

NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Trondheim kommune Tiller, Løsmassedeponi	PROSJEKTLEDER Sylvi Gaut	DATO 05.11.2020
PROSJEKTNUMMER 10202857	OPPRETTET AV Alexander Achton-Boel	REV. DATO 11.11.2020

Vurdering av sedimentasjonsbasseng for smeltevann ved Tiller snødeponi

I følgende notat vil et forslag til enkle endringer for å forbedre renseseffekten ved Tiller snødeponi bli presentert.

Nytt system

Eksisterende system er prosjektert til utelukkende å fungere via infiltrasjon. Det har vist seg at infiltrasjonsevnen på tomten er svært begrenset. Sweco foreslår derfor to alternativer til ny løsning som bygger på sedimentering av partiklene og kontrollert utslipp av smeltevannet.

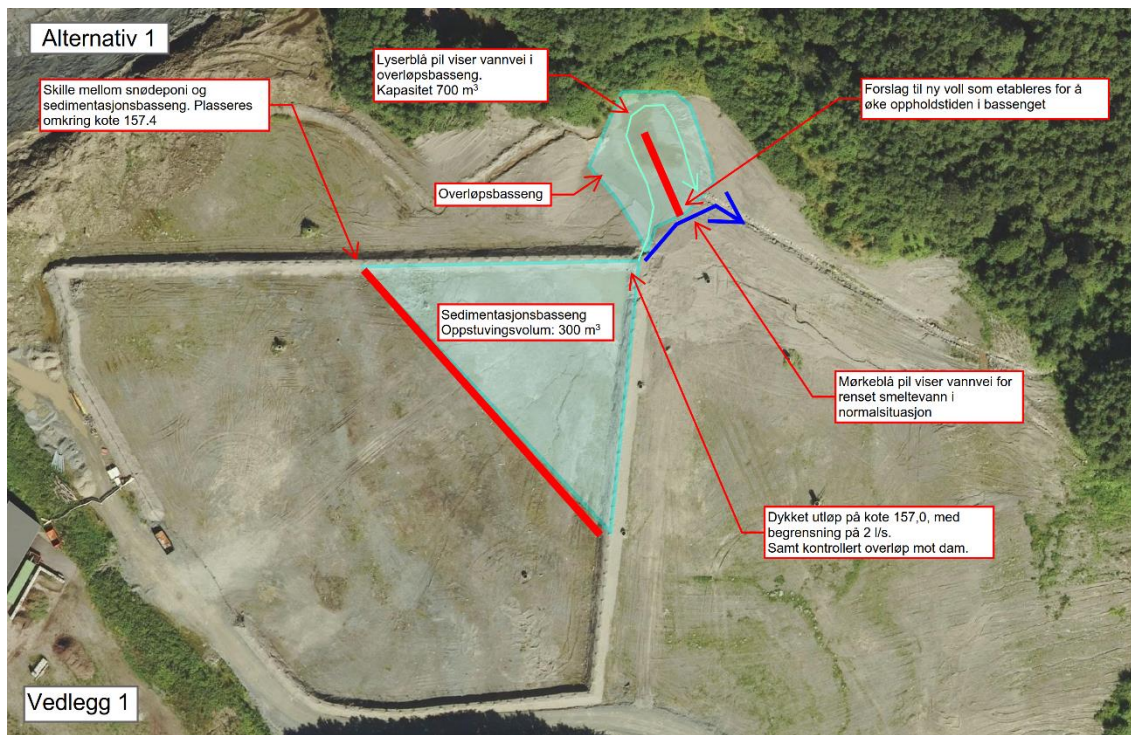
Felles for begge løsningene er at foreslås å etablere et skille mellom selve området for deponering av snø, og areal for nytt sedimentasjonsbasseng. Dette skillet har som formål å fungere som en fysisk barriere mellom snødeponiet og sedimentasjonsbassenget. Dette skillet må bygges opp av meget permeable masser som grov sprengstein for å kunne sikre gjennomstrømning av smeltevann. For å sikre denne gjennomstrømningen foreslås det å etablere tverrgående drenerør som sikring mot gjentetting. Det foreslås at disse drenerørene legges ca. 20 cm over bakkenivå.

Alternativ 1: vil bestå av et sedimentasjonsbasseng, med mulighet for fast vannspeil. Det faste vannspeilet vil bidra til bedre renseseffekt samt at tilgjengelige infiltrasjonsevne utnyttes. Etter sedimentasjonsbassenget vil det være et overløpsbasseng som skal håndtere vann fra kraftige smelteperioder, da sedimentasjonsmagasinet ikke vil ha tilstrekkelig med volum til å håndtere disse periodene.

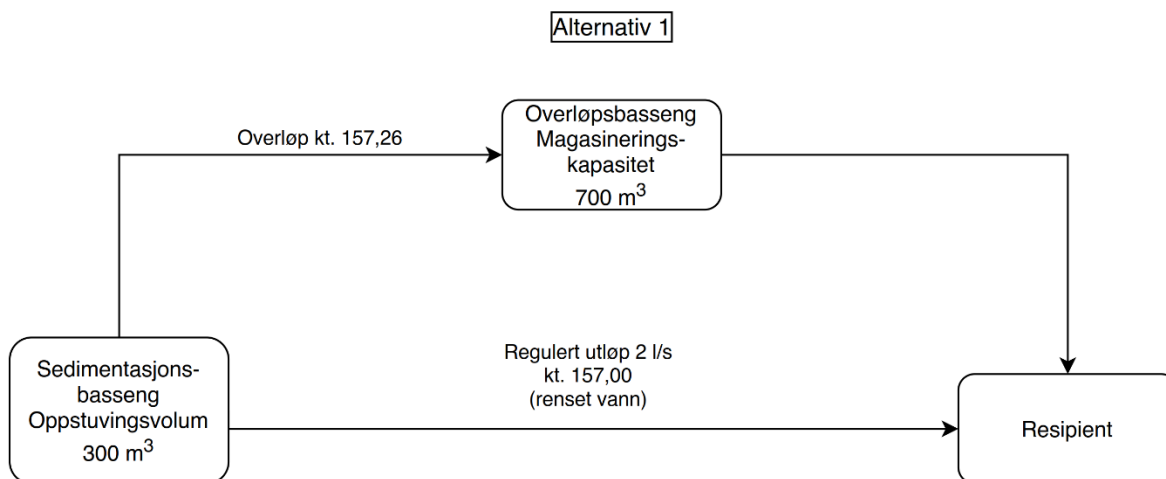
På Figur 1 og vedlegg 1 sees et skissert overblikk over systemet for alternativ 1. På Figur 2 er det en skjematisk fremstilling av alternativ 1. I Figur 1 fremkommer de to bassengene samt de to piler som indikerer vannets forløp. Den mørkeblå pila viser smeltevannet som går direkte til resipienten etter det har blitt renset i sedimentasjonsbassenget. Årsaken til at dette vannet ledes utenom overløpsbassenget skyldes, at overløpsbassenget må være tomt, når overløpene skjer, ellers mister overløpsbassenget sin funksjon. I normalsituasjon er det tilstrekkelig rensing ved å kun benytte det første sedimentasjonsbassenget. Den lyseblå pila viser vannets trasé gjennom overløpsbassenget.

Ved utløpet fra sedimentasjonsbassenget må det etableres et strupet utløp med en begrensning på 2 l/s. Dette utløpet må plasseres på kote 157,0, på den måten sikres det et vått volum. Kotehøydene for utløpet er valgt på bakgrunn av kotene som fremkommer i vedlegg 2. I samme område bør det etableres et kontrollert overløp til det etterfølgende overløpsbasseng.

I dette etterfølgende overløpsbasseng anbefales det å etablere en ny voll, som vil øke vannet oppholdstid i bassenget.



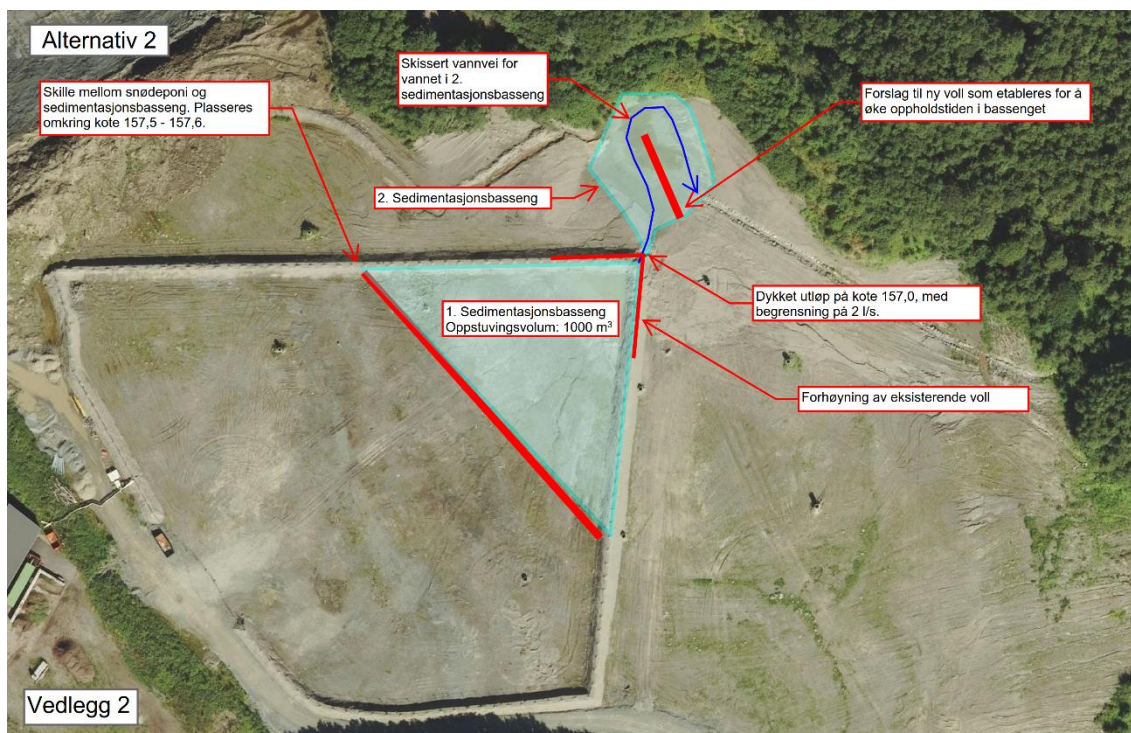
Figur 1. Forslag til ny systemløsning for Tiller snødeponi, alternativ 1. Se vedlegg 1 for stor versjon.



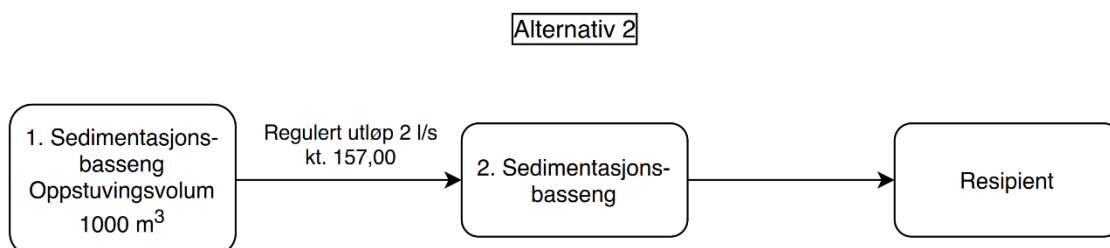
Figur 2. Skjematisk fremstilling av system for alternativ 1.

Alternativ 2: vil bestå av to seriekoblede sedimentasjonsbassenger, med økt volum i det første av bassengene. På samme måte som alternativ 1, vil det etableres et strupet utløp på 2 l/s, dog vil vannet i dette alternativet føres videre til et sekundært sedimentasjonsbasseng, før endelig utløp til resipient. For at dette kan la seg gjøre må den omkringliggende voll forhøyes til kote

157,6. Dette er for å sikre 1000 m³ med magasineringskapasitet i det første sedimentasjonsbasseng. På Figur 3 sees en skisse av løsningen for alternativ 2, og på Figur 4 er det en skjematisk fremstilling av alternativ 2.



Figur 3. Forslag til ny systemløsning for Tiller snødeponi, alternativ 2. Se vedlegg 1 for stor versjon.



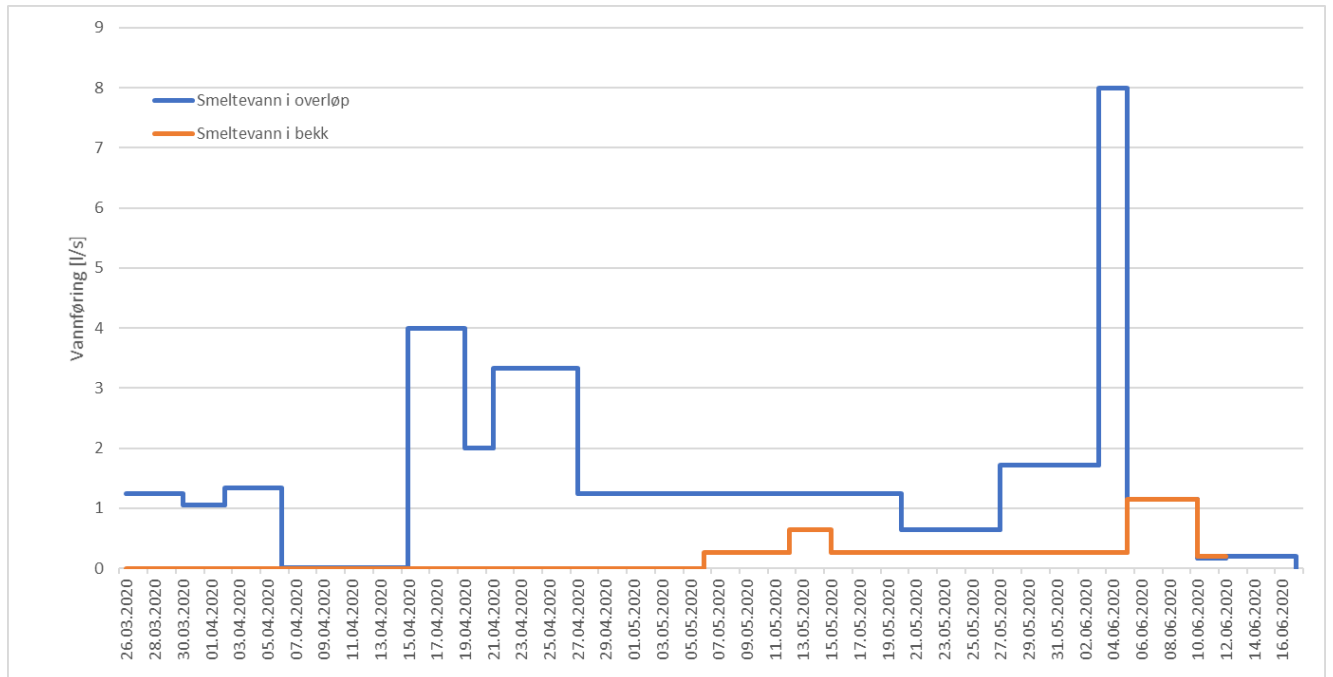
Figur 4. Skjematisk fremstilling av system for alternativ 2.

Beregninger

For å kontrollere effekten av det foreslåtte sedimentasjonsbasseng har det blitt gjort enkle beregninger på nødvendig volum og oppholdstider. I løpet av våren 2020 har det blitt gjort vannføringsmålinger med ca. 7 dagers intervall. Verdiene sees i Figur 5. Som forutsetning har det blitt antatt at målte vannføring har vært konstant frem til neste måling. Summeres

vannmengden over presenterte måleperiode kommer det frem at det har avrent ca. 11 700 m³ vann i løpet av våren 2020.

Ut fra disse vannmengder har det blitt gjort en kontroll av nødvendig fordrøyningsvolum ved perioder med avrenning over 2 l/s. Beregningene viser at det trengs ca. 1000 m³. I de foreslåtte løsninger vil dette volumet vil bli håndtert i tilgjengelig oppstuvingsvolum i første sedimentasjonsbasseng, samt i etterfølgende overløpsbasseng for alternativ 1.



Figur 5. Vannføring på smeltevann fra Tiller Snødeponi.

I forhold til bassenget renseeffekt må det kontrolleres at smeltevannet har tilfredsstillende oppholdstid i bassenget før det renner videre til resipient. Dette må sikres for at de forurensende partikler har mulighet for å fall til bunns, og derfor ikke ledes ut til resipient. I Tabell 1 sees synkehastighetene benyttet i disse beregninger.

Tabell 1. Synkehastigheter av ulike partikler. Kilde: NIVA RAPPORT LNR 4420-2001. Tunnel på RV 13 mellom Ivarsflaten og Djupevik (Tabell 4)

Inndeling	Kornstørrelse (mm)	Synkehastighet (m/time)
Finsand	0,063-0,125	18
Grovsilt	0,031-0,063	4
Mellomsilt	0,016-0,031	1,5
Finsilt	0,002-0,016	0,2
Leire	0,001-0,002	0,02
	< 0,001	0

For foreslåtte sedimentasjonsbasseng vil det maksimalt være en vannstand på 1,2 - 1,3 meter før det går i overløp for alternativ 1. For leirpartikler vil minimums oppholdstid være:

$$\frac{1,2 \text{ m}}{0,02 \frac{\text{m}}{\text{time}}} = 60 \text{ timer}$$

$$\frac{1,3 \text{ m}}{0,02 \frac{\text{m}}{\text{time}}} = 65 \text{ timer}$$

Oppholdstiden må derfor være høyere enn 65 timer.

Til beregning av oppholdstiden i første sedimentasjonsbasseng har det blitt tatt utgangspunkt i vedlegg 2 for dimensjoner på eksisterende anlegg. Da det har blitt foreslått et utløp på kote 157.00, vil som minimum dette arealet være under vann, og det har derfor blitt beregnet hastigheter på vannet for nettopp dette volumet. I perioder med høyere vannstand i sedimentasjonsbassenget, da vil tverrsnittet bli større, hvilket vil bidra til saktere hastighet, og derved lengere oppholdstider. Å anvende dette volumet til å beregne oppholdstiden vurderes derfor konservativt.

For å kunne bestemme hastigheten på vannet tas det utgangspunkt i følgen formel:

$$Q = V \cdot A$$



$$V = \frac{Q}{A}$$

Hvor:

Q	Vannføring [m ³ /s]
A	Areal [m]
V	Hastighet [m/s]

Q er som tidligere nevnt fastsatt til 2 l/s, 0,002 m³/s. Arealet varierer som funksjon av vanddybden samt bredden av sedimentasjonsbassenget. Til beregning av tverrsnittene har det blitt gjort tre estimeringer av tverrsnitt ut fra vedlegg 2. Dimensjoner på de tre målte tverrsnitt fremkommer av Tabell 2. For å unngå en overestimering av sedimentasjonsbassenget størrelse har det blitt gjort en ytterligere inndeling av tverrsnitt, bredden på disse har blitt funnet via interpolering¹, og fremkommer i vedlegg 3 I dette vedlegg fremkommer også hastigheten i de enkelte tverrsnitt samt oppholdstid.

Tabell 2. Oversikt over estimerte dimensjoner på tverrsnitt.

Tverrsnitt	Bredde [m]	Vannstand [m]	Distanse til utløp [m]
1. ved kote 157	66	0	39

¹ Imellom tverrsnitt 1 og 2 er interpoleringen gjort som en funksjon av bredde og vannstand, og imellom 2 og 3 er det gjort som funksjon av bredde og distanse til utløp.

2. ved kote 156	27	1	15
3. ved utløp	0	1	0

Beregningene viser at det som minimum vil være en oppholdstid på ca. 90 timer, hvilket er over de ønskede 65 timer.

Ut fra overstående beregninger vurderes det et foreslåtte løsning har tilfredsstillende teoretisk renseeffekt. I alternativ 2 vil vannet ledes igjennom et ytterligere sedimentasjonsbasseng, som vil bidra til ytterligere rensing av smeltevannet. Oppholdstiden i dette bassenget er ikke beregnet.

Drift og vedlikehold

For at sikre best mulig effekt av sedimentasjonsbassenget er det viktig at sedimenterte partikler fjernes. Hvor ofte dette må gjøres er vanskelig å vurdere. Det anbefales at det gjøres tilsyn av området etter en sesongs anvendelse. Det er viktig at de masser som fjernes tas hånd om på en forsvarlig måte, da de må antas å være svært forurenset. Hvordan rensingen av selve sedimentasjonsbassenget skal utføres, må vurderes av utførende. Det kan for eksempel være å anlegge en rampe over voll, eller å gjøre et midlertidig hull i skillet mellom snødeponi og sedimentasjonsbasseng. Valg av metode for tilgang er ikke avgjørende for bassengets renseeffekt.

Den foreslåtte løsning kan reguleres slik at det kan håndteres mer vann. Det er mulig å øke videreførelsen av vann, men det må da kontrolleres at oppholdstiden i bassengene ikke blir kortere enn 65 timer.

Konklusjon

I overstående notat har to alternativer til rensning av smeltevann fra Tiller Snødeponi blitt presentert. Etter gjennomgang med Trondheim Kommune har det blitt besluttet å gå for **alternativ 2**. Dette gjøres det denne løsningen forventes å ha bedre renseeffekt med de to seriekoblede sedimentasjonsbassenger. Hertil har beregningen for oppholdstid blitt gjort på et konservativt tverrsnitt basert på alternativt 1, og oppholdstiden i alternativ 2 vil trolig være større, og på baggrund av dette forventes alternativ 2 til å ha best renseeffekt.

Vedlegg

- Vedlegg 1: Skisse av systemløsning for alternativ 1
- Vedlegg 2: Skisse av systemløsning for alternativ 2
- Vedlegg 3: Oversiktsbilde av fordrøyning med koter. Oversendt av Trondheim Kommune d. 22.10.2020
- Vedlegg 4: Tverrsnitt oversikt og beregninger.

Alternativ 1

Skille mellom snødeponi og sedimentasjonsbasseng. Plasseres omkring kote 157.4

Lyserblå pil viser vannvei i overløpsbasseng. Kapasitet 700 m³

Forslag til ny voll som etableres for å øke oppholdstiden i bassenget

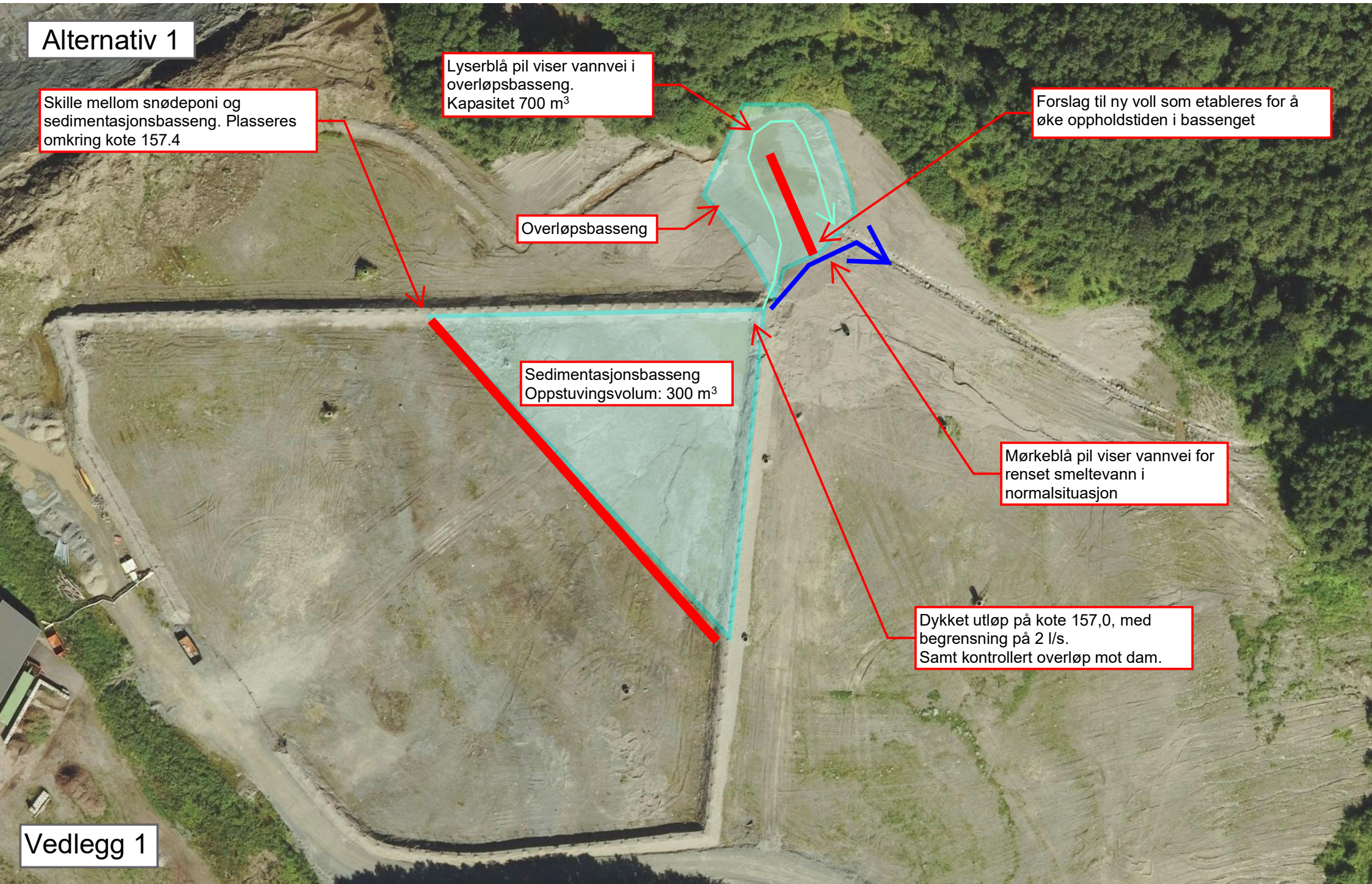
Overløpsbasseng

Sedimentasjonsbasseng
Oppstuvingsvolum: 300 m³

Mørkeblå pil viser vannvei for rensed smeltevann i normalsituasjon

Dykket utløp på kote 157,0, med begrensning på 2 l/s. Samt kontrollert overløp mot dam.

Vedlegg 1



Alternativ 2

Skille mellom snødeponi og sedimentasjonsbasseng. Plasseres omkring kote 157,5 - 157,6.

Skissert vannvei for vannet i 2. sedimentasjonsbasseng

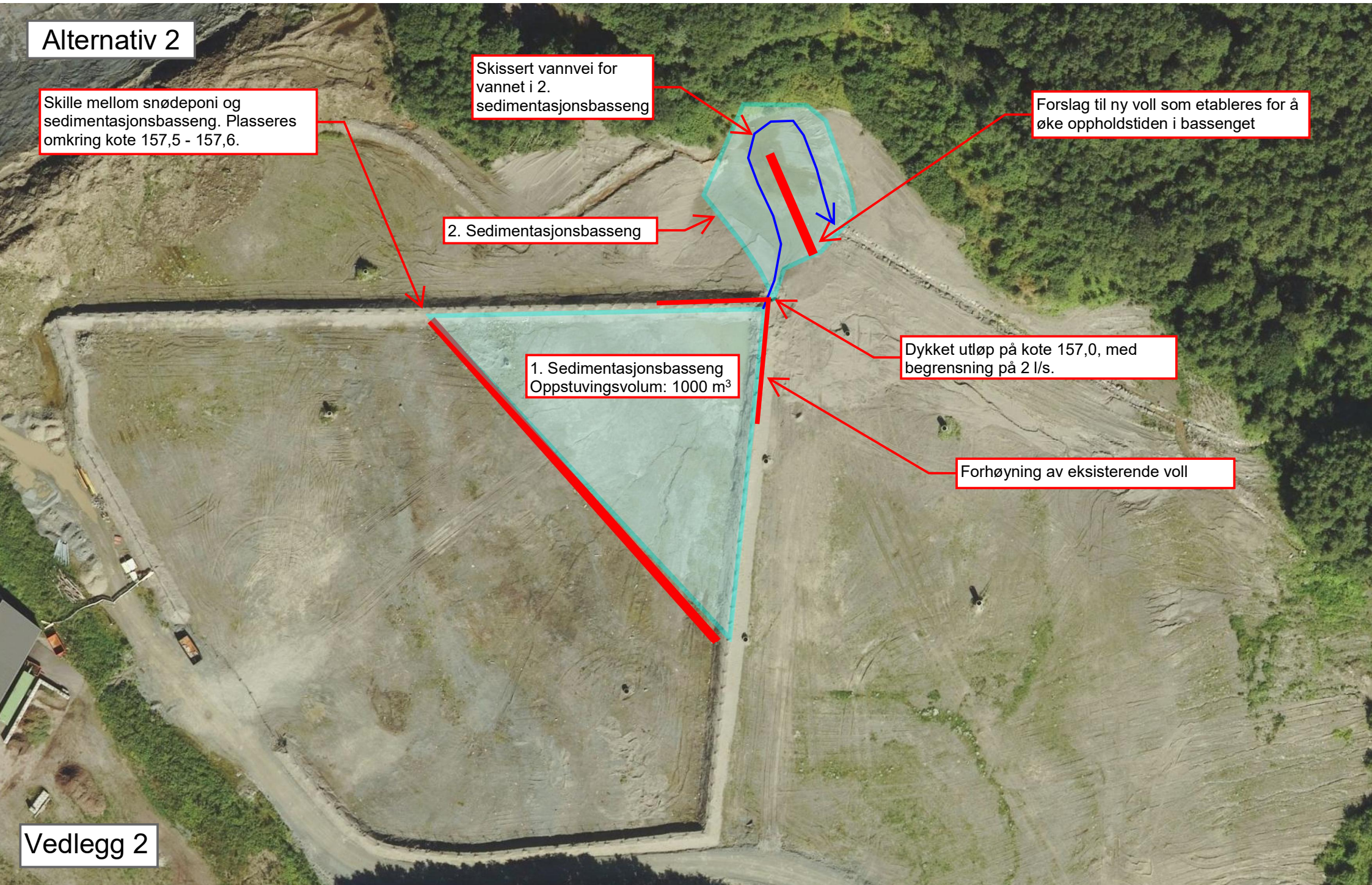
Forslag til ny voll som etableres for å øke oppholdstiden i bassenget

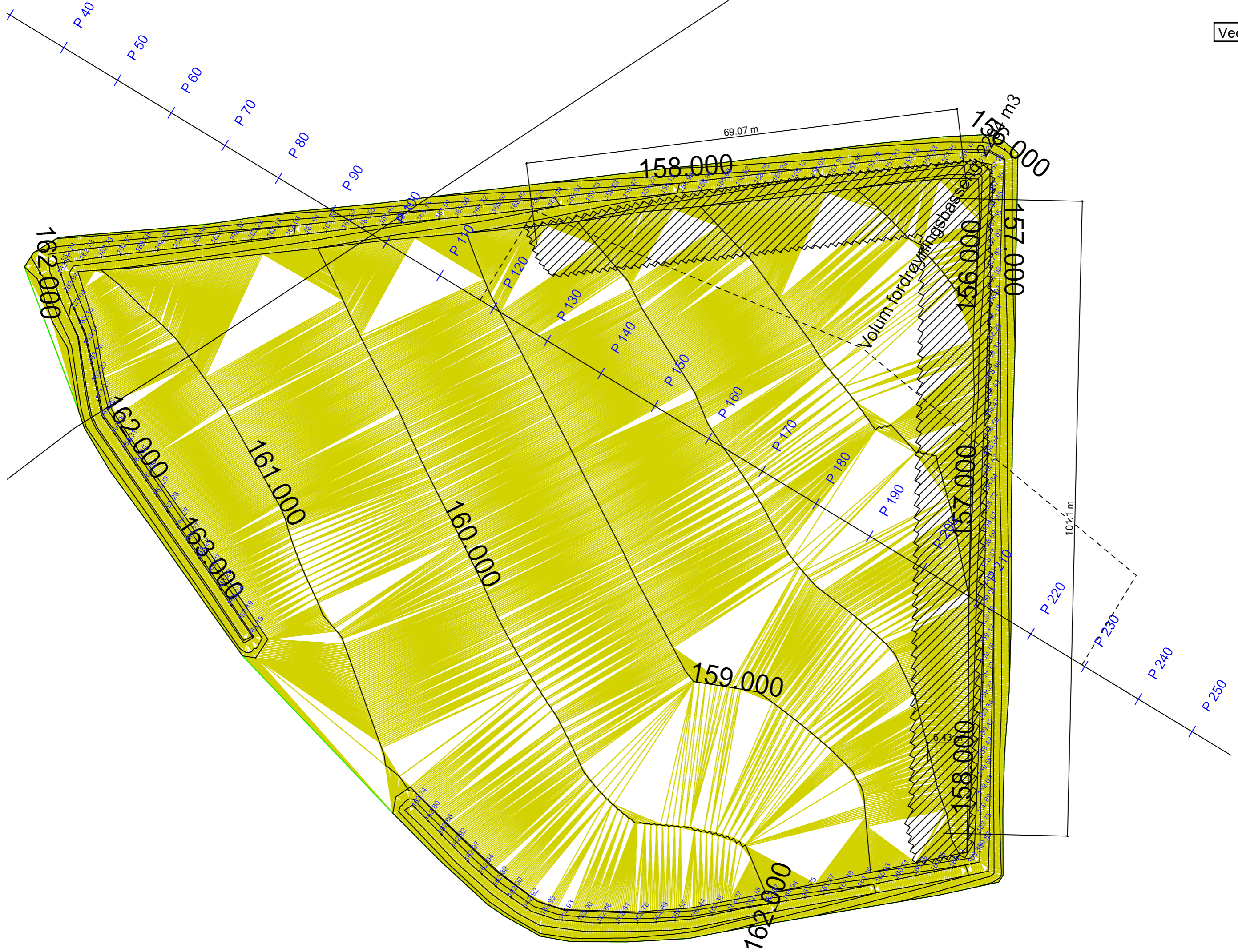
2. Sedimentasjonsbasseng

1. Sedimentasjonsbasseng
Oppstuvingsvolum: 1000 m³

Dykket utløp på kote 157,0, med begrensning på 2 l/s.

Forhøyning av eksisterende voll





Tverrsnitt	Plasserin (kt. Linje)	Bredde [m]	Vannstand [m]	A [m ²]	Q [m ³ /s]	V [m/s]	Dist til neste tverrsnitt [m]	Avstand til utløp	T [t]
1	157	66	0				2,40	39,00	
	156,9	62,1	0,1	6,21	0,002	0,000322	2,40	36,60	2,07
	156,8	58,2	0,2	11,64	0,002	0,000172	2,40	34,20	3,88
	156,7	54,3	0,3	16,29	0,002	0,000123	2,40	31,80	5,43
	156,6	50,4	0,4	20,16	0,002	0,000099	2,40	29,40	6,72
	156,5	46,5	0,5	23,25	0,002	0,000086	2,40	27,00	7,75
	156,4	42,6	0,6	25,56	0,002	0,000078	2,40	24,60	8,52
	156,3	38,7	0,7	27,09	0,002	0,000074	2,40	22,20	9,03
	156,2	34,8	0,8	27,84	0,002	0,000072	2,40	19,80	9,28
	156,1	30,9	0,9	27,81	0,002	0,000072	2,40	17,40	9,27
2	156,0	27	1	27	0,002	0,000074	1,67	15,00	6,25
	156,0	24	1	24	0,002	0,000083	1,67	13,33	5,56
	156,0	21	1	21	0,002	0,000095	1,67	11,67	4,86
	156,0	18	1	18	0,002	0,000111	1,67	10,00	4,17
	156,0	15	1	15	0,002	0,000133	1,67	8,33	3,47
	156,0	12	1	12	0,002	0,000167	1,67	6,67	2,78
	156,0	9	1	9	0,002	0,000222	1,67	5,00	2,08
	156,0	6	1	6	0,002	0,000333	1,67	3,33	1,39
	156,0	3	1	3	0,002	0,000667	1,67	1,67	0,69
	3	Utløp	0	1				0	0,00
i alt									93,2