

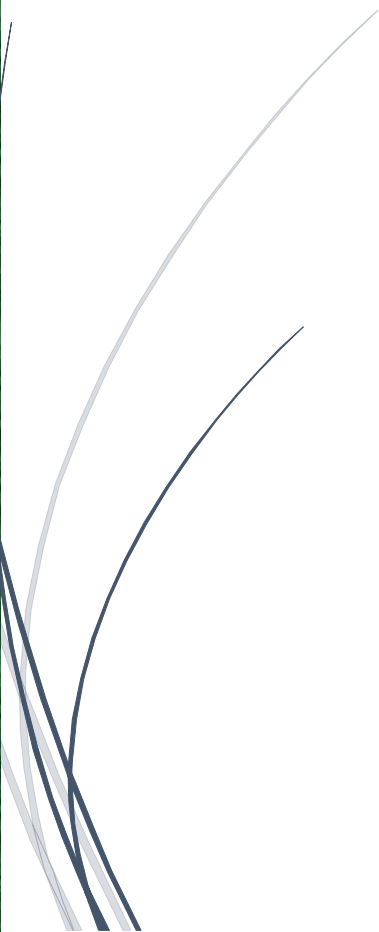


15.05.2025

GEO TEKNIKK

Rapport

Utredning overvannshåndtering, vannkvalitet
og grunnvann - Spydeberg pukkverk



Rapport nr.:			
Oppdrag/emne	Utredning overvannshåndtering, vannkvalitet og grunnvann - Spydeberg pukkverk		
Oppdragsgiver			
Gnr/bnr.	-		
Adresse			
Ansvarlig foretak	Geoteknikk AS		
Utarbeidet av samarbeidspartner til Geoteknikk as VassdragTec Consult	Haregewoin H. Chernet Sivilingeniør/Hydrolog (dr. Ing.)	Sign.	
På vegne av Geoteknikk as	Øyvind Karlsen	Sign.	
Tlf. Geoteknikk AS	(+47) 69 33 33 00		
Tlf. VassdragTec Consult	(+47) 90 28 05 81		
E-post	hpb@geoteknikk1.no : Hans Petter Bøckmann, Senior Ing.		
	hhc@vassdragtec.no : Haregewoin Haile Chernet		
Dato	15.05.2025		
Revisjon	2		

3?

SAMMENDRAG KONKLUSJON

I forbindelse med planarbeidet ny/endret reguleringsplan av Skåruddalen Pukkverk i regi av Sørli Pukk as er det fremsatt krav fra Indre Østfold kommune at overflatevann, grunnvannseffekter av dybdeuttak til kote 63 moh. skal vurderes av faglig kompetanse.

Geoteknikk as har fått oppdraget med å utrede grunnvannseffekten av reguleringsplan arbeidet.

Rapporten konkluderer med at dybdeuttakets effekter med utpumping av grunnvannsinnsig, overflatevann skal behandles etter 3 trinns strategien mht. overflatevann.

Det fremkommer ingen særskilte risiko når man håndterer overflatevann innenfor 3-trinnsstrategien i forhold til tiltaket mht. eventuell øket erosjon som følge av vannhastighet. 3-trinns strategien har som formål å bremse vannhastigheten samt fordrøye og sikre eventuelle flomveier ved nedbørsintensive perioder.

Mht. grunnvannet fremgår våre konklusjoner at dette kun påvirkes lokalt med en såkalt senkningsjakt (bruddområdet) som vil være analog med pumpende brønn. Omfanget av senkningssjakten blir en funksjon av utstrekning og dybde av bruddsjakten. Jo større og dypere desto større og dypere blir senkningssjakten.

Den lavere bruddgrensen vil kun påvirke grunnvannstrømningen lokalt. Pr. i dag er det ikke registrert endring i den forbigående bekken som renner i sydvestlig retning.

Grunnvann, logges mht. nivå og data hentes inn manuelt 4 ganger pr. år. og vannstand registreres. I den forbindelse er det inngått avtale ved bruk av miljørådgiver Kjell Arne Skagemo (Cand Agri fra Ås) ansatt i Geoteknikk as som miljøoppfølging av grunnvannstand og vannkvalitet.

Behov for prøvetaking og analyse for total-N (Nitrogeninnhold i vannet) vurderes løpende, avtale med Eurofins eller lignende for å dokumentere analyseresultater.

Behov for å eventuelle endringer i programmets omfang inkl. prøvetakingssteder vurderes periodisk.

Det legges dermed til grunn at overflatevann og grunnvann i driftsfasen og uttaksfasen av stein vil medføre jevnlig fjerning av vann i bruddområdet til sedimentsdammer og deretter infiltrasjon med redusert hastighet til nærliggende bekk.

I oppfyllingsfasen vil overflatevann og grunnvannet ikke påvirkes etter at området igjen er oppfylt med normale infiltrasjonsmasser og dreneringsetableringer.

Innhold

1. INNLEDNING	4
1.1. Planområdet - beliggenhet og avgrensning	4
1.2. Eksisterende situasjon	4
1.3. Eiendomsforhold	5
1.4. Topografi	6
1.5. Grunnforhold og infiltrasjon	6
1.6. Nedbørsfelt og flomveier	7
2. OVERVANNSHÅNDTERING	8
2.1. Strategi for håndtering av overvann fra steinbrudd i Skåruddalen	8
2.2. Beregningsmetode	9
2.2.1. Overvannsavrenning	9
2.2.2. Avrenningsfaktorer	9
2.2.3. Dimensjonerende nedbørintensitet	9
2.2.4. Fordrøyning	10
2.2.5. Påslippsmengde	11
2.3. Opprinnelig situasjon	11
2.3.1. Beregning av overvannsavrenning	11
2.4. Dagens situasjon	12
2.4.1. Beregning av overvannsavrenning	13
2.5. Trinn 1 - Infiltrasjon av 2-årsregn	14
2.6. Trinn 2 - Forsinke og fordrøye 50-årsregn	14
2.6.1. Fordrøyning	14
2.6.2. Design av overvannsbasseng	15
2.6.3. Sedimentasjonsbasseng	16
2.7. Trinn 3 - Trygge flomveier for 100-årsregn	19
3. KAPASITETSVURDERING AV EKSISTERENDE RØR	20
3.1. Flomverdi i Rudbekken	20
3.1.1. Nedbørfelt	20
3.1.2. Beregning av 200-årsflom	21
3.2. Beregning av rør diameter	22
4. BRUDET	24
4.1. Uttaksnivå over grunnvannsstand	24
4.2. Uttaksnivå ved eller under grunnvannsstand	24
5. VANNKVALITETEN	25
5.1. Analyse av vannkvalitet	26
5.1.1. Konklusjoner og tiltak	27
5.2. Vurdering av påvirkninger fra bruddet	27
5.3. Sammenligning med reguleringer	28
6. GRUNNVANN	29
6.1. Konsekvensene av ytterligere senkning	Feil! Bokmerke er ikke definert.

1. INNLEDNING

I forbindelse med reguleringsarbeid for Spydeberg pukkverk i Indre Østfold Kommune, skal det utarbeides utredning av grunnvann og dokumentasjon på grunnvannstanden. Utredningen skal vurdere en nedre uttaksgrense, slik at grunnvann ikke påvirkes til skade eller ulempe for allmenne eller private interesser som følge av driften i pukkverket og det etterfølgende deponiet.

I gjeldende regulering er planområdet i hovedsak avsatt som område for steinbrudd, mens det kun er mindre areal langs Fv122 og i sør som er avsatt som LNF-område. Gjeldende regulering omfatter et samlet areal på 68,0 daa, hvor 58,3 daa er avsatt til steinbrudd/masseuttak.

1.1. Planområdet - beliggenhet og avgrensning

Planområdet knyttet til Steinbrudd/masseuttak i Skåruddalen er beliggende langs Heliveien (Fv 122) i Spydeberg kommune. Som det fremgår av oversiktskart og oversiktsbilder avgrenses planområdet i nord av jordbruksareal og kraftgate, i øst av Fv 122 og i sør og vest av LNF-/skogsområde.

Avgrensning av planområdet er fastlagt i samråd med Spydeberg kommune, og utgjør et samlet areal på 94,3 daa. Planområdet omfatter eksisterende steinbrudd/masseuttak (del av 39/1), del av tilliggende LNF/skogstomt (39/1 og 38/1) sør og vest for dagens steinbrudd samt avkjørsel og bekk/grøft/buffersone langs Fv122 (del av 36/1, 40/1 og 523/36).

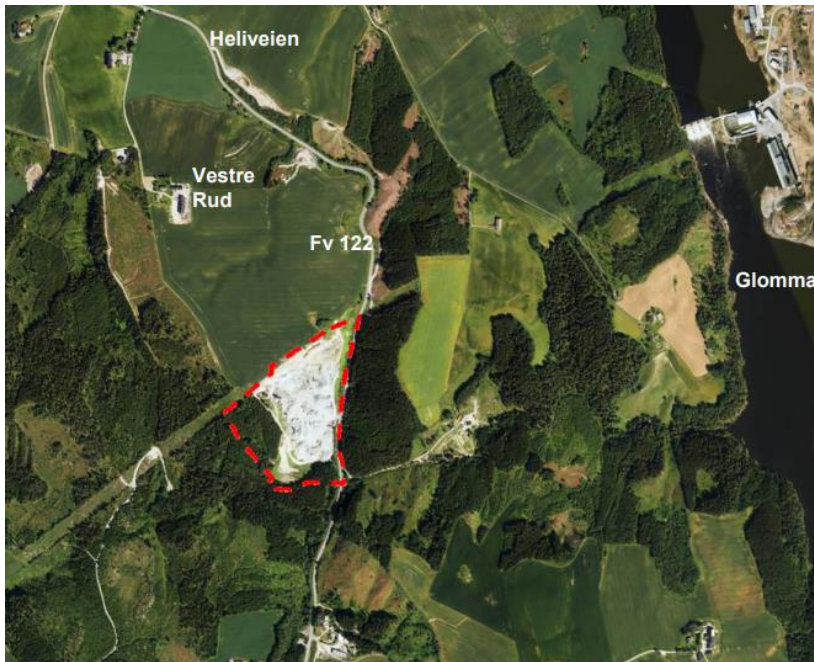
Foreslått planavgrensning medfører en utvidelse av regulert område for steinbruddet i Skåruddalen mot sør og vest på 22,3 daa, men samtidig inngår det i planområdet 20,3 daa av opprinnelig regulert virksomhetsområde/ steinbrudd som allerede er eller vil bli tilbakeført/bevart som LNF-område.



Figur 1-1: Kartskisse - geografisk beliggenhet av planområdet i Skåruddalen.

1.2. Eksisterende situasjon

Gjeldende bruk/aktivitet innenfor planområdet omfatter i hovedsak eksisterende steinbrudd med direkte avkjørsel fra Fv 122, del av tilliggende LNF/skogstomt (39/1 og 38/1) sør og vest for dagens steinbrudd, høyspentanlegg i nordvest, samt tilbakeført opprinnelig del av steinbrudd i nordøst. Det er ikke oppført noen form for bebyggelse i tilknytning til virksomhetsområdet. Kun containere for oppbevaring av utstyr samt hvilebrakke.



Figur 1-2: Eksisterende steinbrudd i Skåruddalen og tiliggende jord- og skogbruksareal i forhold til foreslått planavgrensning.

Til produksjon av pukk og grus benyttes mobilt knuseverk. Som det fremgår av fotodokumentasjon foregår selve produksjonen i hovedsak sentralt i uttaksområdet. Steinknusing og produksjon av pukk og grus søkes konsentrert til enkelte dager pr mnd, hvor grus og pukk i variert størrelse legges i større deponier i randsoner av uttaksområdet for senere leveranse/utkjøring. Drifts-/uttaksområde ligger nå i hovedsak på samme terrenghøyde som innkjøring fra Fv 122.

For å sikre effektiv drift og uttak av steinmasser i steinbruddet lagres avdekningsmasser i randsoner i rundt selve uttaksområdet, samt tilbakefylles i deler av uttaksområdet (nordøst) som er ferdig utnyttet. Inntil området i nordøst er ferdig tilbakefylt er det påkrevd med opprettholdelse av intern anleggsvei.

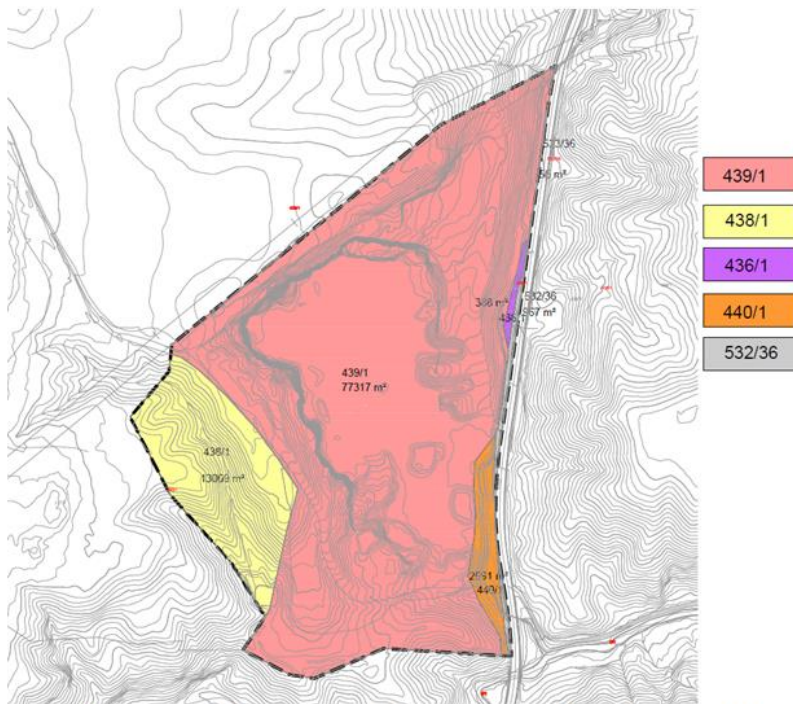
Eksisterende bruddvegg mot nord (mot høyspent) utgjør ytre avgrensning av uttaksområdet, og det er heller ikke aktuelt å utvide bruddet videre mot nordøst. Det er i dette området kun aktuelt å gå dypere ned i grunnen. På topp av bruddkant mot nord og nordøst er det etablert jordvoll og sikkerhetsgjerde mot tiliggende jordbruksareal/ høyspent.

1.3. Eiendomsforhold

Figur 1-3 viser eiendommer som er berørt, helt eller delvis, av planområdet. Følgende eiendommer omfattes av planområdet:

<i>Adresse</i>	<i>Gnr</i>	<i>Bnr</i>	<i>Arealbruk</i>	<i>Eier</i>	<i>Størrelse</i>
Del av	Gnr. 38	bnr. 1	LNF/skog	Arne Ludvig Torp	13.009 m2
Del av	Gnr. 39	bnr. 1	Steinbrudd/LNF skog	John Erling Grav	77.317 m2
Del av	Gnr. 36	bnr. 1	Sideareal langs bekk	Halvor Giltvedt	388 m2
Del av	Gnr. 40	bnr. 1	Natur-/sideareal langs bekk	Thomas Oraug	2.591 m2
Del av	Gnr. 523	bnr. 36	Trafikkareal Fv 128	Statens vegvesen	1.022 m2

Samlet areal for planområdet: 94.327 m2



Figur 1-3: Kartskisse over berørte eiendommer innenfor planområdet.

1.4. Topografi

Topografien i området varierer fra kote +76-78 langs Heliveien, mens øvre del av planområdet langs tilliggende høyspent i nordvest og vestre del av skogsområde stiger opp til kote +112. I nord langs Heliveien stiger det østvendte tilbakeførte landskapet jevnt opp til kote +108-110 ved overgang til tilliggende jordbruksareal.

Bunnen i selve dagbruddet omfatter i dag et større område beliggende på kote +77, hvor toppen av tilliggende steile bruddvegger stiger opp til kote +100 mot nord og vest. Toppen ligger dermed godt nedenfor tilliggende jordbruksareal i nord (over kote +112).

Søndre og vestre del av planområdet er mer eller mindre uberørt, og utgjør et kupert skrånende landskap som stiger fra kote +76 til ved Heliveien til kote +112 i vest.

Som tidligere angitt ligger steinbruddet avskjermet av omkringliggende skogkledde åskammer og høydedrag mot øst, sør og vest, hvor terrenghøydene varierer fra 107 - 139 m.o.h.

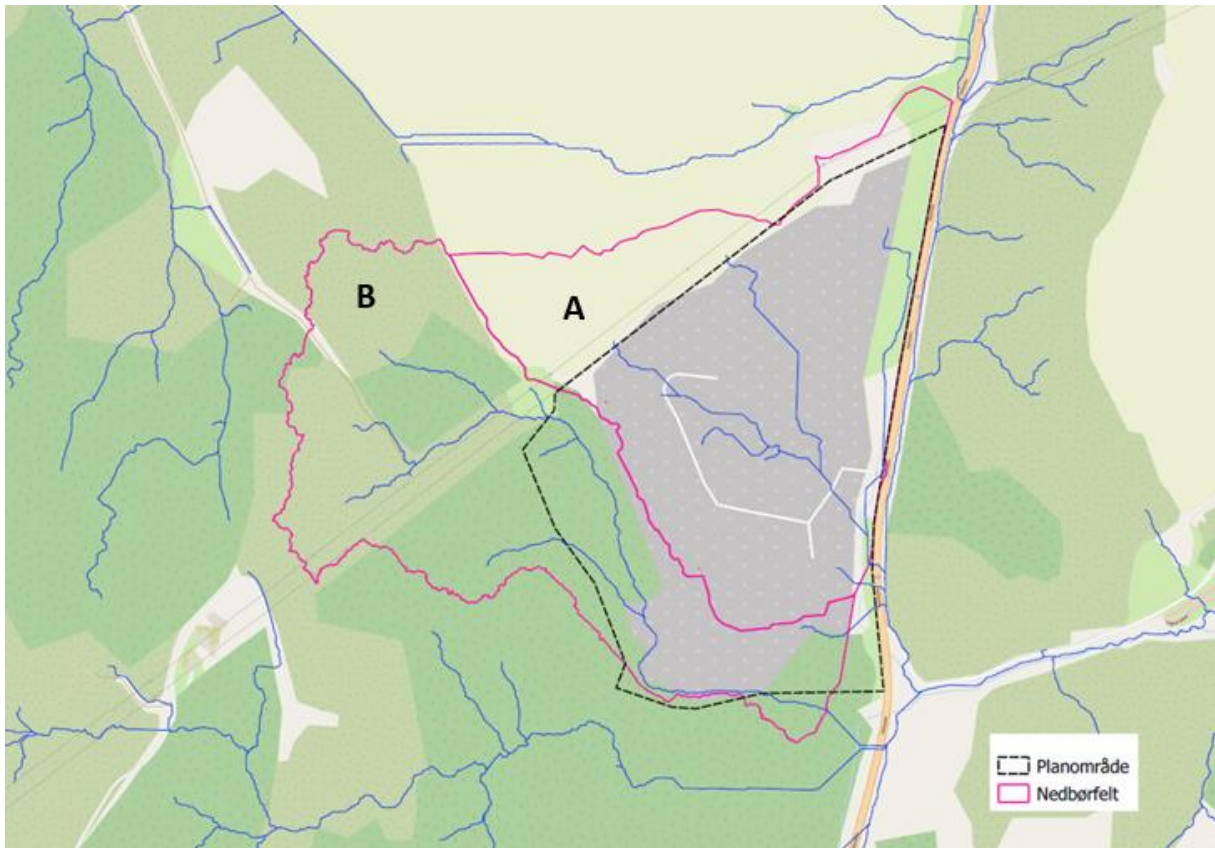
1.5. Grunnforhold og infiltrasjon

Ihht. NGUs løsmassekart består grunnforholdene i planområdet av tykk havavsetning. Dybde til berggrunn har vært varierende innenfor de deler av området som i dag utgjør uttaksområdet, og har variert fra 3-8 meter tykkelse. Med unntak LNF-områder i søndre og vestre del av planområdet er det meste av området i dag rensket for avdekningsmasser. Store deler avdekningsmassene er i dag midlertidig mellomlagret i randsonene sør og vest for selve uttaksområdet, men deponerte masser har også blitt benyttet ved reetablering av landskapet i nordøstre del av steinbruddet langs Heliveien.

Da det meste av området allerede utgjør et dagbrudd og grunnforhold i tilliggende områder er godt kjent, anses det ikke påkrevd å foreta geotekniske undersøkelser som ledd i reguleringsprosessen. Avdekningsmassene vil uansett bli fjernet ned til berggrunn før utvidelse av uttaksområdet.

1.6. Nedbørsfelt og flomveier

Det er gjennomført en drensanalyse av planområdet for å identifisere drenslinjer/flomveier i terrenget slik det er i dag. Programvaren QGIS med terrengdata fra NDH Østfold 5pkt 2015 er brukt i denne analysen. Figur 1-4 viser drenslinjer som går gjennom planområdet. Figuren viser nedbørsfelt for de to punktene hvor drenslinjer krysser ut av planområdet. Det er kun Felt A som krysser steinbrudd områdets. Felt B krysser planområdet via naturlige felt som ikke berører driften av steinbruddet.



Figur 1-4: Drenslinjer som går gjennom planområdet.

2. OVERVANNSHÅNDTERING

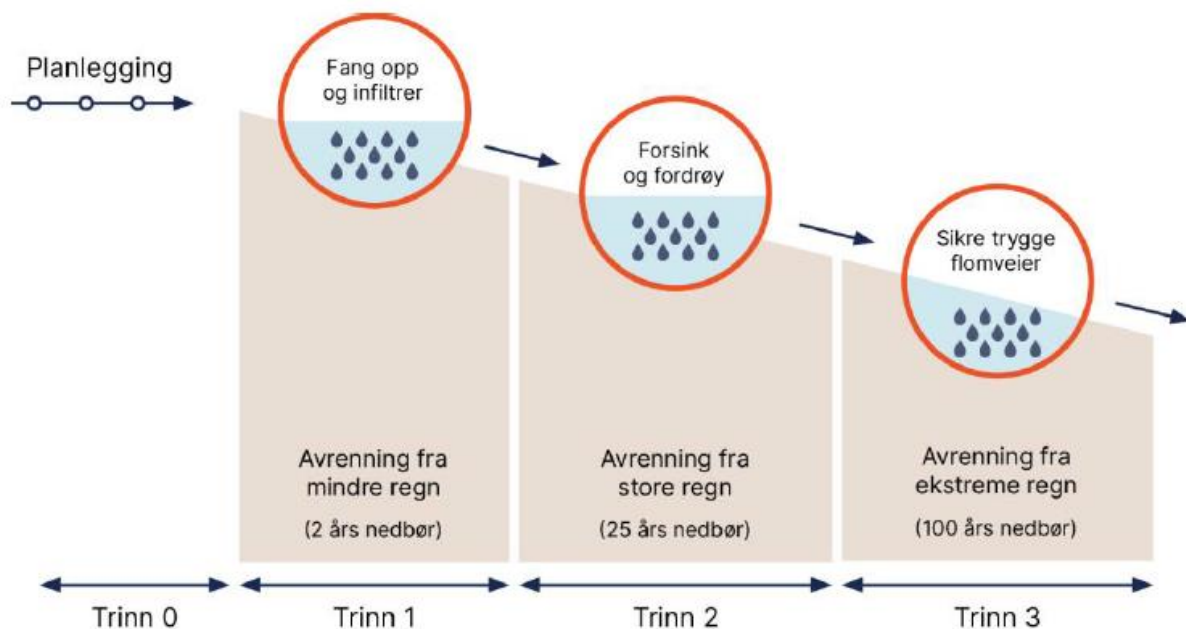
2.1. Strategi for håndtering av overvann fra steinbrudd i Skåruddalen

Retningslinjene for overvannshåndtering i Indre Østfold Kommune er utarbeidet med mål om å bidra til bærekraftig og miljømessig forsvarlig overvannshåndtering. For beskrivelsen av tiltak for håndtering av overvann på Skåruddalen steinbrudd ligger prinsippet om å opprettholde vannbalansen og ivareta avrenning fra området, til grunn for valg av beregningsmetoder og forslag til tiltak.

Overvannsløsningen skal baseres på Norsk Vanns tretrinns-strategien. Den lokale vannbalansen i området skal opprettholdes, og økt avrenning grunnet utbyggingen skal infiltreres eller fordrøyes lokalt.

Norsk Vanns 3-trinnsstrategi følges for bærekraftig overvannshåndtering:

1. Lokal håndtering / infiltrasjon (beregning av avrenning)
2. Forsinkelse / fordrøyning
3. Sikre flomveier



Figur 2-1: Tretrinns-strategi for håndtering av overvann.

Trinn 1: Infiltrere små regnhendelser på egen eiendom for å opprettholde naturlig grunnvannstand og vannbalanse og redusere tilrenningen til kommunens renseanlegg. Målsetning for trinn 1 er at 2-årsnedbør med klimafaktor skal infiltreres.

Trinn 2: Fordrøye og forsinke store regn på egen eiendom for å forebygge skader på offentlig avløpsnett og andres eiendom. Målsetningen for Trinn 2 er at 25-års nedbør med klimafaktor skal fordrøyes. Eventuelt påslipp til kommunalt nett må godkjennes av enhet for vann og avløp etter abonnementsvilkårene. For dette prosjektet er fordrøyningsanlegg dimensjonert for en 50-års nedbør, i tråd med kravet i andre reguleringsplaner i kommunen.

Trinn 3: Ekstreme regn større enn 25-års nedbør ledes til trygge flomveier på overflaten for å forebygge skader på egen og andres eiendom. Målsetningen for trinn 3 er at 100-års regn med tillegg av klimafaktor skal ledes til trygge flomveier på egen eiendom og utenfor.

2.2. Beregningsmetode

2.2.1. Overvannsavrenning

Beregning av dimensjonerende overvannsavrenning for nedbørfelt A < 50 ha gjøres ved hjelp av den rasjonelle formel:

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A \cdot \text{klimafaktor}$$

Q: Avrenning i l/s

φ : Avrenningsfaktor

i: Nedbørintensitet i l/s*ha

A: Nedbørfeltets areal i hektar (ha)

Ifølge klimaprofilen Østfold og Oslo/Akershus (Norsk klimaservicesenter) anbefales et klimapåslag på minst 40 % på dimensjonerende nedbør med kortere varighet enn 3 timer. For Indre Østfold kommune benyttes en Klimafaktor på 1,5 ifølge overvannsveileder Indre Østfold Kommune, 2024.

2.2.2. Avrenningsfaktorer

Tabell 2-1 viser aktuelle avrenningsfaktorer benyttet i beregninger av dimensjonerende overvannsavrenning. Valg av avrenningskoeffisient er basert på Norsk Vann Rapport nr. 193/2014 og Indre Østfold kommunes veileder - Overvannshåndtering (2024). Tabellen viser de maksimale avrenningsfaktorer for ulike areal typer.

Tabell 2-1: Avrenningsfaktorer

Type flater	Avrenningsfaktor
Asfalterte veier og gater	0,8
Grusveier/-plasser	0,6
Skog	0,1
Snaufjell	0,9
Dyrket mark	0,3

Ved et sammensatt nedbørfelt er det benyttet en midlere avrenningskoeffisient:

$$\varphi_{mid} = \frac{Areal1 \cdot \varphi1 + Areal2 \cdot \varphi2 + \dots + Areal n \cdot \varphi n}{Areal1 + Areal2 + \dots + Areal n}$$

2.2.3. Dimensjonerende nedbørintensitet

Regnets intensitet er avhengig av varigheten på regnet (konsentrasjonstiden). Feltens maksimale avrenning er når regnets varighet er lik feltens konsentrasjonstid.

Siden masseuttaksområdet har fast fjell og stein, vil avrenningen typisk være høyere enn i områder med løs jord eller vegetasjon. Fast fjell og stein gir dårlig infiltrering, noe som øker overflateavrenningen, og området kan derfor betraktes som nærmere et urban felt når det gjelder avrenning.

Konsentrasjonstid for urbane felt (utbygde felt), er gitt ved (NVE 01/ 2022):

$$T_c(\text{min}) = 0.02 \cdot L^{1.15} \cdot H^{-0.39}$$

hvor L: lengde av feltet [m] H: høydeforskjellen i feltet [m]

Tabell 2-2: Parametere benyttet for å beregne konsentrasjonstid

	Felt A
Feltlengde L (m)	465
H _{min} (moh)	77
H _{maks} (moh)	116
ΔH (m)	39
T _c (min)	10

Ifølge anbefalingen i overvannsveileder Indre Østfold Kommune (2024), brukes Ås - Rudskogen (17870) nedbørstasjon og tilhørende IVF-kurver for å lese av dimensjonerende nedbørintensitet. Tabell 2-3 viser dimensjonerende nedbørdata fra Ås - Rudskogen (17870) målestasjon.

Tabell 2-3: Nedbørsdata, målestasjon Ås - Rudskogen (Norsk Klimaservicesenter)

IVF-verdier for Ås - Rustadskogen (SN17870), 120 moh. Data fra 1974 - 2023 Antall sesonger: 42																
Nedbørintensitet (l/s.ha)	Varigheter (minutter)															
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	263,6	230,0	205,4	172,1	127,3	103,0	87,2	66,5	50,6	41,7	31,6	25,6	19,2	12,5	7,9	4,9
5	357,4	324,1	288,9	242,6	179,7	143,2	120,0	89,6	67,8	56,6	44,4	35,4	26,5	16,9	10,6	6,5
10	416,9	384,8	344,6	289,6	216,2	170,6	142,4	106,2	80,2	66,9	53,5	42,7	31,9	20,0	12,5	7,6
20	475,1	441,2	399,3	336,0	252,1	196,3	164,3	122,8	92,8	77,1	63,1	50,4	37,7	23,3	14,4	8,7
25	491,9	458,6	416,2	351,2	264,0	204,7	170,9	128,2	96,8	80,6	66,4	52,9	39,5	24,4	15,1	9,1
50	546,1	513,7	471,0	398,5	301,1	231,5	191,8	146,3	110,4	91,4	76,7	61,5	45,9	28,0	17,2	10,2
100	598,4	565,9	526,5	446,0	338,7	258,4	213,7	164,6	124,1	103,2	87,6	70,5	52,9	31,8	19,4	11,4
200	648,5	617,4	582,6	494,5	378,5	284,9	235,3	184,0	138,6	116,1	99,3	80,5	60,7	36,0	21,8	12,6
Nedbørintensitet (mm)	Varigheter (minutter)															
Gjentaksintervall (år)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360	720	1440
2	1,6	2,8	3,7	5,2	7,6	9,3	10,5	12,0	13,7	15,0	17,1	18,4	20,8	27,0	34,2	42,6
5	2,1	3,9	5,2	7,3	10,8	12,9	14,4	16,1	18,3	20,4	24,0	25,5	28,6	36,4	45,9	56,3
10	2,5	4,6	6,2	8,7	13,0	15,3	17,1	19,1	21,6	24,1	28,9	30,8	34,4	43,2	54,2	65,9
20	2,9	5,3	7,2	10,1	15,1	17,7	19,7	22,1	25,0	27,8	34,1	36,3	40,7	50,4	62,2	75,3
25	3,0	5,5	7,5	10,5	15,8	18,4	20,5	23,1	26,1	29,0	35,9	38,1	42,7	52,7	65,1	78,4
50	3,3	6,2	8,5	12,0	18,1	20,8	23,0	26,3	29,8	32,9	41,4	44,3	49,5	60,5	74,2	88,1
100	3,6	6,8	9,5	13,4	20,3	23,3	25,6	29,6	33,5	37,2	47,3	50,8	57,1	68,7	84,0	98,2
200	3,9	7,4	10,5	14,8	22,7	25,6	28,2	33,1	37,4	41,8	53,6	58,0	65,6	77,7	94,3	109,0

2.2.4. Fordrøyning

Nødvendig fordrøyningsvolum bestemmes av størst differanse mellom tilført vannmengde (overvannsavrenning) og videreført vannmengde og sikker flomvei. Følgende formel er benyttet for beregning av nødvendig fordrøyningsvolum:

$$V = [\varphi \cdot A \cdot I \cdot K_f - Q_{mid}] \cdot t_r$$

Hvor V er nødvendig volum på magasin [m^3], I er dimensjonerende nedbørintensitet [l/s. ha], t_r er dimensjonerende regnvarighet [min], K_f er klimafaktor, $\varphi \cdot A$ er redusert nedbørfelt [ha] og Q_{mid} er midlere utløp fra magasinet [l/s].

Ved hjelp av formelen undersøkes hvordan det nødvendige magasiningsvolumet varierer for regnvarigheter mellom 1 minutt og 24 timer. Den regnvarigheten som resulterer i det største nødvendige volum blir dimensjonerende og gir det nødvendige volum for magasinet.

I formelen er det forutsatt at utløpet fra magasinet er konstant og uttrykt som et midlere utløp. Siden midlere utløp påvirkes av faktorer som utløpsløsningstype, trykkehøyde, magasinutforming og innløpshydrogram, er det betydelig usikkerhet knyttet til denne verdien. Innløpshydrogrammet bestemmes videre av feltstørrelse, avrenningskoeffisient, konsentrasjonstid og nedbørhendelse. I litteraturen finnes det ulike estimer for midlere utløp. Ifølge Norsk Vann Rapport 193 foreslås det å anta at midlere utløp utgjør omtrent 70 % av maksimalt utløp (Lindholm m.fl., 2012).

Fordrøyningsmagasiner kan utformes som tette tanker eller rør, samt som åpne løsninger, for eksempel dammer. I tillegg kan steinmagasiner benyttes som en effektiv metode for fordrøyning.

2.2.5. Påslippsmengde

Der det ikke er mulig å håndtere alt overvannet lokalt, kan kommunen akseptere påslipp til avløpsnett.

Dersom det ikke er spesifisert i overordnede planer, gjeldende reguleringsplan eller områdeplan, stiller kommunene som hovedregel følgende krav til maksimal påslippsmengde for overvann til kommunalt ledningsnett: den veiledende øvre grensen for påslippsmengde (videreført vannmengde) er 15 l/s/ha (1,5 l/s per dekar) av tomtearealet.

Det maksimalt akseptable påslippet av overvann, enten utledning på overflaten til vassdrag, infiltrasjon i grunnen eller påslipp til kommunalt nett, bestemmer behovet for fordrøyning (magasiner) av overvannet og dimensjoneringen av overvannsløsningen.

Tabell 2-4: Gjeldende påslippskrav (overvannsveileder Indre Østfold Kommune, 2024)

Overvannsløsning	Maksimal påslipp av overvann/overflateavrenning til vassdrag
Infiltrasjon	Er bestemt av dokumentert infiltrasjonskapasitet på eiendommen. Fordrøyningsbehovet beregnes for 25 års regn.
Utledning til bekk	Trinn 1-infiltrasjon for 2-årsregn, maks utledning 15 l/s*ha for 25- årsregn
Utledning til elv, sjø	Trinn 1-infiltrasjon for 2-årsregn, ingen krav for avrenning > 2-årsregn
Påslipp til kommunalt avløpsnett	Maks påslipp 15 l/s*ha for 25-årsregn

2.3. Opprinnelig situasjon

Opprinnelig var Skåruddalen Pukkverk et fjellområde med Snaufjell og skog, og i beregninger er det lagt til grunn en avrenningsfaktor på 0,2 for området i dets jomfruelige tilstand.

2.3.1. Beregning av overvannsavrenning

Tabell 2-5 viser beregning av maksimal avrenning for opprinnelig situasjon uten klimapåslag gjøres ved hjelp av den rasjonelle formel.

Tabell 2-5: Maksimal avrenning for opprinnelig situasjon, uten klimapåslag.

Beregnet avrenning - Opprinnelig situasjon - Rasjonell metode															
Areal		8.86	ha												
Avrenningsfaktor		0.2													
Konsentrasjonstid		10	min												
Klimafaktor		1													
Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund															
Areal:		88600	m ²	Avrenningsfaktor			0.2	Konsentrasjonstid:			10	min			
I/s		Regnvarighet (min)													
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360
Gjentaksintervall	2	467.1	407.6	364.0	305.0	225.6	182.5	154.5	117.8	89.7	73.9	56.0	45.4	34.0	22.2
	5	633.3	574.3	511.9	429.9	318.4	253.8	212.6	158.8	120.1	100.3	78.7	62.7	47.0	29.9
	10	738.7	681.9	610.6	513.2	383.1	302.3	252.3	188.2	142.1	118.5	94.8	75.7	56.5	35.4
	20	841.9	781.8	707.6	595.4	446.7	347.8	291.1	217.6	164.4	136.6	111.8	89.3	66.8	41.3
	25	871.6	812.6	737.5	622.3	467.8	362.7	302.8	227.2	171.5	142.8	117.7	93.7	70.0	43.2
	50	967.7	910.3	834.6	706.1	533.5	410.2	339.9	259.2	195.6	162.0	135.9	109.0	81.3	49.6
	100	1060.4	1002.8	933.0	790.3	600.2	457.9	378.7	291.7	219.9	182.9	155.2	124.9	93.7	56.3
	200	1149.1	1094.0	1032.4	876.3	670.7	504.8	417.0	326.0	245.6	205.7	176.0	142.6	107.6	63.8

Ved 50 års regn, klimafaktor på 1,0 og konsentrasjonstid på 10 minutter, er maksimal avrenning 533,5 l/s.

Ved 100 års regn, klimafaktor på 1,0 og konsentrasjonstid på 10 minutter, er maksimal avrenning 600,2 l/s.

2.4. Dagens situasjon

Avrenning fra området bør i størst mulig grad tilsvare avrenningen fra området i dets jomfruelige tilstand, før bruddet ble etablert. Ved å opprettholde den naturlige vannbalansen vil man sikre avrenning til Rudbekken langs Heliveien.

For å i størst mulig grad ivareta dette hensynet er det relevant å sammenligne volumavrenning ved dimensjonerende nedbørhendelser fra området i dets jomfruelige tilstand - før bruddet ble etablert - mot volumavrenning ved samme nedbørshendelse etter bruddets etablering. Deretter utformes tiltakene slik at volumavrenningen i minst mulig grad endres. Overvannsmengdene som utgjør avviket mellom naturlig tilstand og dagens tilstand tilsvarer det volum som iht. trinn 2 bør håndteres med forsinket avrenning og fordrøyning før påslipp til resipient.

Etter etableringen av bruket er arealtypene noe endret. Gjeldende bruk/aktivitet innenfor planområdet omfatter i hovedsak eksisterende steinbrudd/pukkverk med direkte avkjørsel fra Fv 122, del av tilliggende LNF/skogstomt (39/1 og 38/1) sør og vest for dagens steinbrudd, høyspentanlegg i nordvest, samt tilbakeført opprinnelig del av steinbrudd i nordøst. Det er ikke oppført noen form for bebyggelse i tilknytning til virksomhetsområdet. Kun containere for oppbevaring av utstyr samt hvilebrakke.

En oppsummering av estimert avrenningsfaktor på felt A vises i Tabell 2-6.

Tabell 2-6: Avrenningsfaktor på felt A

Felt A	Areal (m ²)	Avrenningskoeffisient	Redusert areal (m ²)
Fast fjell og stein	54433	0,9	48990
Skog	9059	0,1	906
Dyrket mark	25100	0,3	7530
Totalt	88592	Midlere = 0,648	57426



Figur 2-2: Dagens steinbrudd på Skåruddalen pukkverk.

2.4.1. Beregning av overvannsavrenning

Tabell 2-7 viser beregning av maksimal avrenning for dagens situasjon gjøres ved hjelp av den rasjonelle formel.

Tabell 2-7: Maksimal avrenning for dagens situasjon

Beregnet avrenning - Dagens situasjon - Rasjonell metode															
Areal	8.86	ha													
Avrenningsfaktor	0.648														
Konsentrasjonstid	10	min													
Klimafaktor	1.5														
Beregning av maksimal avrenning (Q _{maks}) i liter/sekund															
Areal:		88600	m ²	Avrenningsfaktor				0.648	Konsentrasjonstid:				10	min	
l/s		Regnvarighet (min)													
		1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360
Gjentaksintervall	2	2270.1	1980.7	1768.9	1482.1	1096.3	887.0	751.0	572.7	435.8	359.1	272.1	220.5	165.3	107.6
	5	3077.9	2791.1	2488.0	2089.3	1547.6	1233.2	1033.4	771.6	583.9	487.4	382.4	304.9	228.2	145.5
	10	3590.3	3313.9	2967.7	2494.0	1861.9	1469.2	1226.3	914.6	690.7	576.1	460.7	367.7	274.7	172.2
	20	4091.5	3799.6	3438.7	2893.6	2171.1	1690.5	1414.9	1057.5	799.2	664.0	543.4	434.0	324.7	200.7
	25	4236.2	3949.4	3584.3	3024.5	2273.5	1762.9	1471.8	1104.0	833.6	694.1	571.8	455.6	340.2	210.1
	50	4703.0	4423.9	4056.2	3431.9	2593.0	1993.7	1651.8	1259.9	950.8	787.1	660.5	529.6	395.3	241.1
	100	5153.4	4873.5	4534.2	3840.9	2916.9	2225.3	1840.4	1417.5	1068.7	888.8	754.4	607.1	455.6	273.9
	200	5584.8	5317.0	5017.3	4258.6	3259.6	2453.5	2026.4	1584.6	1193.6	999.8	855.2	693.3	522.7	310.0

Ved 50 års regn, klimafaktor på 1,5 og konsentrasjonstid på 10 minutter, er maksimal avrenning 2593,0 l/s.

Ved 100 års regn, klimafaktor på 1,5 og konsentrasjonstid på 10 minutter, er maksimal avrenning 2916,9 l/s.

Tillatt maksimalt påslipp er 15 l/s/ha. For å anslå et midlere påslipp som representerer påslippet gjennom hele nedbørhendelsen multipliseres det maksimale påslippet med en faktor på 0,70:

Tillatt maksimalt påslipp = 15 l/s/ha * 8,86 ha = 133 l/s

$Q_{mid} = 133 \text{ l/s} * 0,7 = 93 \text{ l/s}$

2.5. Trinn 1 - Infiltrasjon av 2-årsregn

Iht. 3-trinnsstrategien for håndtering av overvann skal trinn 1 i strategien håndtere avrenning fra mindre nedbørhendelser og normalregn. For å opprettholde den naturlige vannbalansen skal det tilstrebes at avrenning fra mindre regn i størst mulig grad fanges opp og infiltreres.

Planområdet består hovedsakelig av fast fjell og stein, med svært begrenset eller ingen infiltrasjonskapasitet. Derfor må overvannshåndteringen baseres på Trinn 2, som vektlegger fordrøyning og forsinkelse av avrenning.

2.6. Trinn 2 - Forsinke og fordrøye 50-årsregn

Løsninger for trinn 2 setter krav til et volum for å samle opp og fordrøye avrenningen fra middel-store regn. Dimensjoneringen av volumet bestemmes av størrelsen på harde flater og kravet til videreføring/utledning av overvannet. Primært skal åpne løsninger benyttes for trinn 2-løsninger. Etter oppsamling og fordrøyning håndteres overvannet videre ved infiltrasjon i grunnen, avrenning til vassdrag/sjø eller påslipp til kommunalt nett. Nedbør som overskrider kapasiteten i trinn 2-løsningen skal føres til åpen flomvei (trinn 3).

Beregningene i dette kapittel er utført mht. dagens driftssituasjon på Skåruddalen pukkverk, da man i første omgang bør iverksette tiltak for å håndtere dagens overvannsavrenning.

2.6.1. Fordrøyning

Til fordrøyning kan benyttes naturlige fordrøyningsbasseng i området og/eller det må etableres kunstige basseng/magasin. Det er beregnet nødvendig fordrøyningsvolum for å håndtere den økte avrenningen.

Ved dimensjonering av fordrøyning benyttes regnenvelopmetoden (se vedlegg 1). Det innebærer at differansen mellom avrenningsvolumet som tilføres og videreføres fra magasinet beregnes for hver enkelt regnvarighet. Største differanse blir dimensjonerende.

For en nedbørshendelse med 50 års gjentaksintervall og varighet lik nedbørfeltens konsentrasjonstid er det beregnet volumavrenning fra nedbørfeltet i jomfruelig tilstand og etter etablering av steinbruddet. Avviket mellom de to tilstandene angir dimensjonerende volumavrenning for fordrøyning (se vedlegg 1). En oppsummering av beregningen vises i Tabell 2-8.

Tabell 2-8: Dimensjonerende volumavrenning for fordrøyning

Felt	Naturlig volumavrenning (m ³)	Dagens volumavrenning (m ³)	Dimensjonerende volumavrenning for fordrøyning (m ³)
A	599	3277	2678

Nødvendig magasinivolum for å fordrøye en nedbørshendelse med 50 års gjentaksintervall, klimafaktor på 1,5 og maksimalt påslipp på 133 l/s blir dermed 2678 m³.

2.6.2. Design av overvannsbasseng

2678 m³?
Se side 14

Overvannsbassenger i pukkverk gir en kostnadseffektiv og miljøvennlig løsning for håndtering av overvann, spesielt i områder hvor infiltrasjon er ønskelig. Designet må sikre tilstrekkelig kapasitet for både fordrøyning og infiltrering, samtidig som man tar hensyn til lokale hydrologiske forhold og tilgjengelig plass. Ved riktig dimensjonering, valg av materialer og regelmessig vedlikehold kan disse bassengene bidra til effektiv flomhåndtering og bedre vannkvalitet.

Det nødvendige totale bassengvolumet for å fordrøye en nedbørhendelse med et 50-års gjentakintervall er beregnet til 2781 m³. Som illustrert i overvannsbassenget i bruddet (Figur 2-3), har bassengene et areal på henholdsvis 1025 m² og 609 m². Disse vil kunne ha en tilpasset dybde basert på det beregnede totale bassengvolumet.

Etter at vannet har blitt fordrøye i overvannsbassengene, går det videre til sedimentasjonsbassenget, som har som hovedoppgave å fjerne sedimenter og større partikler før vannet slippes ut videre.



Figur 2-3: Plankart over overvannsanleggene.

2.6.2.1. Volumfordeling mellom bassengene

Bassengene har totale volumet (2678 m^3) og arealene (1025 m^2 og 609 m^2). Da det mindre bassenget (609 m^2) er et pumpebasseng for overvann, bør det dimensjoneres for optimal pumpeeffektivitet og effektiv håndtering av pumpestrømmen. Her er det anbefalte oppsettet basert på totalt volum:

Pumpebasseng (609 m^2)

- Dybde: 1,5 m (for å unngå for grunt vann som kan føre til luft i pumpen)
- Volum: $609 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 914 \text{ m}^3$
- Funksjon:
 - Tar imot vann fra hovedbassenget ved flom.
 - Sikrer stabilt pumpestrykk (minst 1,5 m vannsøyle).

Hva er pumpekonfigurasjonen: $2 \times 1?$, $1 \times 1?$

Hovedbasseng (1025 m^2)

- Dybde: 1,8 m (for å oppfylle totalt volum)
- Volum: $1025 \text{ m}^2 \times 1,72 \text{ m} = 1764 \text{ m}^3$
- Funksjon:
 - Primær flomlagring.
 - Overløper til pumpebassenget ved fylling.

avklare/korrigere: 1,8

Gjennomgå resultatene.

Tabell 2-9: Alternativer for Pumpebasseng

Scenario	Pumpebasseng (609 m^2)	Hovedbasseng (1025 m^2)
Standard	1,5 m (914 m^3)	1,80 m (1867 m^3)
Høy pumpestrøm	2,0 m (1218 m^3)*	1,42 m (1450 m^3)
Sediment fokus	1,2 m (731 m^3)	1,9 m (1947 m^3)

* Krever raskere pumping for å unngå overfylling.

2.6.3. Sedimentasjonsbasseng

Etter at vannet har blitt fordrøye i overvannsbassengene, går det videre til sedimentasjonsbassenget, som har som hovedoppgave å fjerne sedimenter og større partikler før vannet slippes ut.

2.6.3.1. Design av sedimentasjonsbassenget er basert på følgende forutsetninger

- Volum og dimensjoner: Sedimentasjonsbassenget bør være dimensjonert for å gi tilstrekkelig tid for sedimentene å synke til bunnen. Det bør være dypt nok til at partikler får tid til å sedimentere, vanligvis 1,5-2 meter dypt.
- Vannhastighet: For å maksimere sedimentasjonen bør vannstrømningen være lav, typisk mellom 0,3 og 0,5 m/s.
- Innløp og utløp: Sedimentasjonsbassenget skal ha et innløp som forsiktig leder vannet fra overvannsbassengene, og et utløp som tillater rent vann å strømme ut etter at sedimentene er fjernet. Utformingen av innløpet bør forhindre at sedimentene virvles opp igjen.
- Bygging av bunnen: Bassengbunnen bør være lett skrånende mot utløpet for å sikre at sedimentene samles på et bestemt sted og ikke skylles videre.
- Sedimentfjerning: Det bør legges til rette for periodisk fjerning av sedimenter. Dette kan gjøres mekanisk eller ved hjelp av spesialutstyr, avhengig av sedimentmengden.

2.6.3.2. Dimensjonering av to sedimentasjonsbassenger i Serie

Forutsetninger:

- Maksimal vannføring inn (Q_{inn}) = 2593 l/s = 2,60 m³/s
- Tillatt utløpsmengde (Q_{ut}) = 133 l/s = 0,133 m³/s
- Anbefalt oppholdstid = 15-30 min (for å fjerne sand og finere partikler)

→ Ok, men hva er kilden?

Velger vi en oppholdstid på 30 minutter (1800 sekunder).

1. Volumberegning per Basseng

Når bassengene er koblet i serie, må hvert basseng ha nok volum for å opprettholde den totale oppholdstiden.

$$V_{total} = Q_{inn} \times \text{oppholdstid} = 2,60 \text{ m}^3/\text{s} \times 1800 \text{ s} = 4680 \text{ m}^3$$

Fordelt på to bassenger:

$$V_{\text{per basseng}} = 2340 \text{ m}^3$$

2. Dimensjonering per Basseng

- **Dybde:** 2,0 m (for å balansere areal og sedimenteringstid)
- **Areal:**

$$\text{Areal} = V_{\text{basseng}} / \text{Dybde} = 2340 \text{ m}^3 / 2,0 \text{ m} = 1170 \text{ m}^2$$

3. Forslag til Bassengmål

Valg av lengde (L) og bredde (B) avhenger av:

Overflatebelastning (q):

$$Q = Q_{inn} / A = 2,60 / 1170 = 0,0022 \text{ m/s} = 8 \text{ m/h}$$

Noe høy for optimal sedimentering, men akseptabelt med lameller eller justert form.

Hastighet (v):

$$V = Q_{inn} / (B \times d) \leq 0,005 \text{ m/s} \text{ (for å unngå oppvirvling)}$$

$$B \geq 2,60 / (0,005 \times 2) = 260 \text{ m (urealistisk)}$$

Løsning: Del bassengene inn i parallelle strømganger (4 ganger 65 m bredde). Vannet ledes gjennom flere smale, separate kanaler (strømganger) som ligger side om side i samme basseng.

4. Alternativer for Bassengform

Alternativ	Lengde (L)	Bredde (B)	Antall strømganger	Kommentar
Enkel rektangulær	58,5 m	20 m	1	A = 1170 m ² , men høy hastighet (v=0,065 m/s).
Delt i 4 strømganger	58,5 m	5 m	4	v=0,016 m/s (akseptabelt).

Anbefalt løsning

Basseng 1:

- **Form:** 4 parallelle strømganger
 - $L = 60$ m, $B = 5$ m per gang
 - $A_{\text{total}} = 60 \times 5 \times 4 = 1200 \text{ m}^2$
 - $V = 1200 \times 2 = 2400 \text{ m}^3$
 - $q = 7,8$ m/h, $v = 0,013$ m/s

Basseng 2:

- **Form:** Lamellsett eller 2 brede strømganger
 - $L = 40$ m, $B = 15$ m
 - $A_{\text{total}} = 60 \times 5 \times 4 = 1200 \text{ m}^2$
 - $V = 600 \text{ m}^3$, $V = 1200 \text{ m}^3$
 - Juster oppholdstiden ved å øke L om nødvendig.

m3?

5. Utløp

For å sikre optimal funksjon og minimalt sediment tap, må utløpet fra Basseng 2 dimensjoneres nøye.

Utløpstype: Flyteavskjerming med Kontrollert Utslipp

Funksjon:

- Samler rensset vann fra overflaten (minst mulig sedimenttap).
- Justerbar vannstand for å kontrollere oppholdstiden.

Design:

- Flyteavskjerm (floating baffle):
 - Materiale: HDPE eller EPDM-gummi (UV-bestandig).
 - Bredde: Full bassengbredde (12 m).
 - Dybde: Justerbar (0,3–0,5 m under overflaten).
- Underliggende rør/renne: DN800 med 1 % helning.

Dimensjonering av Utløpsrør:

- Vannføring (Q): $0,133 \text{ m}^3/\text{s}$
- Hastighet (mål): $0,5\text{--}1,0 \text{ m/s}$ (for å unngå sedimentavleiring).
- Rørstørrelse:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$D = 0,48$ m (Velg DN500)

- Hastighet i DN500-rør: $v = 0,68 \text{ m/s}$ (Innenfor mål)
- Alternativ:
 - Bruk DN600 for ekstra margin (hastighet = $0,47 \text{ m/s}$).

Vedlikehold

- Inspeksjon og tømming hver 6. måned

2.7. Trinn 3 - Trygge flomveier for 100-årsregn

Ved store regn overskrides kapasiteten i de lokale anleggene (trinn 1 & 2) og vannet må ledes vekk i flomveier. Trinn 3 omfatter alle fysiske tiltak som sikrer at overskytende vannmengder (ved ekstremregn) føres trygt ut av eiendommen, som regel på terreng, og frem til vassdrag eller til et avsatt oversvømmelsesareal. I praksis gjelder dette alt regn som er større enn dimensjonerende regn og som ikke blir fanget opp i fordrøyningsanlegg (renner i overløp og ut på veien/marken). Vannmengder som fordrøyes i trinn 2, skal ikke trekkes fra dimensjonerende vannmengde i trinn 3.

I tabell 2-9 vises resultatet av avrenningsberegninger med spissavrenning ved avrenning i jomfruelig situasjon (terreng) og dagens spissavrenning.

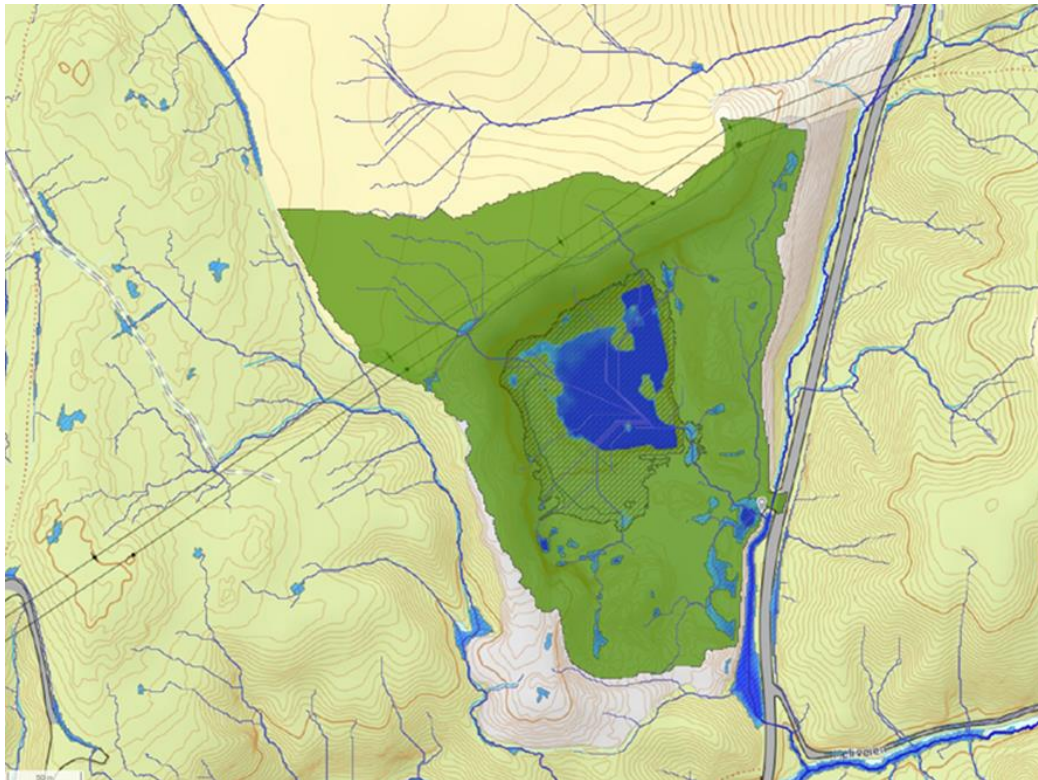
For en nedbørshendelse med 100 års gjentakintervall er det beregnet avrenning fra Felt A

Tabell 2-10: Spissavrenning ved nedbørshendelse med 100 års gjentakintervall (trinn 3).

Felt	Naturlig spissavrenning (l/s)	Dagens spissavrenning (l/s)	Økt spissavrenning ift. opprinnelig avrenning (l/s)
A	600	2917	2317

Ved ekstreme nedbørstilfeller (trinn 3) vil man måtte forvente store vannansamlinger i bruddet og Felt A. Det er ikke etablert direkte flomveier ut av bruddet, men ved oppstuvning av større vannmengder vil man tenke seg at vann kan renne over terskelen der man har et «hull» i vollen langs bekken. Man kan også tenke seg at det i forbindelse med et ekstremt nedbørstilfelle vil være nødvendig å pumpe vann ut av bruddet for å bli kvitt vannet raskere.

For nedbørfeltet vil regn fra ekstreme nedbørstilfeller generere avrenning som følger flomveier i terrenget som vist i Figur 2-3.



Figur 2-4: Nedbørshendelse med 100-års gjentakintervall fra simulering i ScalGo Live.

3. KAPASITETSVURDERING AV EKSISTERENDE RØR

Kapasitetsvurderingen av eksisterende rør er utført med hensyn til dimensjonerende flomverdi i Rudbekken.

3.1. Flomverdi i Rudbekken

For å vurdere dimensjonerende flomverdi i Rudbekken har det blitt benyttet Rasjonelle metoden.

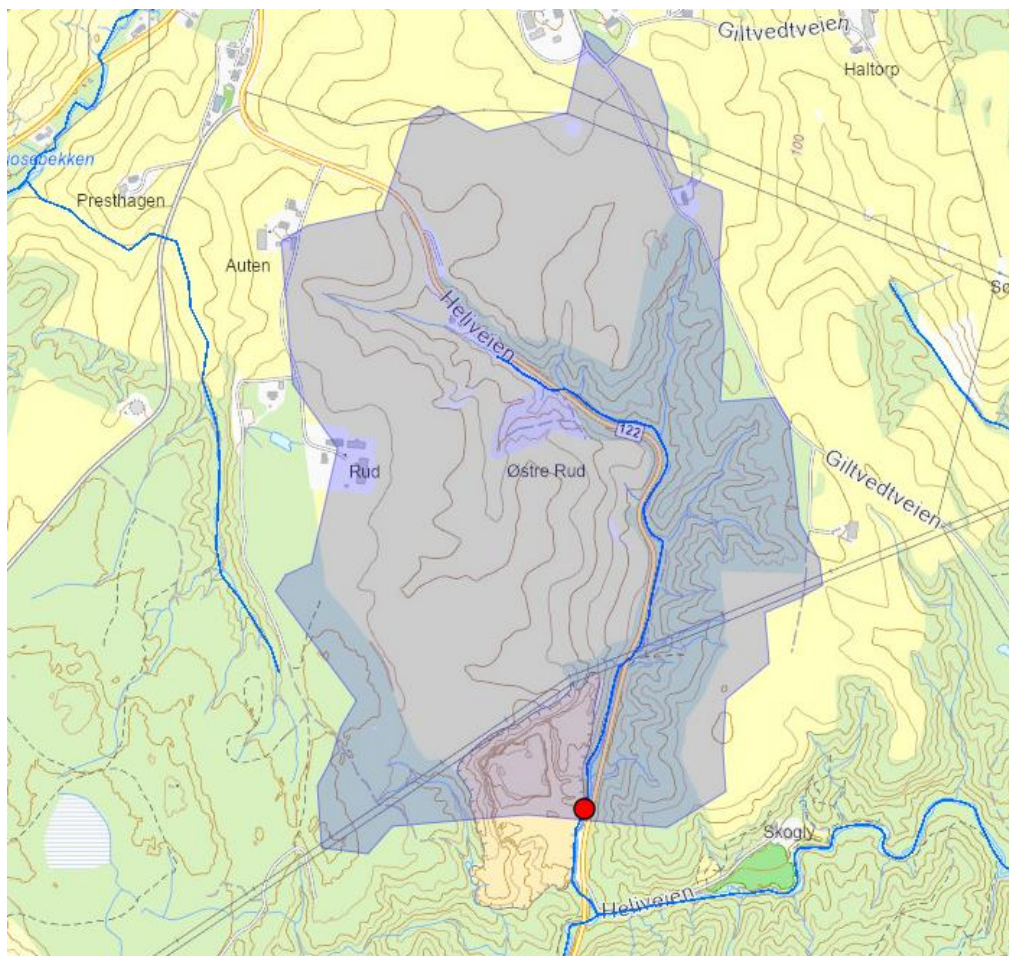
3.1.1. Nedbørfelt

Nedbørfeltet til punktet rett nedstrøms røren er 1,0 km² stort. Feltkarakteristika for nedbørfeltet er vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Feltkarakteristika for bekken ved innløpet til røren, hentet fra NEVINA (Vedlegg 3).

Felt	Feltareal km ²	Skog %	Dyrket mark %	Snaufjell %	Eff. sjø %	q _N [*] l/s/km ²	H _{min} / H _{max} m.o.h	Median høyde m.o.h
Rudbekken	1,0	30,3	60,1	9,6	0,0	14,4	76/123	113

*Middelvannføring (1961-1990)



Figur 3-1: Nedbørfelt til bekken ved innløpet til røren.

3.1.2. Beregning av 200-årsflom

Ifølge Statens vegvesens Håndbok V240 Vannhåndtering anbefales den rasjonelle formel for felt mindre enn 2 km².

Den rasjonelle formelen baserer seg på målt nedbør. Avrenningen (Q) er gitt ved:

$$Q_T = C_T \times i_T \times A_T \times K_f$$

Hvor:

Q_T = Vannføring med returperiode T (l/s)

C_T = Avrenningsfaktor ved flom med returperiode T (-)

i_T = Nedbørintensitet med returperiode T (l/s.ha)

A_T = feltareal (ha)

K_f = klimafaktor

Klimapåslag

For Indre Østfold kommune benyttes en Klimafaktor på 1,5.

Nedbørintensitet:

200-årsverdien for nedbørintensitet er hentet fra målestasjonen Ås - Rudskogen (17870).

Dimensjonerende nedbørdata fra denne målestasjonen er vist i Tabell 2-3 i Kapittel 2.

Nedbørfeltets konsentrasjonstid:

Konsentrasjonstiden til nedbørfeltene (naturlige felt), t_c , er oppgitt i minutter, og er beregnet etter formelen:

$$T_c = 0,6 \times L \times H^{-0,5} + 3000 \times A_{se}$$

Hvor:

L = lengden av nedbørfeltet (m)

H = høydeforskjellen i nedbørfeltet (m)

A_{se} = effektiv sjøprosent, forholdstall ($0 \leq A_{se} \leq 1$)

Tabell 3-2: Parametere benyttet for å beregne konsentrasjonstid

	Rudbekken
Feltlengde L (m)	1400
H_{min} (moh)	76
H_{maks} (moh)	123
A_{se} (%)	0,0
ΔH (m)	47
T_c (min)	123

Avrenningsfaktor C_T :

Avrenningsfaktoren, C_T , er et mål på hvor mye av den totale nedbøren som drenerer fra et område. Faktorens størrelse er avhengig av terrengtype, vegetasjon, helning og sannsynlighet for overflateavrenning fra feltet. Det er benyttet erfaringstall for avrenningsfaktorer for ulike terrengtyper oppgitt i Håndbok V240.

Avrenningen Q_T avhenger både av nedbøren og initialtilstanden i nedbørfeltet. Man antar da at større og sjeldnere forekommende flommer oppstår når det er ugunstige forhold i feltet. Dette gjøres med en korreksjonsfaktor F_C . I henhold til Håndbok V240, for returperiode 200 år, skal F_C 1,30. Tabell 3-3 viser en oversikt over benyttede verdier for avrenningskoeffisienter.

Tabell 3-3: Avrenningskoeffisienter, C , for bekken felt med 30% påslag (til maks $C=0,95$) for returperiode på henholdsvis 200 år etter anbefaling i V240.

Rudbekken				
Arealtype	%	Areal (m ²)	C	C*A (m ²)
Innsjøer	0,0	0	1	0
Snau fjell	9,6	54433	0,7	38103,1
Myr	0,0	0	0,7	0
Skog	30,3	9059	0,3	2717,7
Dyrket mark	60,1	25100	0,8	20080
Urban	0,0	0	0,4	0
		88592	0,67	60900,8
		1,30*C	0,89	

Flomberegning:

Beregning av 200-årsflom ved bruk av den rasjonale formelen er vist i Tabell 3-4.

Tabell 3-4: Beregnet 200-årsflom med den rasjonelle formelen.

	Rudbekken
Gjentaksintervall (år)	200
Nedbørfeltets areal (ha)	8,86
Avrenningskoeffisient, C	0,89
Nedbørfeltets konsentrasjonstid (min)	123
Nedbørintensitet, i (l/s.ha)	71,3
Q (m ³ /s)	0,56
Q (m ³ /s), klimapåslag	0,85

Arealet er 1 [km²] = 100 [ha] = 1 000 000 [m²]
Se tabell 3-1

80,5 ?

Avklar/gjør på nytt.

3.2. Beregning av rør diameter

Rørene har en diameter på 60 cm og en lengde på omtrent 19 meter. Det ene røret er laget av betong, mens det andre er av plast (se Figur 3-2).

For å beregne rørdiametrene som kan håndtere en maksimal vannføring på 0,85 m³/s, bruker vi Manning's formel for strømning i et fylt rør:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

hvor:

- Q = kapasitet (m³/s)
- n = Manning's ruhekoeffisient (0,013 for betong, 0,009 for plast)
- A = tverrsnittsareal (m²)
- R = hydraulisk radius (m), $R=A/P$, der P er våt omkrets
- S = helning = 0,01



Figur 3-2: Overvannsrørene langs avkjørselen ved steinbruddet.

Valg av rørdimensjoner:

For sirkulære rørene, har vi:

- $A = \frac{\pi}{4} D^2$
- $P = \pi D$
- $R = \frac{A}{P} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2}{\pi D} = \frac{D}{4}$

Setter dette inn i Manning's formel:

$$Q = \frac{1}{n} \times \frac{\pi}{4} D^2 \times \left(\frac{D}{4} \right)^{2/3} \times S^{1/2}$$

Kapasiteten for parallelle rør (ett betongrør og ett plastrør) for ulike diametere er vist i Tabell 3-5.

Tabell 3-5: Beregning av kapasitet for ulike rørdiametre.

Diameter (mm)	Betongrør Q (m3/s)	Plastrør Q (m3/s)	Total kapasitet (m3/s)	Kommentar
400	0,138	0,200	0,338	Lav kapasitet
500	0,248	0,358	0,606	Moderat kapasitet
600	0,396	0,572	0,968	Høy kapasitet
700	0,580	0,838	1,418	Meget høy kapasitet
400	0,138	0,200	0,338	Lav kapasitet

Konklusjon:

600 mm betongrør + 600 mm plastrør → Total kapasitet = 0,97 m³/s (over kravet 0,85 m³/s).

Side 22.
Sjekk arealet. Det er ikke 8,8 hektar.
Arealer er større. Figur 3-1.

Hva tenker eieren av rørene (Fylkeskommune) om disse beregningene?

4. BRUDDET

4.1. Uttaksnivå over grunnvannsstand

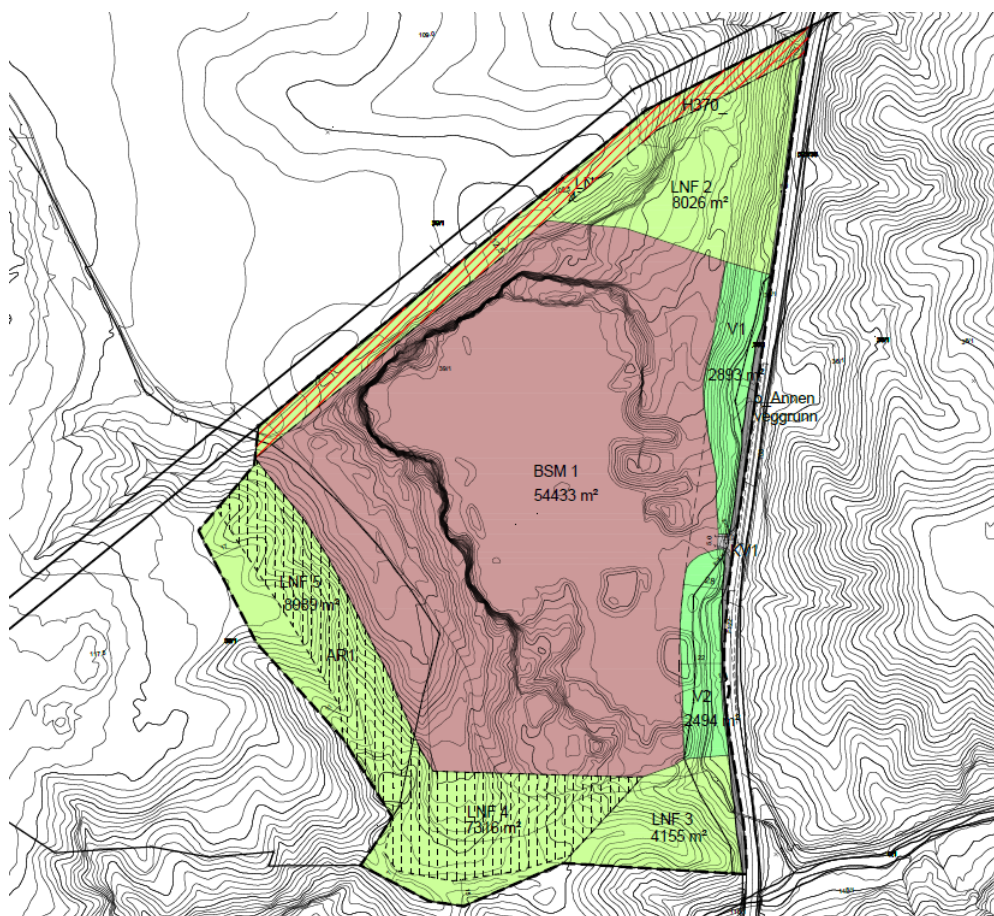
Nedbør fra mindre regn (trinn 1) vil i all hovedsak infiltrere gjennom løsmasser og bergsprekker eller ledes gjennom vollen langs bekken.

Nedbør fra større regn (trinn 2) vil også i hovedsak infiltrere, men det kan bli midlertidige vannansamlinger på bruddets overflate når nedbørsmengden overstiger grunnens infiltrasjonskapasitet. Vannet vil da samle seg i lavpunkter og sakte infiltrere. Den direkte avrenningen vil håndteres i fordrøyningsvolum i overvannsbasseng.

4.2. Uttaksnivå ved eller under grunnvannsstand

Fremtidig situasjon vil primært påvirke håndteringen av overvann i selve bruddet. Grunnvannssenkningen forventes å forbli begrenset til bruddområdet, med minimal påvirkning på omgivelsene. Selv om utgraving ned til kote +62 vil skje under deler av grunnvannsnivået, vil eventuelt innsig av vann gjennom bergsprekker hovedsakelig påvirke bruddets umiddelbare nærhet. Rudbekken kan oppleve begrensede, midlertidige effekter under aktiv drift, men pumpetilbakeførsel til sedimenteringsdammer vil sikre at nettoeffekten på bekkevannføringen blir liten.

Det er planlagt å etablere grunnvannsbrønner for å overvåke eventuelle endringer i randsonen, selv om større påvirkninger på omkringliggende grunnvann ikke forventes. Under drift vil det oppstå en lokal senkningssjakt som hovedsakelig begrenser seg til bruddets nærområde. Etter avsluttet drift vil grunnvannsspeilet gradvis stabilisere seg på det nye nivået.

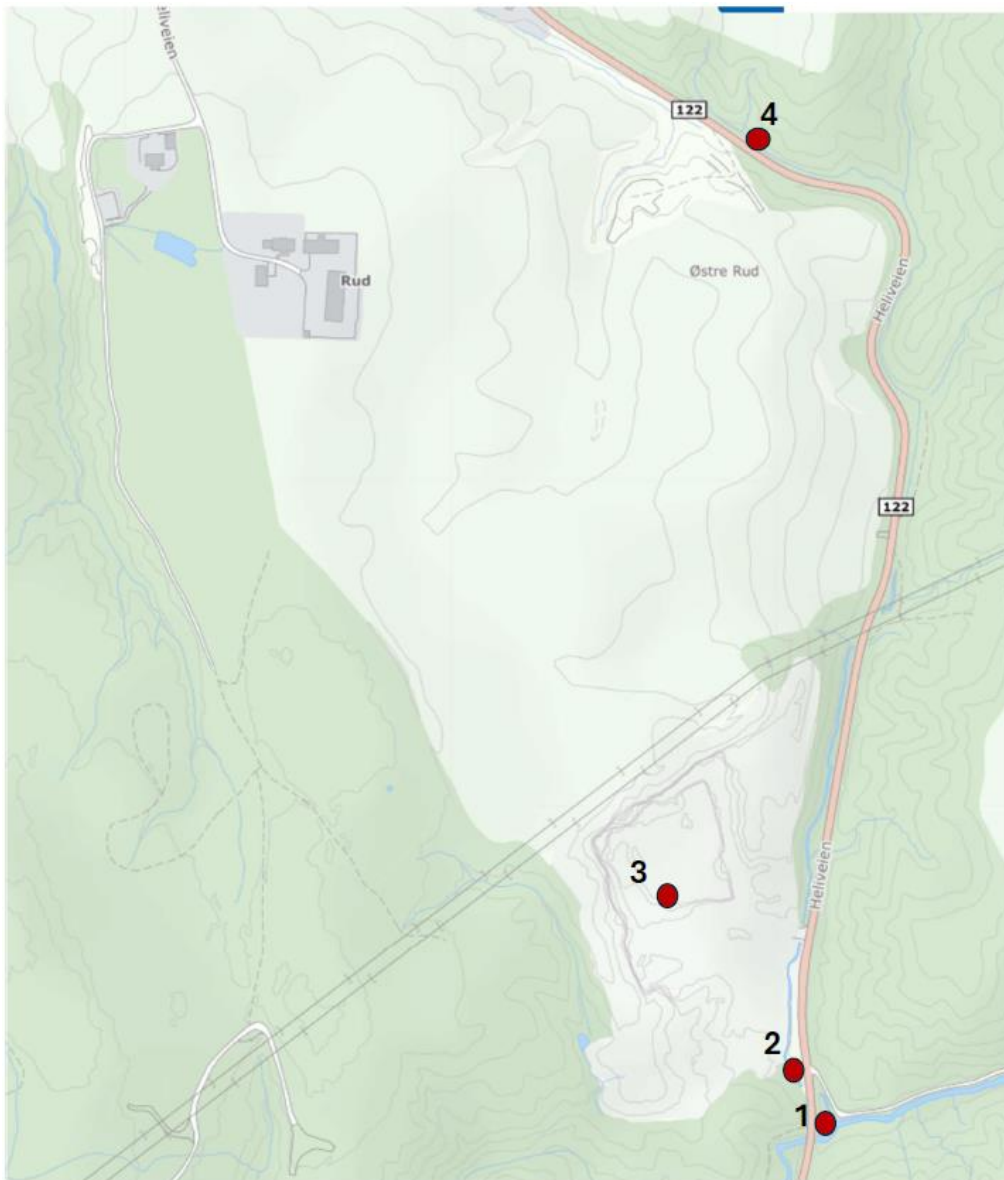


Figur 4-1: Fremtidig steinbrudd på Skåruddalen pukkverk.

5. VANNKVALITETEN

Avrenning fra masseuttaket kan føre til vannkvalitetsendringer. I det følgende er det gjort rede for hvilke konsekvenser tiltaket kan ha for vannkvalitet i Rudbekken/veigrøft, forslag til avbøtende tiltak samt en vurdering av hvilke parametere som bør inngå i overvåkingen av utslipp til bekken.

Vannanalyser er utført av Eurofins mars 2025 (Se Vedlegg 2). Vannprøver ble tatt sør for pukkverket der bekkene møtes (Prøve 1), i sørenden ved fangdammen (Prøve 2), inne i pukkverket (Prøve 3) og helt nord ved tippen til Jon Erling Grav (Prøve 4). Analysene angir innhold av fosfor, nitrogen, suspendert stoff og total organisk karbon, som er de parameterne de sjekker når det gjelder bekker og vassdrag. Figur 5-1 viser hvor vannprøvene er tatt.



Figur 5-1: Kart som viser vannprøvene målepunkt.

5.1. Norske anbefalte grenseverdier

Analyse av vannkvalitet i bekker og overflatevann følger krav og anbefalinger fra:

- Vannforskriften (FOR-2006-12-15-1446) - norsk gjennomføring av EUs vanndirektiv
- Miljødirektoratets veiledere (bl.a. M-608/2015 og M-409/2013)
- NVE-retningslinjer for overvåking og vurdering av påvirkning i vassdrag

Tabell 5-1 viser typiske miljøkvalitetskrav for bekkevann i henhold til norske standarder.

Tabell 5-1: Miljøkvalitetskrav for bekkevann i henhold til norske standarder.

Parameter	God kvalitet	Moderat kvalitet	Dårlig kvalitet	Hva det sier om vannkvaliteten
Turbiditet (FNU)	< 5	5 -20	> 20	Uklarhet - påvirkes av partikler og avrenning
Suspendert stoff (mg/l)	< 5	5 - 25	> 25	Mengde partikler f.eks. jord, sand, slam
Total Fosfor (mg/l)	< 0,02	0,02 – 0,05	> 0,05	Indikator på næringsstoffer-eutrofiering
Total Nitrogen (mg/l)	< 0,5	0,5 – 2	> 2	Næringsstoff - overgjødning
TOC (mg/l)	< 5	5 -10	> 20	Mål på organisk belastning

5.2. Analyse av vannkvalitet

Analysene målte fosfor, nitrogen, suspendert stoff (TSS) og totalt organisk karbon (TOC) som er viktige parametere for å vurdere vannkvalitet i bekker. Hovedparametere fra analyserapporten er vist i Tabell 5-2.

Tabell 5-2: Oppsummering av prøveresultater (2025).

Parameter	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3 Inne i pukkverksområdet	Prøve 4	Pukkverk
Turbiditet (FNU)	24	28	0,94	34	0,94
Suspendert stoff (mg/l)	17	22	< 2	18	< 2
Total Fosfor (mg/l)	0,058	0,081	0,0059	0,26	0,034
Total Nitrogen (mg/l)	1,5	3,9	1,8	6,4	1,7
TOC (mg/l)	7,6	5,8	2,4	12	2,3

- Prøve 1 viser:
 - Dårlig kvalitet for turbiditet og fosfor
 - Moderat for suspendert stoff, nitrogen og TOC

Tydelig påvirkning av partikler og næringsstoffer, sannsynligvis fra erosjon eller menneskelig aktivitet.

- Prøve 2 viser:
 - Dårlig kvalitet for turbiditet, fosfor og nitrogen
 - Moderat for suspendert stoff og TOC

Alvorlig belastning med næringsstoffer, spesielt nitrogen, som kan tyde på lokal forurensningskilde.

- Inne i pukkverket/Prøve 3 viser:
 - God kvalitet for turbiditet, suspendert stoff, fosfor og TOC
 - Moderat for nitrogen

Nær naturlig tilstand og lavere nivåer av nitrogen **som bekrefter at det ikke har vært sprengningsaktivitet i området på lenge**, men nitrogen bør fortsatt overvåkes.

- Prøve 4 (tippområde) viser:
 - Dårlig kvalitet for turbiditet, fosfor, nitrogen og TOC
 - Moderat for suspendert stoff

Har klar forverring (spesielt fosfor og nitrogen), sannsynligvis fra jordbruk eller avrenning fra tippet og det depotet som har beliggenhet i nærheten av dette punkt og er ikke relatert til masseuttaket da det ligger oppstrøms i lokal bekk.

5.2.1. Konklusjoner og tiltak

- Bruddets påvirkning er under kontroll:
 - Fangdammen (Prøve2) viser ingen alvorlig forurensning fra pukkverket
 - Overvannshåndteringen (sedimentering, pumpet tilbakeførsel) virker effektivt.
- Eksterne kilder (tipp/jordbruk) dominerer i nord:
 - Prøve 4 (tippområde) har dårligere vannkvalitet - bør undersøkes nærmere for å identifisere kilder og iverksette tiltak.

De nye tiltakene (bassenger) er ikke implementert. Hvordan det kan konkluderes med om effekten på vannkvaliteten.
Det er ikke mulig å få måleresultater uten å ha installert de nye prosjekterte tiltakene.
Det som måles i dag er den nåværende situasjonen, ikke fremtiden.

I dag er SS høyest i prøve 2. Forklare.

Denne analysen viser at mens bruddvirksomheten har liten påvirkning, er det behov for målrettede tiltak mot forurensningskilder i nordområdene, spesielt med hensyn til nitrogenbelastning.

5.3. Vurdering av påvirkninger fra bruddet

Gjennom etablering av overvannsbassenger, fangdammer og sedimenteringsanlegg internt i virksomhetsområdet, samt tilbakeføring og revegetering av skrånende landskap, har vi oppnådd full kontroll med overflatevannet. Dette sikrer at all avrenning til Rudbekken skjer kontrollert gjennom renseanlegg med minimalt innhold av finstoff og næringsstoffer, hvor vannkvaliteten konsekvent holder seg innenfor anbefalte grenser. Selv ved ekstreme nedbørhendelser er nå avrenning fra bruddområdet svært begrenset, og våre beregninger viser at Rudbekkens bidrag til Skorrebergbekkens totale næringsstoffbelastning er ubetydelig sammenlignet med de høye nivåene som primært skyldes avrenning fra intensivt jordbrukslandskap i vassdraget. Skorrebergbekken (klassifisert som kulturlandskapsbekk B) har vesentlig høyere konsentrasjoner av nitrogen og fosfor enn Rudbekken, noe som underbygger at virksomhetens påvirkning på nedstrøms vannkvalitet er neglisjerbar.

Det er ikke klart hvordan effektiviteten av vannkvaliteten kan vurderes dersom de planlagte tiltakene for håndtering av overvann ennå ikke er på plass.

Har dere brukt datamodeller for å simulere fremtidige variasjoner av suspenderte stoffer? Bassengene vist i figur 2-3 er ikke bygget ennå..

Det er ikke klart hvordan effektiviteten av vannkvaliteten kan vurderes dersom de planlagte tiltakene for håndtering av overvann ennå ikke er på plass.

Har dere brukt datamodeller for å simulere fremtidige variasjoner av suspenderte stoffer? Bassengene vist i figur 2-3 er ikke bygget ennå..

UTREDNING GRUNNVANN, SPYDEBERG PUKKVERK
RAPPORT

Bruker dere modeller for å analysere spredning av forurensning?

5.4. Sammenligning med reguleringer

- **NVE** anbefaler vanligvis (midlertidige grenseverdier):
 - TSS (Total Suspendert stoff) < 25 mg/l for midlertidige utslipp.
 - Total fosfor < 0,02 mg/l i sensitive vann.
- **Vannforskriften** krever at utslipp ikke skal forårsake "betydelig ugunstig effekt".

Anleggelse av overvannsbasseng internt i virksomhetsområdet og fangdammer i randsonen har bidratt til en betydelig reduksjon i avrenning fra masseuttaket.

Ved normal drift vil det meste av overflatevannet samles i våre sedimenteringsbassenger før kontrollert utslipp til bekken. Våre tiltak fjerner en betydelig del av partiklene, men prøveresultatene viser at en mindre andel finstoff likevel når bekken.

Tilbakeførte skrånende landskap i nordøst er tilsådd og har fått naturlig foryngelse av vegetasjon. Dette bidrar til ytterligere reduksjon av avrenning. Ved videre drift vil alle forsenkninger i dagbruddet fungere som sediment fangstanlegg, med pumpesystemer som sikrer ytterligere renseeffekt før eventuelt utslipp.

Våre analyser viser at:

1. Virksomhetens direkte bidrag til næringsstoffer i bekken er under NVE's grenser
2. Jordbruksarealer i området kan bidra med tilleggsbelastning
3. Turbiditet (24-28 FNU) indikerer at sediment fangsten kan forbedres

Dette er i dag.
Når bassengene er bygget, må det tas prøver for å evaluere hvor effektive de er på vannkvaliteten.

Gjelder dette nåværende tiltak (i dag, uten prosjekt) eller planlagte tiltak?
Forklar.

6. GRUNNVANN

6.1. Grunnvann vurdering av konsekvenser knyttet til bruddsenkningen

Grunnvannstand i det umiddelbare området omkring bruddsjakten vil senkes tilsvarende dybde-uttakets kotehøyde pr. i dag ned til 62 moh.

Nå som det ikke er aktiv drift i bruddområdet og vannet ikke fjernes ved utpumping, observerer man at utsjaktingsområdet sakte men sikkert fylles opp til det tilsig av overvann fra høyereliggende terreng, samt innsig av grunnvann i eventuelle sprekker i fjellet i dybdeuttaket.

Den lokale senkningen av grunnvannet inntreffer når vannet som i dag står i dybdeuttaket fjernes. Derfor vil det under aktiv drift forplante en grunnvannsenkningsjakt ut til siden fra bruddsjaktens uttaksvolum som en såkalt senkningsjakt. Senkningssjakt vil være analog med pumpende brønn.

Omfanget av senkningssjakten blir en funksjon av utstrekning og dybde av bruddsjakten. Jo større og dypere desto større og dypere blir senkningssjakten.

Den lavere bruddgrensen vil kun påvirke grunnvannstrømningen lokalt. Pr. i dag er det ikke registrert endring i tilliggende områder eller Rudbekken som renner forbi bruddet i øst.

Bruddområdet i dag har samlet på sigevann som er oppsamlet i utsjaktingsområdet. Det har ikke økt sitt nivå utover bruddkanten. Se bildet nedenfor som viser vannstand pr. april 2024.



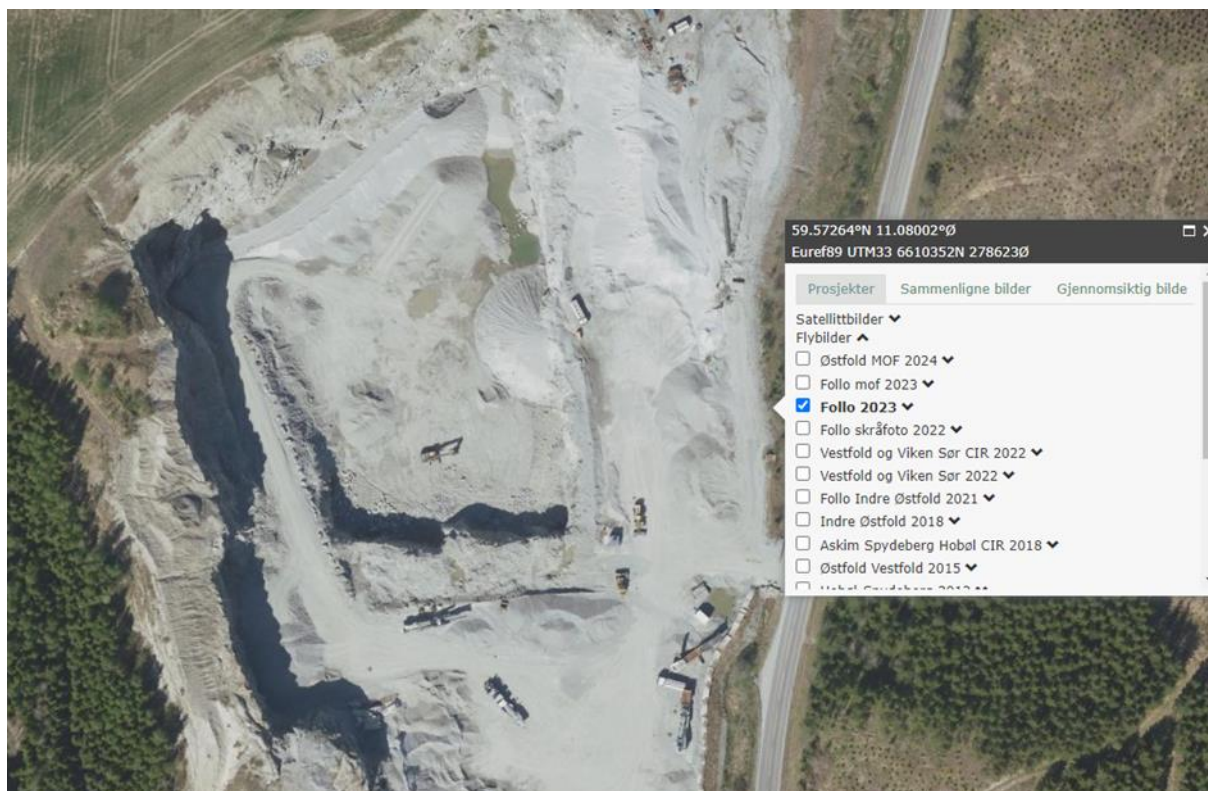
Figur 6-1: Foto av bruddområdet og vannspeilet i april 2024.

Det legges til grunn, som følge av fotodokumentasjonen over, at vannspeilet som er etablert i utsjaktingsområdet tilsvarer grunnvannstand lokalt. Det er ikke målt vannstand i bruddområdet, men dette vil kontrolleres mot grunnvannsbrønner når disse er etablert og kan overvåkes.

Figur 6-2 fra norgebilder.no viser at det i 2023 ikke var synlig vann i uttaksområdet ned til 62 moh. Dette indikerer at:

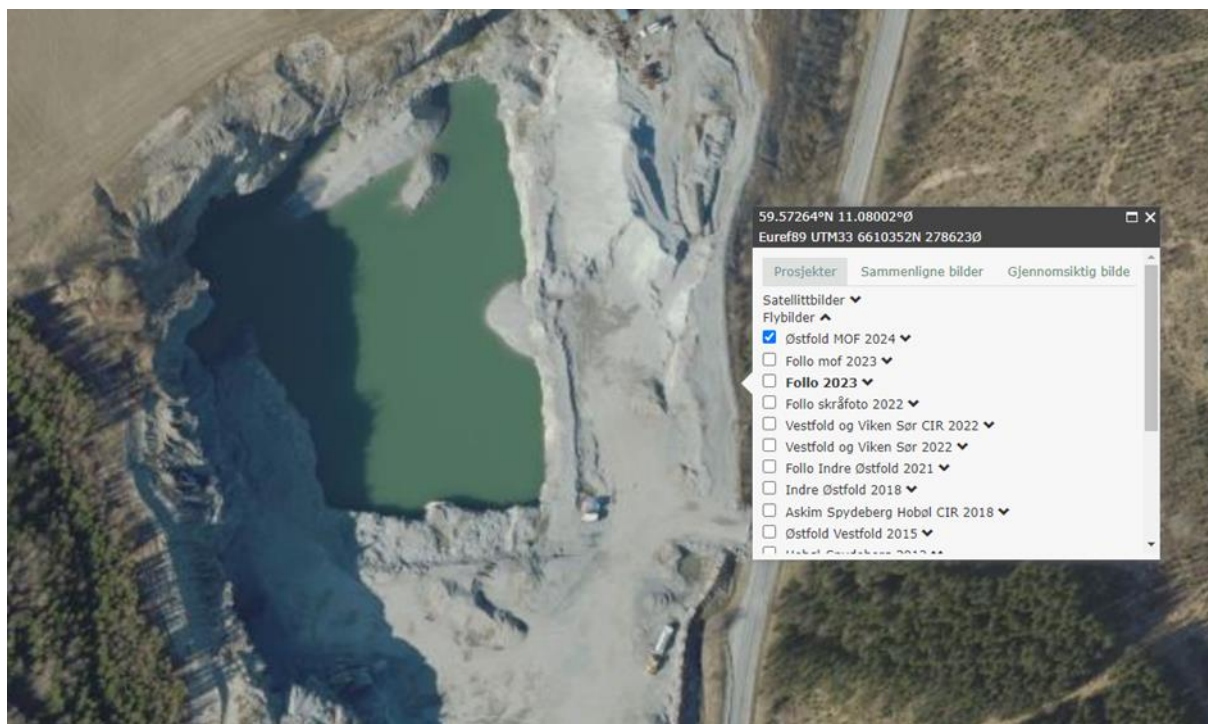
- Grunnvannsnivået på dette tidspunktet lå under 62 moh
- Det ikke forekom overflatevann i bruddsonen
- Eventuell vannføring i området var minimal eller fraværende

Billedokumentasjonen bekrefter at uttaksområdet var tørt ved denne kotehøyden i 2023.



Figur 6-2: norgebilder.no (2023).

I 2024 er situasjonen annerledes der utsjaktingsområdet er tilført overflatevann og grunnvannstilsig. Se figuren 6-3 nedenfor.



Figur 6-3: norgebilder.no (2024).

Dersom vannet i utsjaktingsområdet fjernes vil det kunne innvirke på vannføring i bekk som grenser inntil bruddområdet i østlig retning, dersom det blir sprekker i bergarten som gir drenasjemuligheter fra bekk mot uttaksområdet.

I prinsippet vil dette representere en liten «brems» av vannet som renner i bekken og en «omvei» for det vannet som eventuelt tilføres senkningsjakten. Det samme vannet vil pumpes ut til sedimenterings-dammer og deretter infiltreres tilbake i bekken noen meter lenger ned. For å overvåke dette fremgår det plan for avbøtende tiltak lenger ned i rapporten.

Det er lagt til grunn at vannstand i bekken skal overvåkes midlertidig mht. nivå i alle årstider for å fange opp eventuelle endringer under drift når dybdeuttaket gjør seg gjeldende i bruddområdet.

Ifølge NGUs grunnvannsbrønner ligger nærmeste registrerte brønn ca. 660 meter sørøst for utsjaktingsområdet se figuren over.

Brønnen ble etablert i 1959 i tilknytning til eiendom 183/3. Iht. oppgitte brønnparametere er total dybde på brønnen 80 meter, hvor dybde til fjell kun 2,0 m. Det er foretatt loddrett boring, og vannføringen er på ca. 1000 l/time.

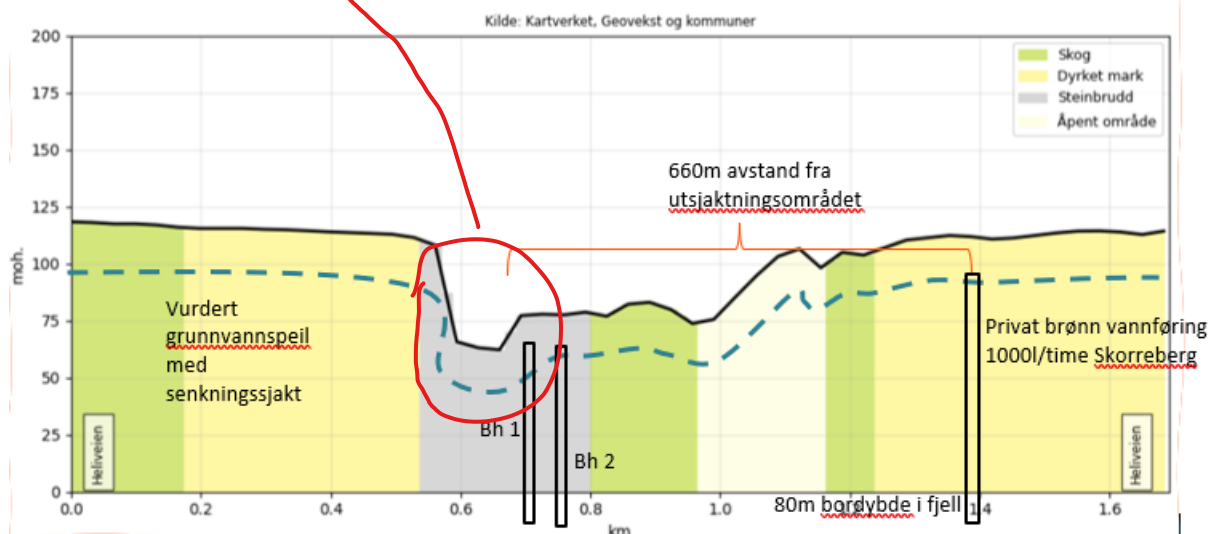
Iht. kommunalt situasjonskart ligger brønnen på et lokalt høydedrag (111,0 m.o.h), som har tilnærmet samme terrengnivå som toppen av dagens bruddkant mot nord (110,0 m.o.h). Brønnnyden tilsier at det er boret ca. 25 meter dypere enn vannstands nivået ved Glomma (55 m.o.h).

Jfr. visualiseringen av tverrsnitt av terrenget i figur 2-3 nedenfor vil drikkevannsbrønnen 660m i østlig retning ikke kunne bli påvirket av den lokale senkningssjakten da den ikke brer seg langt ut.



Figur 6-4: Nærmeste grunnvannsbrønn ca. 660m fra utsjaktingsområdet.

Det ser ut til å være en feil her: vannet sees på høyde 62 moh.
Avklar.

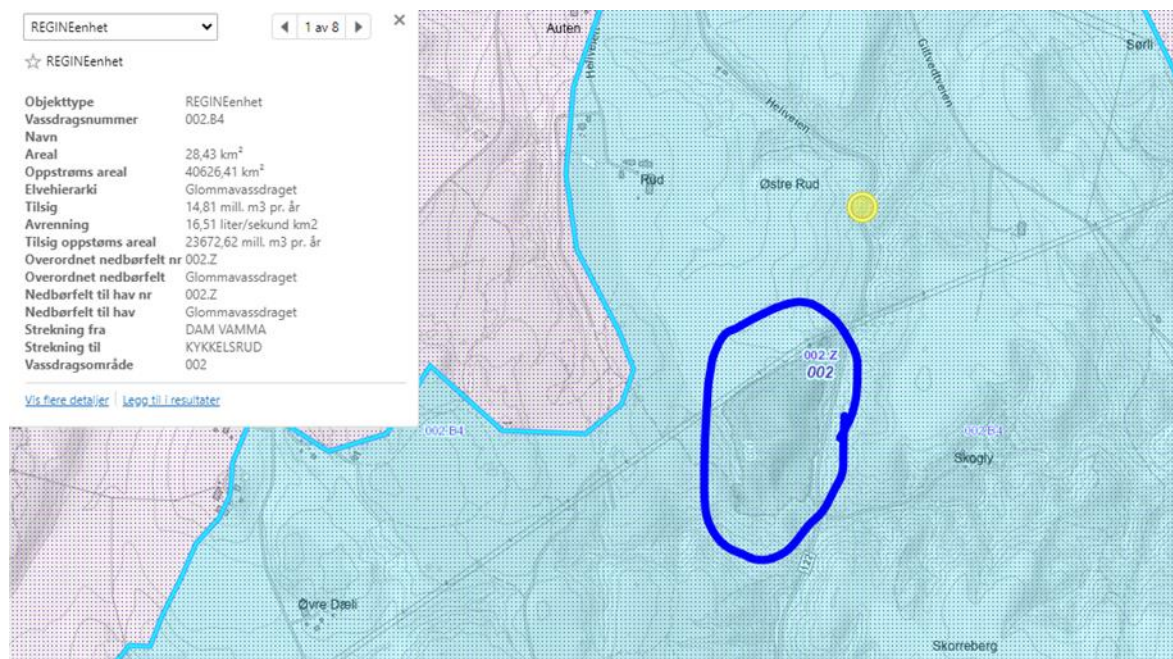


Figur 6-5: Tverrsnitt gjennom Spydeberg pukkverk som viser vannforekomster og strømningsmønstre.

6.2. Konklusjoner og forslag til avbøtende tiltak

Senkningen av bruddet til +62 som er hhv. 15m under dagens nivå ved innkjøring/driftsområde, representerer en begrenset reduksjon av grunnvannsnivået grunnet at utsjaktingsområdet i dag er av begrenset størrelse i utstrekning (ca.100m X ca. 80m). Utvidelsen av bunn i uttaksområdet, som omtrentlig dreier seg om ca. 40-44 dekar vil utvide senkningsjakten. Dette vil overvåkes med grunnvannsbrønner som foreslås etablert i bruddområdet nå som senkningsjakten er av begrenset størrelse, og utenfor dybdeuttaket når dybdeuttaket utvides i areal slik plankartet viser.

Nedbørsområdet har vassdragsnummer 002:B4 og er bestående av et areal på 28,43 km² og er tilknyttet Glommavassdraget. Det er jfr. NVE et tilsig av vann på 14,81mill. m³ pr. år. Figuren nedenfor viser NVE-atlas og nedbørsområdet hvor pukkverksområdet har beliggenhet. Pukkverksområdet 54,4 dekar inkl. dybdeuttak utgjør 1,9% av det totale nedbørsfeltet og er vurdert å ha liten innvirkning på grunnvannet i området. Grunnvannsovervåking vil gi mer presise svar på dette.



Figur 6-6: NVE-atlas nedbørsområder ved Spydeberg pukkverk.

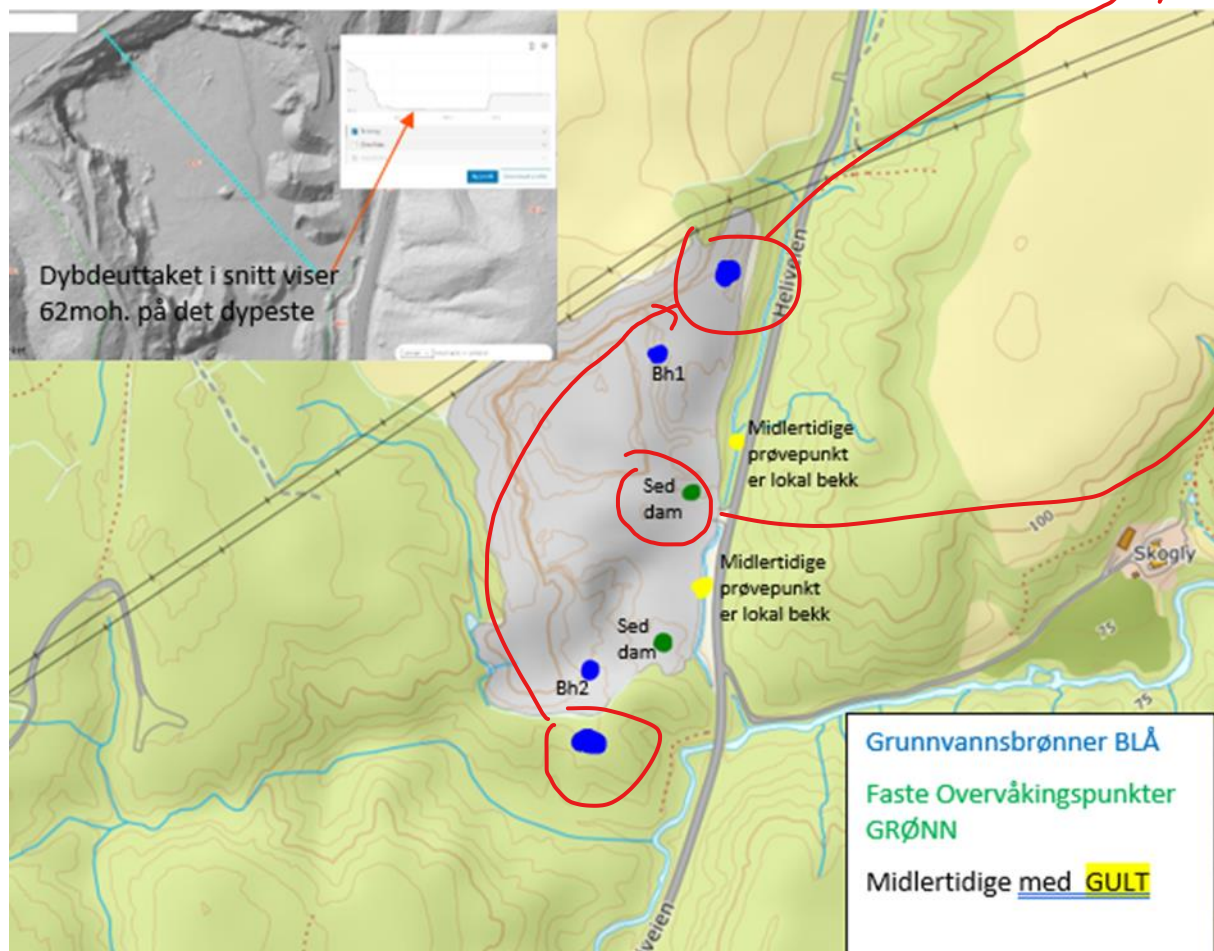
Omfanget av dybdeuttakets lokale effekt av grunnvannssenkning er avhengig av dybdeuttaket ned til 62 moh. samt størrelse på bruddsjaktområdet i bunnen av uttaksområdet (anslagsvis 45 dekar), samt hva slags hydrauliske drenerende forbindelser sjakten har med grunnvannsførende sprekker som råder i området, samt det som evt. dannes av sprekker ved utsjaktningen.

Det er vanskelig å forespeile med tilfredsstillende nøyaktighet hvordan effekter fra bruddsenkningen vil forplante seg ut fra bruddområdet, annet at det vil ha lokal innvirkning.

Som avbøtende tiltak for å overvåke utviklingen i grunnvannet anbefales det å etablere

- 2 stk. grunnvannsbrønner på området omtrentlig plassert i området vist i figuren nedenfor med blå farge benevnt med Bh1 og Bh2.
- Etablering av 2 stk. poretrykksmålere som midlertidige prøvepunkt i bekk oppstrøm og nedstrøms for innkjøringen til pukkverksområdet, markert med gul farge i figuren nedenfor
- Eksisterende og ny sedimenteringsdam i bruddområdet, markert med grønn farge i figuren
- Når uttaksområdet utvides til å omfatte det meste av regulert areal og dette faktisk er tatt ut, bør nye grunnvannsbrønner etableres der **Bh3 og Bh4** er angitt i figuren nedenfor for å overvåke effekten av grunnvannet inntil deponeringen av rene masser har blitt tilført området i forbindelse med avslutning av uttaket.

hva er 3 og 4?



Figur 6-7: Detalj kart, bruddet, og prøvetakingspunkter for overflate og grunnvann.

GRUNNVANNSDATABASEN

Fjellbrønn nr. 1773

NB: Informasjon om nøyaktighet og tolkning av dataene

LOKALISERING

Fylke	:Viken
Kommune	:Indre Østfold (3014)
Kartblad (1:50 000)	:Ski (1914-3)
UTM sone	:32 V
ØV-koordinater	:617869
NS-koordinater	:6605193
Stedfestningsmetode	:Digitalisert på skjerm fra andre digitale rasterdata
Stedfestingsnøyaktighet	:Ukjent

BRØNNPARAMETERE

Totalt dyp av brønn	:80.00 m
Dyp til fjell	:2.00 m
Vannføring (før trykking / sprengning)	:1000.00 l/time
Vannstand (etter boring målt fra overflaten)	:
Boredato	:01.01.1959
Brukstype	:Vannforsyning
Bruk	:Ukjent
Borediameter	:
Forings- / brønnrørmaterialer	:Rustfritt stål
Forings- / brønnrørlengde	:
Boring	:Loddrett

ANNEN INFORMASJON

Borefirma	:Ukjent
Konsulentfirma	:
Egen brønn-ID	:

KOMMENTAR

Data fra arkiv bore 1773 - g360 - 281 periode: pc vannstand målt etter prøvepumping: 9.
Antatt bergart (angitt av brønnbore): Gneis.

BRØNNLAG (FJELLBRØNN)

Borelogg ikke levert

SPRENGNING / TRYKKING

Ingen

AVBØTENDE TILTAK

1. Grunnvann, logges mht. nivå og data hentes inn manuelt 4 ganger pr. år. og vannstand registreres. I den forbindelse er det inngått avtale ved bruk av miljørådgiver Kjell Arne Skagemo (Cand Agri fra Ås) ansatt i Geoteknikk as som miljøoppfølging av grunnvannstand og vannkvalitet.
2. Behov for prøvetaking og analyse for total-N (Nitrogeninnhold i vannet) vurderes løpende, avtale med Eurofins eller lignende for å dokumentere analyseresultater.
3. Behov for å eventuelle endringer i programmets omfang inkl. prøvetakingssteder vurderes periodisk.

VEDLEGG

Vedlegg 1: Dimensjonerende volumavrenning for fordrøyning opprinnelig- og dagens tilstand

Vedlegg 2: Vannanalyser er utført av Eurofins (2023)

Vedlegg 3: NEVINA lavvannskart

VEDLEGG 1: Dimensjonerende volumavrenning for fordrøyning opprinnelig- og dagens tilstand

MAGASIN - Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum - Opprinnelig tilstand			
Prosjekt:	Spydeberg Pukkverk		
Dato:	01-04-25		
INPUT			
Funksjonskrav:			
Fylke:	Akershus	(Fylke for uthenting av data)	
Stasjon:	Ås - RUSTADSKOGEN	- (Stasjon for uthenting av data)	
K_f :	1.50	- (Klimafaktor)	
GI :	50	år (Dim. gjentakintervall)	
$Q_{maks, ut}$:	533.5	l/s (Maksimalt videreført)	
$Q_{midlere}/Q_{maks, ut}$:	0.70	- (Forhold for midlere utløp)	
Felt:			
A :	88,592	m^2	(Størrelse nedbørfelt)
φ :	0.20	-	(Midlere avrenningskoeffisient)
t_k :	10	min	(Konsentrasjonstid)
RESULTATER			
Dimensjonerende verdier:			
V :	599	m^3	(Nødvendig fordrøyningsvolum)
$A \cdot \varphi$:	17,718	m^2	(Redusert nedbørfelt)
$Q_{midlere}$:	93.0	l/s	(Midlere utløp)
P :	62	mm	(Dimensjonerende nedbørmengde)
I :	115.1	l/(s·ha)	(Dimensjonerende nedbørintensitet)
t_r :	90	min	(Dimensjonerende regnvarighet)
Q :	800	l/s	(Dimensjonerende tilrenning)
Hydrologisk stasjon:			
Fylke:	Akershus	(Fylke)	
Kommune:	Ås	(Kommune)	
Stasjon:	Ås - RUSTADSKOGEN	- (Stasjonsnavn)	
Stasjonsnr:	17870	(Stasjonsnummer)	
Høyde:	120	m.o.h. (Høyde over havet)	
Breddegrad:	59.6703	(Breddegrad)	
Lengdegrad:	10.8107	(Lengdegrad)	
Periode:	1974 - 2014	(Måleperiode)	
Lengde:	38	(Antall sesonger)	
Referanser:		Forutsetninger:	
Lindholm, O., Endresen, S., Smith, B.T., Thorolfsson, S. (2012) Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem. Norsk Vann rapport 193 2012. eklima.no		- Konstant nedbørintensitet - Konstant utløp fra magasin - Regnenvolpmetode for bestemmelse av volum	

$$V = [A \cdot \varphi \cdot I \cdot K_f - Q_{mid.}] \cdot t_r$$

t_r [min]	I [l/(s·ha)]	$I \cdot K_f$ [m/s]	V [m³]
10	301.1	4.5E-05	424
15	231.5	3.5E-05	470
20	191.8	2.9E-05	500
30	146.3	2.2E-05	532
45	110.4	1.7E-05	541
90	76.7	1.2E-05	599
120	61.5	9.2E-06	507
180	45.9	6.9E-06	313
360	28.0	4.2E-06	0
720	17.2	2.6E-06	0
1440	10.2	1.5E-06	0

MAGASIN - Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum - Dagens steinbrudd

Prosjekt: Spydeberg Pukkverk
Dato: 01-04-25

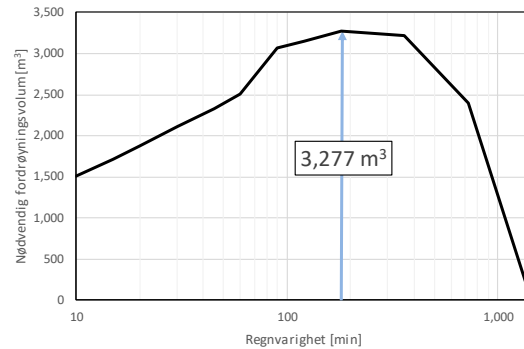
INPUT

Funksjonskrav:

Fylke:	Akershus	(Fylke for uthenting av data)
Stasjon:	ÅS - RUSTADSKOGEN	- (Stasjon for uthenting av data)
K_f :	1.50	- (Klimafaktor)
G_l :	50	år (Dim. gjentakintervall)
$Q_{maks, ut}$:	2,593.0	l/s (Maksimalt videreført)
$Q_{midlere}/Q_{maks, ut}$:	0.70	- (Forhold for midlere utløp)

Felt:

A =	88,592	m ² (Størrelse nedbørfelt)
φ =	0.65	- (Midlere avrenningskoeffisient)
t_k =	10	min (Konsentrasjonstid)



$$V = [A \cdot \varphi \cdot I \cdot K_f - Q_{mid.}] \cdot t_r$$

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

V =	3,277	m ³ (Nødvendig fordrøyningsvolum)
$A \cdot \varphi$ =	57,585	m ² (Redusert nedbørfelt)
$Q_{midlere}$ =	93.0	l/s (Midlere utløp)
P =	74	mm (Dimensjonerende nedbørmengde)
I =	68.9	l/(s·ha) (Dimensjonerende nedbørintensitet)
t_r =	180	min (Dimensjonerende regnvarighet)
Q =	2,601	l/s (Dimensjonerende tilrenning)

t_r [min]	I [l/(s·ha)]	I·K _f [m/s]	V [m ³]
10	301.1	4.5E-05	1505
15	231.5	3.5E-05	1716
20	191.8	2.9E-05	1876
30	146.3	2.2E-05	2107
45	110.4	1.7E-05	2324
60	91.4	1.4E-05	2507
90	76.7	1.2E-05	3075
120	61.5	9.2E-06	3155
180	45.9	6.9E-06	3277
360	28.0	4.2E-06	3215
720	17.2	2.6E-06	2401
1440	10.2	1.5E-06	0

Hydrologisk stasjon:

Fylke:	Akershus	(Fylke)
Kommune:	Ås	(Kommune)
Stasjon:	ÅS - RUSTADSKOGEN	- (Stasjonsnavn)
Stasjonsnr:	17870	(Stasjonsnummer)
Høyde:	120	m.o.h. (Høyde over havet)
Breddegrad:	59.6703	(Breddegrad)
Lengdegrad:	10.8107	(Lengdegrad)
Periode:	1974 - 2014	(Måleperiode)
Lengde:	38	(Antall sesonger)

Referanser:

Lindholm, O., Endresen, S., Smith, B.T., Thorolfsson, S. (2012)
Veiledning i dimensjonering og utforming av VA-transportsystem.
Norsk Vann rapport 193 | 2012.
eklima.no

Forutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet
- Konstant utløp fra magasin
- Regnvelopmetode for bestemmelse av volum

Vedlegg 2: Vannanalyser er utført av Eurofins



Sørli Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Sørli

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@etn.eurofins.com

AR-25-MM-028158-01

EUNOMO-00455317

Prøvemottak: 17.03.2025
Temperatur:
Analyseperiode: 17.03.2025 15:08 -
24.03.2025 14:25

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-03170227	Prøvetakingsdato:	17.03.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	1.X Påbekker	Analysestartdato:	17.03.2025		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Turbiditet	24	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027-1
Suspendert stoff	17	mg/l	2	20%	Intern metode
Total Fosfor (Inline)	0.058	mg/l	0.005	20%	NS-EN ISO 15681-2
Total Nitrogen (Inline)	1.5	mg/l	0.02	20%	NS-EN ISO 11905-1
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	7.6	mg/l	0.3	20%	NS-EN 1484

Moss 24.03.2025

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kundeveileder (ASM)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense LOD: Deteksjonsgrense MU: Måleusikkerhet <: Mindre enn >: Større enn
nd: Not detected/ ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr «ikke påvist». Resultat «Påvist» betyr større enn LOQ/ LOD

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Beslutningsregel for vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området, er basert på enkle akseptkriterier «delt risiko» (w=0, <50% Probability of False Accept). Det henvises til www.eurofins.no for nærmere beskrivelse.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Eurofins er ikke ansvarlig for informasjon oppgitt fra kunde, eller i de tilfeller hvor oppgitt informasjon kan påvirke gyldigheten til analyseresultatene.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AG-001 v 199



Sørle Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Sørle

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@etn.eurofins.com

AR-25-MM-028157-01

EUNOMO-00455317

Prøvemottak: 17.03.2025
Temperatur:
Analyseperiode: 17.03.2025 15:08 -
24.03.2025 14:25

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-03170228	Prøvetakingsdato:	17.03.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2.Sør for PV	Analysesstartdato:	17.03.2025		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Turbiditet	28	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027-1
Suspendert stoff	22	mg/l	2	20%	Intern metode
Total Fosfor (Inline)	0.081	mg/l	0.005	20%	NS-EN ISO 15681-2
Total Nitrogen (Inline)	3.9	mg/l	0.02	20%	NS-EN ISO 11905-1
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	5.8	mg/l	0.3	20%	NS-EN 1484

Moss 24.03.2025

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kundeverdier (ASM)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen. LOQ: Kvantifiseringsgrense. LOD: Deteksjonsgrense. MU: Måleusikkerhet. <: Mindre enn. >: Større enn.
nd: Not detected/ Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr «ikke påvist». Resultat «Påvist» betyr større enn LOQ/ LOD.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Beslutningsregel for vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området, er basert på enkle akseptærkriterier «delt risiko» (α=0, <50% Probability of False Accept). Det henvises til www.eurofins.no for nærmere beskrivelse.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Eurofins er ikke ansvarlig for informasjon oppgitt fra kunde, eller i de tilfeller hvor oppgitt informasjon kan påvirke gyldigheten til analyseresultatene.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AS-001 V 9/19

Side 1 av 1



Sørle Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Sørle

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@ethn.eurofins.com

AR-25-MM-038494-01

EUNOMO-00458957

Prøvemottak: 11.04.2025
Temperatur:
Analyseperiode: 11.04.2025 10:41 -
22.04.2025 14:04

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-04110119	Prøvetakingsdato:	11.04.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	PUKKVERK	Analysestartdato:	11.04.2025		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Turbiditet	0.94	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027-1
Suspendert stoff	< 2.0	mg/l	2		Intern metode
Total Fosfor (Inline)	0.034	mg/l	0.005	40%	NS-EN ISO 15681-2
Total Nitrogen (Inline)	1.7	mg/l	0.02	20%	NS-EN ISO 11905-1
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	2.3	mg/l	0.3	30%	NS-EN 1484

Moss 22.04.2025

Kundesenter - Eurofins Environment Testing Norway AS

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense LOD: Deteksjonsgrense MU: Måleusikkerhet <: Mindre enn >: Større enn
nd: Not detected/ ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr «ikke påvist». Resultat «Påvist» betyr større enn LOQ/ LOD

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Beslutningsregel for vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området, er basert på enkle akseptkriterier «delt risiko» (w=0, <50% Probability of False Accept). Det henvises til www.eurofins.no for nærmere beskrivelse.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Eurofins er ikke ansvarlig for informasjon oppgitt fra kunde, eller i de tilfeller hvor oppgitt informasjon kan påvirke gyldigheten til analyseresultatene.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AS-001 v 199



Sørle Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Sørle

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@etn.eurofins.com

AR-25-MM-038495-01

EUNOMO-00458957

Provmottak: 11.04.2025
Temperatur:
Analyseperiode: 11.04.2025 10:41 -
22.04.2025 14:04

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-04110120	Prøvetakingsdato:	11.04.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	3. INNI PV	Analysedato:	11.04.2025		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Turbiditet	0.98	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027-1
Suspendert stoff	< 2.0	mg/l	2		Intern metode
Total Fosfor (Inline)	0.0059	mg/l	0.005	40%	NS-EN ISO 15681-2
Total Nitrogen (Inline)	1.8	mg/l	0.02	20%	NS-EN ISO 11905-1
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	2.4	mg/l	0.3	30%	NS-EN 1484

Moss 22.04.2025

Kundesenter - Eurofins Environment Testing Norway AS

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense LOD: Deteksjonsgrense MU: Målesikkerhet <: Mindre enn >: Større enn
nd: Not detected/ Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr «ikke påvist». Resultat «Påvist» betyr større enn LOQ/ LOD

Målesikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Beslutningsregel for vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området, er basert på enkle akseptærkriterier «delt risiko» (α=0, <50% Probability of False Accept). Det henvises til www.eurofins.no for nærmere beskrivelse.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Eurofins er ikke ansvarlig for informasjon oppgitt fra kunde, eller i de tilfeller hvor oppgitt informasjon kan påvirke gyldigheten til analyseresultatene.
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR-001 v 199



Sørle Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Sørle

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@etn.eurofins.com

AR-25-MM-028156-01

EUNOMO-00455317

Prøvemottak: 17.03.2025
Temperatur:
Analyseperiode: 17.03.2025 15:08 -
24.03.2025 14:25

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-03170229	Prøvetakingsdato:	17.03.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvermerking:	4.Gravs Tipp	Analysedato:	17.03.2025		
	Fylling Nord				
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Turbiditet	34	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027-1
Suspendert stoff	18	mg/l	2	20%	Intern metode
Total Fosfor (Inline)	0.26	mg/l	0.005	20%	NS-EN ISO 15681-2
Total Nitrogen (Inline)	6.4	mg/l	0.02	20%	NS-EN ISO 11905-1
Total organisk karbon (TOC/NPOC)	12	mg/l	0.3	20%	NS-EN 1484

Moss 24.03.2025

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad
Kundeveileder (ASM)

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense LOD: Deteksjonsgrense MU: Måleusikkerhet <: Mindre enn >: Større enn
nd: Not detected/ Ikke påvist Bakteriologiske resultater angitt som <1, <50 e.l. betyr «ikke påvist». Resultat «Påvist» betyr større enn LOQ/ LOD

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Beslutningsregel for vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi-området, er basert på enkle akseptkriterier «delt risiko» (α=0, <50% Probability of False Accept). Det henvises til www.eurofins.no for nærmere beskrivelse.

For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

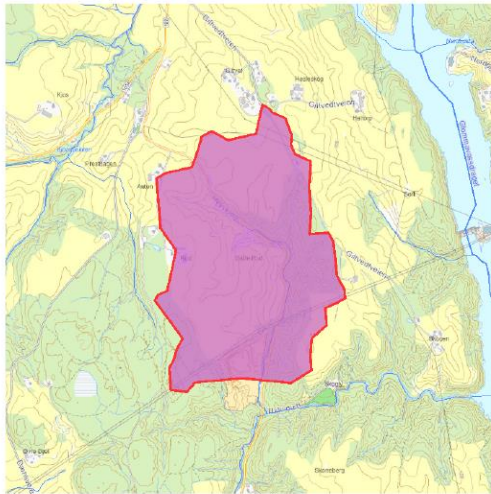
Eurofins er ikke ansvarlig for informasjon oppgitt fra kunde, eller i de tilfeller hvor oppgitt informasjon kan påvirke gyldigheten til analyseresultatene.

Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

Side 1 av 1

AR-001 v 199

Vedlegg 3: NEVINA lavvannskart



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kartbakgrunn: Statens Kartverk
Kartdatum: EUREF89 WGS84
Projeksjon: UTM 33N
Beregn.punkt: 278627 E
6610313 N

Nedbørfeltgrenser, feltparametere og lavvannsindekser er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

Formelverket er basert på data fra avrenningskart 1961-1990. Vi anbefaler derfor ikke å bruke data fra avrenningskart 1991-2020 ved beregning av lavvannsindekser. Nytt formelverk basert på 1991-2020-dataene er under utarbeiding.

Lavvannindekser

Vassdragsnr.: 002.B4
Kommune.: Indre Østfold
Fylke.: Østfold
Vassdrag.: Glommavassdraget

Feltparametere

Areal (A)	1.0	km²
Effektiv sjø (A_{SE})	0	%
Elvleengde (E_L)	1.1	km
Elvegradient (E_G)	15.6	m/km
Elvegradient ₁₀₈₅ ($E_{G,1085}$)	24.6	m/km
Helning	5.3	°
Dreneringstetthet (D_T)	1.1	km ⁻¹
Feltlengde (F_L)	1.4	km

Arealklasse

Bre (A_{BRE})	0	%
Myr (A_{MYR})	0	%
Leire (A_{LEIRE})	96.3	%
Skog (A_{SKOG})	30.3	%
Sjø ($A_{SJØ}$)	0	%
Snau fjell (A_{SF})	0	%

Hypsografisk kurve

Høyde _{MIN}	76	m
Høyde _{MAX}	123	m

Lavvannsindekser

Alminnelig lavvannføring	0.3	l/s*km²
5-persentil (år)	0.4	l/s*km²
5-persentil sommer (1/5-30/9)	0.1	l/s*km²
5-persentil vinter (1/10-30/4)	1.2	l/s*km²
Base flow	6.50	l/s*km²
Base flow index (BFI)	0.38	-

Klima- /hydrologiske parametere (1961-1990)

Klimaregion	Øst	-
Lavvannsperiode	Sommer	-
Årlig middelavrenning 61-90 (Q_N)	17.1	l/s*km²
Årsnedbør 61-90 (P_N)	541	mm
Sommernedbør	393	mm
Vinternedbør	455	mm
Årstemperatur	5.1	°C
Sommertemperatur	13	°C
Vintertemperatur	-0.5	°C
Temperatur juli	15.7	°C
Temperatur august	14.8	°C

Det er generelt stor usikkerhet i beregning av lavvannsindekser. Resultatene må verifiseres mot egne observasjoner eller sammenlignbare målestasjoner.

I nedbørfelt med høy breprosent eller stor innsjøprosent vil tørrværsavrenning (Base flow) ha store bidrag fra disse lagringsmagasinene.