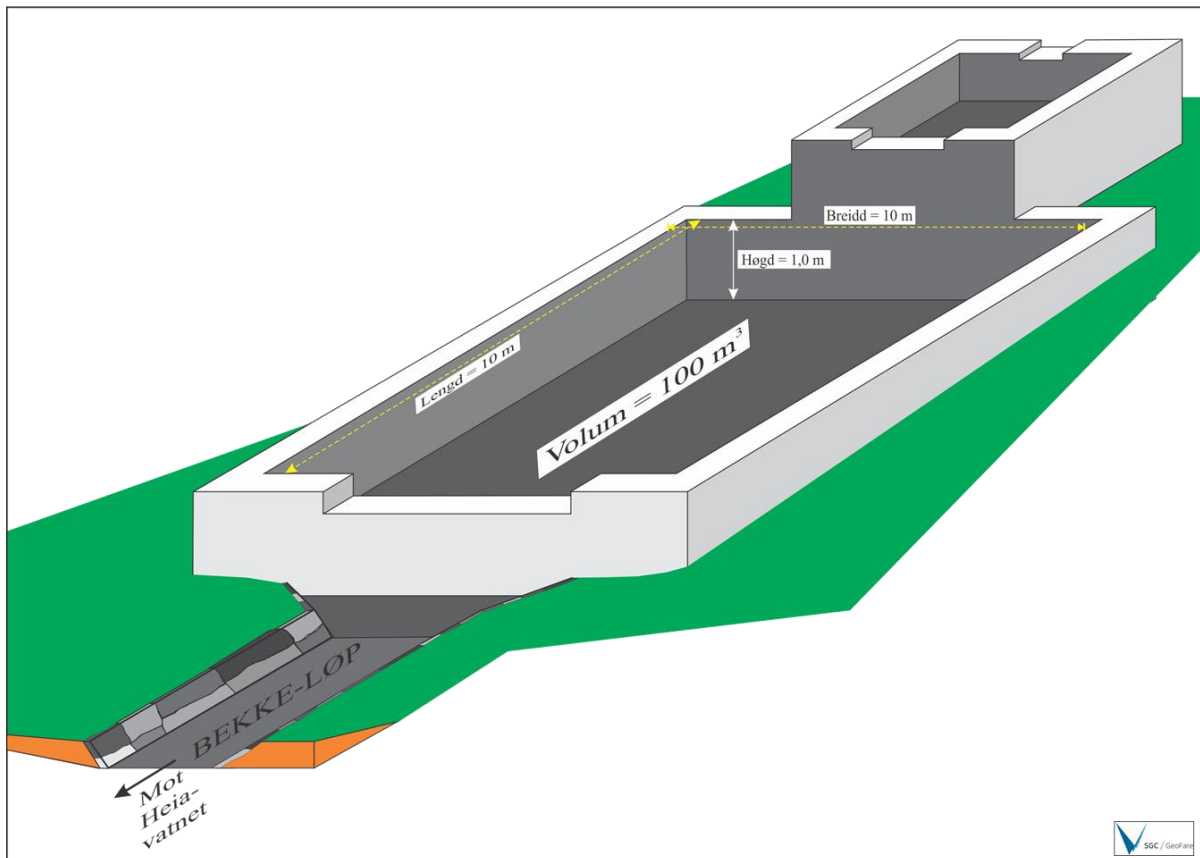
Tidlegare forslag til løysing er eit sedimentasjonsbasseng som er noko større, samt at det vert laga til ei siltgardin i den aktuelle bukta, i Heiavatnet. Sjølv om storleiken på sedimentasjonsbassenget vert auka noko i storleik, vil likevel ikkje det medføre særleg auke i effekten for å samle dei finkorna partiklane med mindre enn fraksjonar fin sand. Som nemnd ser vi då på eit basseng med eit volum som rommar meir enn 9.000 m<sup>3</sup>, om det skal ha ein optimal effekt, noko vi vurderer som uaktuelt. Ei siltgardin i bukta vil kunne fungere, men det vil ikkje hindre at eventuelle ureina materiale som vil følgje finkorna materiale, i å nå Heiavatnet.

Vi må då vurdere andre tiltak som kan vere aktuelle å hindre transport av finkorna materiale, silt og leirpartiklar ut i Heiavatnet. Tatt i betraktning mogeleg maksimal nedbørmengde og transport av finkorna sediment i, og frå deponiområdet, bør det vurderast å bruke ein kombinasjon av fleire tiltak. Det å gjere tiltak inne i sjølve deponiområdet ser vi på som ei uaktuell løysing. Det begrunna med at det her vil bli tilført nye massar så lenge anlegget er i drift, og dermed vil det til ei kvar tid medføre endringar i terrenget. Det vil bli svært fordyrande, samt krevjande å måtte tilpasse reinsande tiltak inne i deponiområdet.

Løysinga her vil vere å bruke sand som eit reinsande element (NIBO 2013). Sanden må difor plasserast slik at all overflatevatn renn gjennom sandmembranar for å reinse ut finstoff, og eventuelle ureina partiklar. I slike tilfelle er det vanleg å bruke permeable sandfraksjonar med ein kornstørrelse definert som medium- til grov sand, partiklar med ein diameter mellom 0,06 og 2 mm. Det kan vidare brukast ein kombinasjon av grus og sand som ein filtreringsmasse nærmast deponiet, og som går over i ein sandmasse med anbefalte kornfraksjonar.

SGC anbefalar ei fleirdelt løysing, der det vert brukt ein kombinasjon av grus/fin pukk, sand og eit mindre sedimentasjonsbasseng (Figur 11, sjå òg Kapittel 4, samt Figur 12 og Figur 13). På den måten vil finkorna- og eventuelt forureina finkorna massar bli fanga opp gjennom fleire membranar. Bruk av sand-/grusmembranar vil òg tilseie at størrelsen på sedimentasjonsbassenget kan reduserast til om lag 100 m<sup>3</sup>, ein god del mindre samanlikna med størrelsen som er antyda i Figur 10. Dette fordi finkorna partiklar vert fanga i sandmembranane, og fordi synkehastigheita til større partiklar tilseier at det ikkje vil vere naudsynt med eit basseng med større volum.





**Figur 11:** Figuren viser eit forslag til sedimentasjonsbasseng med eit volum på ca. 100 m<sup>3</sup> (10 m x 10 m x 1,0 m). Nærast demninga er det foreslått ein samlingskum for vatn som drenerer mot, og før det renn inn i bassenget. Vi har ikkje sett nokon spesifisering med omsyn til utforminga av bassenget. Det vil sei at lengde, breidd og høgd vert vurdert utifrå kva som er mest praktisk. Det gjeld òg for plasseringa av bassenget i terrenget.

## KAPITTEL 4 – TILTAK, DISKUSJON OG KONKLUSJON

Store delar av undersøkingsområdet ligg under marin grense (SGC Geofare, 2016) noko som tyder på at det er fare for marine leiravsetjingar. Marin leire kan vere kvikkleire, ei type avsetjing som kan bli svært ustabil om den vert omrørt, drenert eller påført ny last. På lausmassekartet (SGC Geofare, 2016) er det markert forvittringsmateriale i undersøkingsområdet. I området er det ikkje observert leireavsetjingar, i tillegg var det observert relativt lav sedimentmektigheit.

Nedslagsfeltet i denne vesle dalen er relativt lite (0,074 km<sup>2</sup>), men det vil likevel samle seg vatn som vert drenert gjennom dalbotnen. I tillegg kan ein følge klimaprognosar forvente ei auke i nedbørsmengd fram mot perioden 2071-2100 (Kapittel 1.3.2.). Dette fører også med seg auke i avrenninga. Avrenninga går mot Heiavatnet i sør. Vatn som drenerer igjennom demningen vil i utgangspunktet kunne transportere med seg jordmassar frå deponiet og avsetjast i Heiavatnet. Det er derfor viktig at jordmassane som deponerast er av godkjent karakter slik at dette ikkje medfører forgiftning av Heiavatnet.

Over tid vil overflatevatn jobbe med lausmassar i deponiet, og ein eventuell topografi på overflata vil bli flat. Dersom høgda på kanten av demningen er lågare enn topp deponi, kan massar begynne å renne over kanten (SGC Geofare, 2016). Dette er ingen dramatisk konsekvens, men ein meir gradvis prosess. Forslag til løysing er å opphøge demningane slik at topp demning kjem på nivå med, eller høgare enn topp deponi. Heile steinmassekomplekset treng ikkje å vere høgare, men kanten som støyter til massedeponiet bør vere det. Alternativt kan det byggast to eller fleire demningar i eit trinnkonsept slik at det blir fleire deponibasseng (SGC Geofare, 2016) og meir plass til jordmassar. Figur 6 (sjå òg SGC Geofare, 2016) syner prinsippsskisser basert på undersøkingsområdet som syner vest-austorienterte profil. Her ser ein at det same prinsippet gjeld for der fjellet skal definere demning. Massane vil renne over dersom høgda på deponiet er høgare enn fjell. Ein må derfor også fylle steinmassar i aust der jordmassane eventuelt vil toppe over terrenget.

Vi ser vidare på tiltak som kan vere aktuelle å bruke for å hindre transport av finkorna materiale, silt og leirpartiklar ut i Heiavatnet. Generelt er forholda på undersøkingsområdet gode for å etablere eit massedeponi. Nedslagsfeltet er relativt lite, og alt av overflatevatn vil drenere ut i vatnet mot sør. Det må fokuserast på å bygge demningen rundt høg nok slik at massar frå deponiet ikkje vil renne over kanten når dette over tid vil flate seg ut. For vidare anbefalingar som gjeld sjølve deponiet, sjå SGC Geofare, 2016.

Tatt i betraktning mogeleg maksimal nedbørsmengde og transport av finkorna sediment i, og frå deponiområdet, bør det vurderast å bruke ein kombinasjon av fleire tiltak. Det å gjere tiltak inne i sjølve deponiområdet ser vi på som ei uaktuell løysing. Det begrunna med at det her vil bli tilført nye massar så lenge anlegget er i drift, og dermed vil det til ei kvar tid medføre endringar i terrenget. Det vil bli svært fordyrande, samt krevjande å måtte tilpasse reinsande tiltak inne i deponiområdet.

Løysinga her vil vere å bruke sand som eit reinsande element (NIBO 2013). Sanden må difor plasserast slik at all overflatevatn renn gjennom sandmembranar for å reinse ut finstoff, og eventuelle ureina partiklar. I slike tilfelle er det vanleg å bruke permeable sandfraksjonar med

ein kornstørrelse definert som medium- til grov sand, partiklar med ein diameter mellom 0,06 og 2 mm. Det kan vidare brukast ein kombinasjon av grus og sand som ein filtreringsmasse nærmast deponiet, og som går over i ein sandmasse med anbefalte kornfraksjonar.

SGC tilrår ei fleirdelt løysing, der det vert brukt ein kombinasjon av grus/fin pukk, sand og eit mindre sedimentasjonsbasseng (Figur 12 og Figur 13). På den måten vil finkorna-, og eventuelt forureina finkorna massar bli fanga opp gjennom fleire membranar. Vi føreslår fylgjande tiltak:

- A) På baksida av demninga/fyllinga mot deponiet vert det tillaga ein membran av fin pukk og grus, ca. 1 m tjukk (Figur 12). Denne kan byggast opp mellom demninga og tilførde massar, etter kvart som desse vert lagt ned. På den måten vil det òg verte tillaga eit effektivt dreneringssystem frå overflata av deponiet og inn mot demninga. Eventuelt kan det tillagast dreneringskanalar under demninga (Figur 12), som står i samband med eit dreneringssystem mellom demninga og samlingskummen for vatn, som bør lagast til i framkanten (nord) på sedimentasjonsbassenget (Figur 13).
- B) Eventuelt kan det lagast ei kjerne av grus og pukk i sjølve demninga/fyllinga. Den vil ha same effekten som ein grusmembran i framkant av demninga, mot deponiet. Om det er mest praktisk å «bygge» ei kjerne av sand inne i sjølve demninga, står utbyggjar fritt til å vurdere det sjølv. Effekten av membranen vil vere den same enten den ligg på framsida, eller om den ligg som ei kjerne i demninga.
- C) Mellom deponiet og sedimentasjonsbassenget bør det lagast til ein kile av eit sandlag som vil vere fungere som eit effektivt reinsfilter (Figur 12). Laget bør vere om lag ein meter tjukt og bestå av medium til grov sand som vil vere eit godt permeabelt lag, samt at det vil innehalde ein kornfraksjonen som er mest effektive med omsyn til reinsing. Sandkilen må ligge i heile demninga si breidd og ende ut (mot sør) i ein oppsamlingskum for vatn, før det renn inn i sedimentasjonsbassenget. Om vassføringa skal gå som eit overløp inn i kummen, eller det vert lagt rør gjennom kummen på nordsida, vert opp til utbyggjar å vurdere kva som er den mest praktiske løysinga.

I periodar med mykje nedbør kan det forventast at sand vert transportert inn i vasskummen, og vidare inn i sedimentasjonsbassenget. Her bør utbyggjar lage til ein kum med dimensjonar som er mest hensiktsmessig med omsyn til samlinga av vatn, og vedlikehald av denne.

- D) Sjølv om eit sedimentasjonsbasseng kan verke overflødig sidan det vert tillaga fleire reinsande membranar, vil vi likevel anbefale at eit slikt basseng vert bygd. Det for å samle opp større kornfraksjonar som vil verte transportert med overflatevatn i periodar med høg nedbørsintensitet og stor avrenning, samt å kunne utføre jamleg prøvetaking av både vatn og sediment.
- E) Eit overløp frå sedimentasjonsbassenget fører vatnet vidare over i ein bekk som går sørover mot Heiavatnet. Dei første metrane frå bassenget og nedover langs bekkeløpet bør steinsettast for å hindre erosjon langs kantane den første delen av bekken.

- F) Om det viser seg at reinsinga ikkje er effektiv nok ved hjelp av sandmembranar og sedimentasjonsbasseng, må det vurderast å bruke ein siltduk i bukta nedanfor (sør) deponiet (som beskrive av Åsebø, 2015).

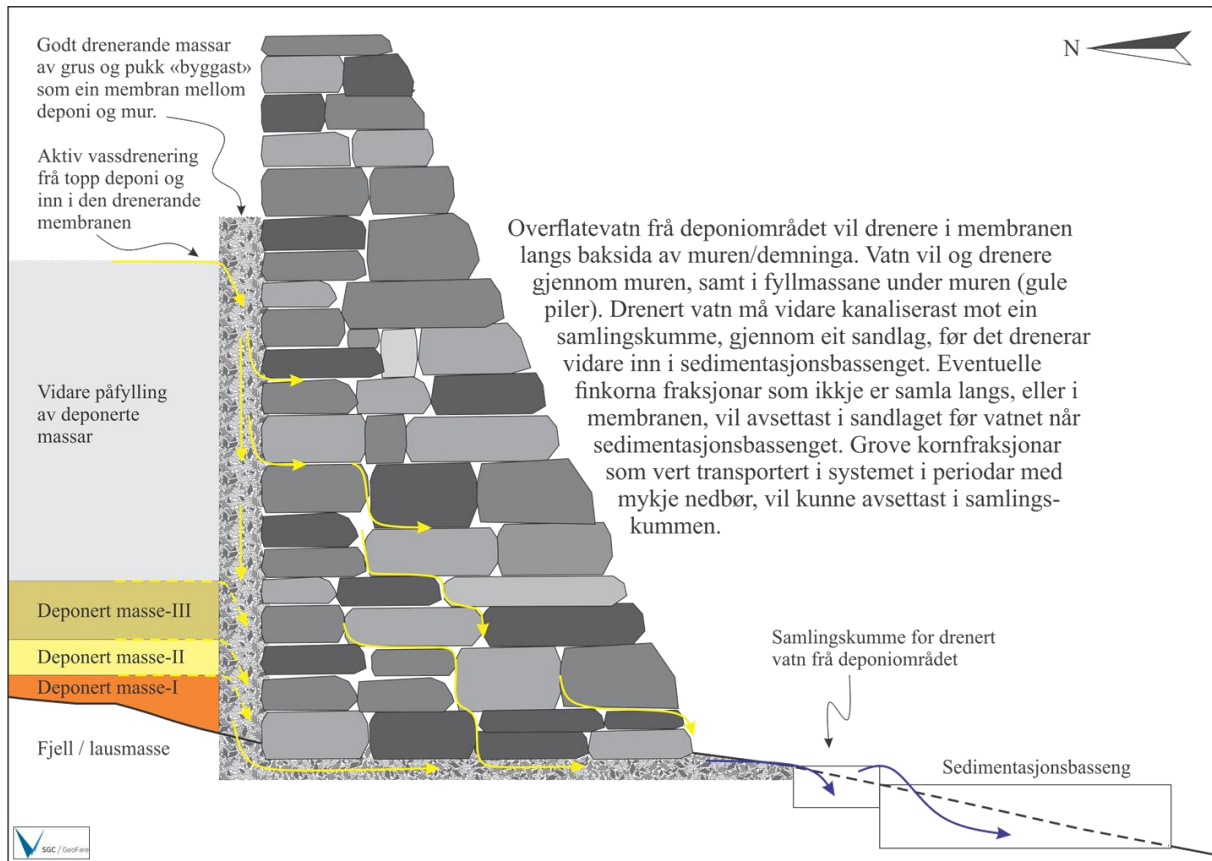
Utplanting av vekstar som kan absorbere eventuell forureining bør òg vurderast om det viser seg å vere naudsynt. Her kan ikkje vi komme med dei rette anbefalingane då det ligg utanfor vårt virkefelt.

Sandkilen som er foreslått i framkant av demninga (Figur 13), kan eventuelt lagas til som sandfylte grøfter langs framsida av demninga, og som ledar inn i ei hovedgrøft inn mot sedimentasjonsbassenget og vasskummen i forkant av det. Det er då viktig at grøftene har stor nok dreneringskapasitet og dekker heile demninga si lengd. Det kan òg vere ein fordel om det i botnen og sidene av grøftene vert lagt ein tett duk slik at alt vatnet drenerar i grøfta, og ikkje trengjer inn i lausmassar langs kantane.

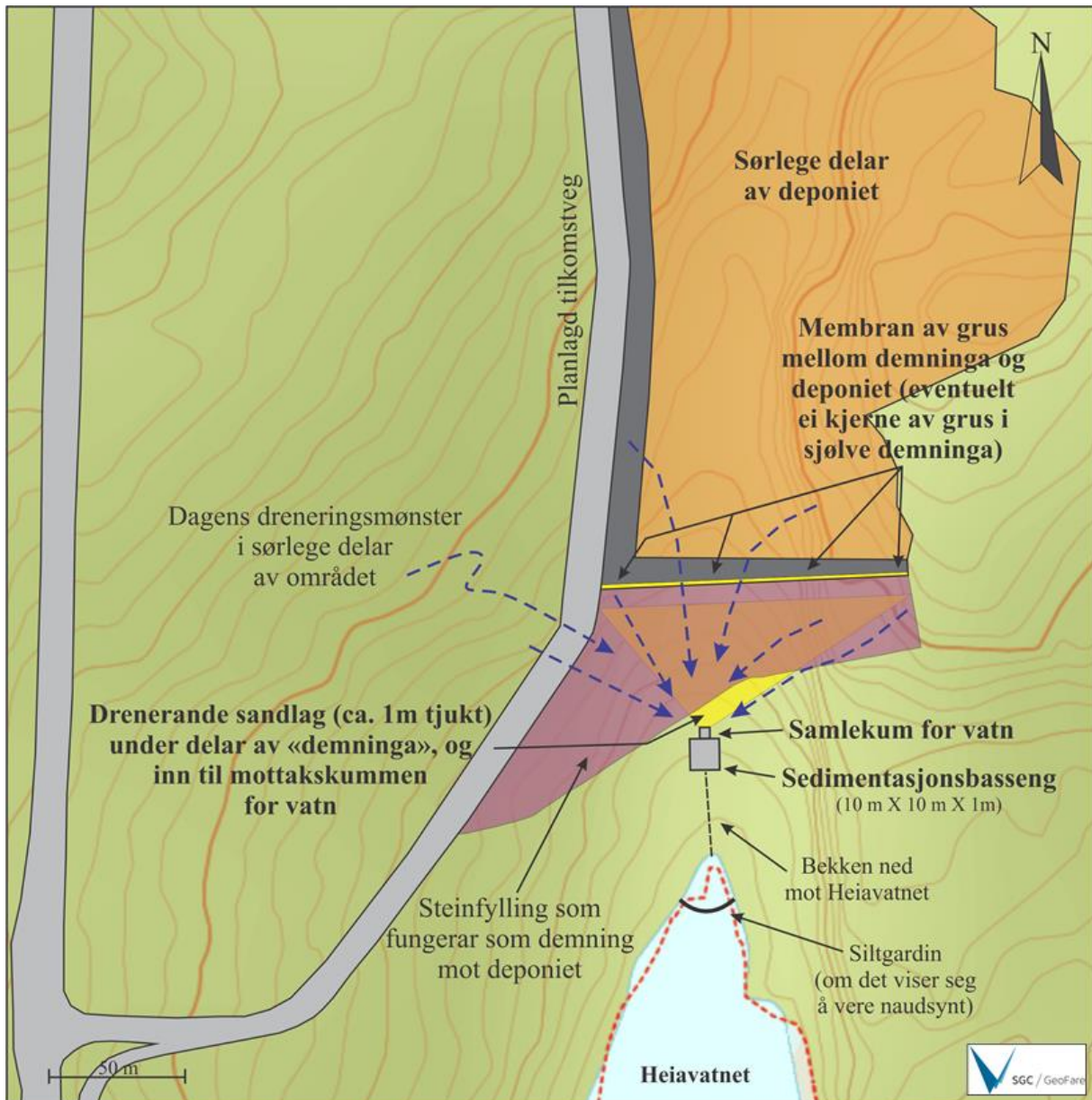
Andre grøfter i området som ligg utanfor sjølve deponiet, kan planleggast slik at dei drenerer inn i deponiområdet. På den måten vil alt vatnet som kjem inn frå nedslagsfeltet bli filterert gjennom grus- og sadmembranbane. Det vil ikkje vere eit krav, men kan vere hensiktsmessig i og med at vatnet kan bli forureina av annan aktivitet i området. På den måten vil det òg føre til ei betre reinsing av alt vatnet som kjem inni området definert av nedslagsfeltet.

Når det gjeld plasseringa av sedimentasjonsbassenget kan det leggest i terrenget slik det er mest hensiktsmessig. Det er ikkje eit krav at ein eventuell lengste akse i bassenget ligg i retning mot Heiavatnet, berre at overløpet ut av bassenget peikar mot bekken i retning vatnet. Vi har heller ikkje satt krav til kor bassenget skal ligg med omsyn til avstand frå Heiavatnet. Bassenget kan nok trekkast noko nærare vatnet enn det som er antyda på Figur 13. Med tanke på reinseffekten i dei sandfylte grøftene, kan det vere ein fordel at det er ein viss avstand mellom bassenget og demninga i nord.

I følge utbyggjar er det sett krav til at det vert gjennomført prøvetaking og analyser av desse ein gong i månaden. Det vil vere viktig i ein startfase i prosjektet, for å sjå at reinsprosessen i sandmembranane fungerer optimalt, noko dei i teorien skal gjere. Etter kvart vil vi anta at frekvensen av prøvetaking kan reduserast til to til tre gonger i året, samt i periodar med uvanleg mykje nedbør. Uansett må det vere ei avgjersle som ligg hos personar med den rette fagkunnskapen for miljøomsyn, og som har erfaring frå tilsvarande anlegg.



**Figur 12:** Figuren viser ei skisse av demninga / fyllinga, med ein grusmembran (ca. 1 m tjukk) mellom deponiet og demninga. Det er òg foreslått å lage kanalar av grus/sand under demninga og sørover mot sandlaget (kilen av sand) som bør leggast inn mot samlekummen for vatn (sjå òg Figur 12). Eventuelt kan det lagast til ei kjerne av grus i sjølve demninga.



**Figur 13:** Figuren viser ei skisse over sørlege del av deponiet, inn mot demninga/fyllinga. Blå stipla piler viser om lag korleis dreneringsmønsteret vil sjå ut i den sørlege delen av deponiområdet. Det er vidare skissert ein sandkile (gult skravert felt) som skal fungere som et reinsande lag for vatnet som renn inn mot samlingskummen og sedimentasjonsbasseng. Laget er foreslått til å vere ca. 1 m tjukt, og ligge delvis under fyllinga som er foreslått bygt av utbyggjar. Om det viser seg å vere naudsynt, er det foreslått å lage til ei siltgardin i bukta i nordlege delen av Heiavatnet. Kartkjelde: [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no).

## KAPITTEL 5 - REFERANSAR

Rørvik, T. 1982: *Geoteknikk 1 – Jordartenes fysiske egenskaper*. Universitetsforlaget.

SGC Geofare AS, 2016: *Vurdering av grunnforhold ved planlegging av massedeponi ved Åsebø, Askøy kommune*, Rapportnr.: 2016-10-097, levert til Østerbø Maskin AS 14. mars 2016.

Vegdirektoratet, 2014: *Håndbok N200, vegbygging*. Nr. N200 i Statens vegvesens håndbokserie, ISBN: 978-82-7207-672-5

Åsebø, A. Z., 2015: *Møte med Fylkesmannens Miljøvern- og klimaavdeling*. Møtereftrat etter møte holdt 12. oktober 2015

### **Internettsider:**

#### Kart, satellittbileter og topografiske profil:

Statens kartverk

<http://www.norgeskart.no>

<http://www.kartverket.no/sehavniva>

Det Norske Kartselskap AS

<http://www.atlas.no>

#### Geologiske, klimatiske og miljø data:

NIBO

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

Norges geologiske undersøkelse

<http://www.ngu.no>

Meteorologisk institutt

<http://www.met.no>

<http://www.senorge.no>

<http://www.yr.no>

Miljøverndepartementet

<http://www.regjeringen.no/nn/dep/md>

#### Føreskrifter:

Direktoratet for byggkvalitet,

<http://www.lovdatab.no>