

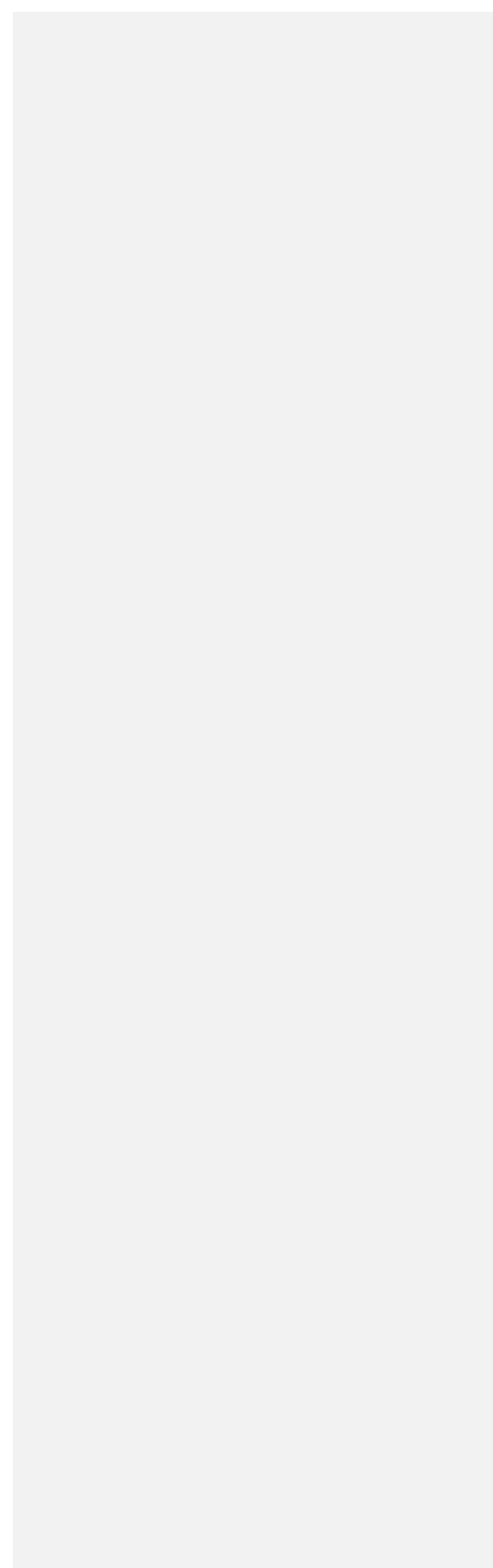


20.10.2025



Rapport

Utredning overvannshåndtering, vannkvalitet
og grunnvann - Spydeberg pukkverk



Rapport nr.:			
Oppdrag/emne	Utredning overvannshåndtering, vannkvalitet og grunnvann - Spydeberg pukkverk		
Oppdragsgiver			
Gnr/bnr.	-		
Adresse			
Ansvarelig 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	20.10.2025		
Revisjon	4		

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 trinn 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	5
1.1. Planområdet - beliggenhet og avgrensning	5
1.2. Eksisterende situasjon	5
1.3. Eiendomsforhold.....	6
1.4. Topografi.....	7
1.5. Grunnforhold og infiltrasjon	7
1.6. Nedbørsfelt og flomveier	8
2. OVERVANNSHÅNDTERING	9
2.1. Strategi for håndtering av overvann fra steinbrudd i Skåruddalen	9
2.2. Beregningsmetode.....	10
2.2.1. Overvannsavrenning.....	10
2.2.2. Avrenningsfaktorer	10
2.2.3. Dimensjonerende nedbørintensitet	10
2.2.4. Fordrøyning.....	11
2.2.5. Påslippsmengde	12
2.3. Opprinnelig situasjon	12
2.3.1. Beregning av overvannsavrenning.....	12
2.4. Dagens situasjon	13
2.4.1. Beregning av overvannsavrenning.....	14
2.5. Trinn 1 - Infiltrasjon av 2-årsregn	15
2.6. Trinn 2 - Forsinke og fordrøye 50-årsregn	15
2.6.1. Fordrøyning.....	15
2.6.2. Design av overvannsbasseng	16
2.6.3. Sedimentasjonsbasseng.....	17
2.7. Trinn 3 - Trygge flomveier for 100-årsregn.....	23
3. KAPASITETSVURDERING AV EKSISTERENDE RØR.....	24
3.1. Flomverdi i Rudbekken	24
3.1.1. Nedbørsfelt.....	24
3.1.2. Beregning av dimensjonerende flom.....	25
3.2. Kapasitetsvurdering	26
4. BRUDDET	29
4.1. Uttaksnivå over grunnvannsstand	29
4.2. Uttaksnivå ved eller under grunnvannsstand.....	29
5. VANNKVALITETEN	30
5.1. Norske anbefalte grenseverdier	31
5.2. Analyse av vannkvalitet- Dagens situasjon	31
5.3. Anbefalte tiltak for fremtiden situasjon	32
5.3.1. Oppfølging og overvåking	32
5.4. Vurdering av fremtidige påvirkninger fra bruddet	32
5.5. Sammenligning med reguleringer	33
5.6. Mål for fremtidig tilstand.....	33
6. EROSIJON KONTROLL	34
6.1. Risikovurdering	34

6.2.	Anbefalte tiltak	34
6.2.1.	Vegetasjon/planting	34
6.2.2.	Fysiske og strukturelle løsninger	36
6.2.3.	Midlertidige beskyttelsestiltak	39
6.2.4.	Kombinerte løsninger	39
6.3.	Vedlikehold og overvåking.....	39
6.4.	Konklusjon.....	40
7.	GRUNNVANN.....	41
7.1.	Grunnvann vurdering av konsekvenser knyttet til bruddsenkningen	41
7.2.	Konklusjoner og forslag til avbøtende tiltak	44

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.

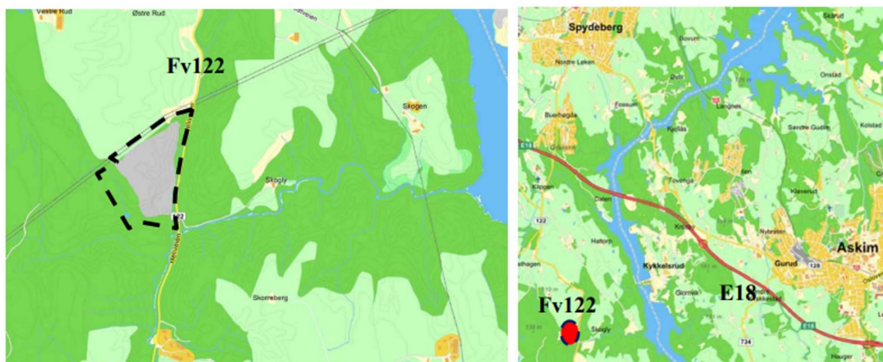
I gjeldende regulering er planområdet i hovedsak avsatt som område for steinbrudd, mens det kun er mindre areal langs Fv122 og i sør som er avsatt som LNF-område. Gjeldende regulering omfatter et samlet areal på 68,0 daa, hvor 58,3 daa er avsatt til steinbrudd/masseuttak.

1.1. Planområdet - beliggenhet og avgrensning

Planområdet knyttet til Steinbrudd/masseuttak i Skåruddalen er beliggende langs Heliveien (Fv 122) i Indre Østfold 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 Indre Østfold 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).

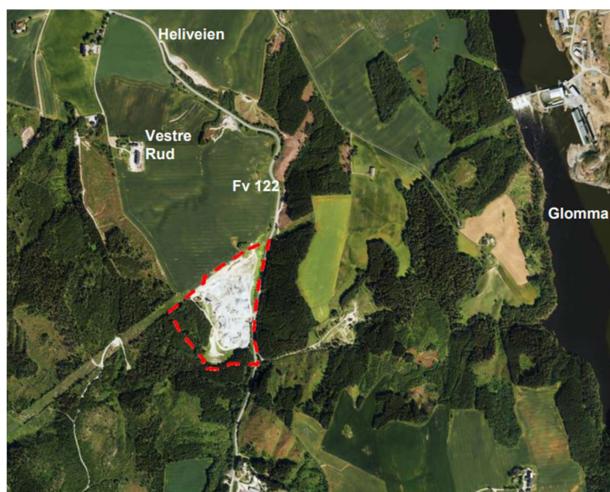
Foreslått planavgrensning medfører en utvidelse av regulert område for steinbruddet i Skåruddalen mot sør og vest på 22,3 daa, men samtidig inngår det i planområdet 20,3 daa av opprinnelig regulert virksomhetsområde/ steinbrudd som allerede er eller vil bli tilbakeført/bevart som LNF-område.



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 Skårudalen 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.

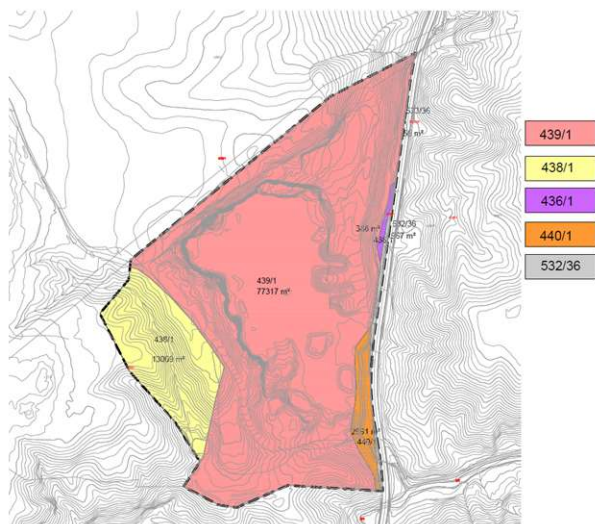
1.3. Eiendomsforhold

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

Adresse	Gnr	Bnr	Arealbruk	Eier	Størrelse
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.

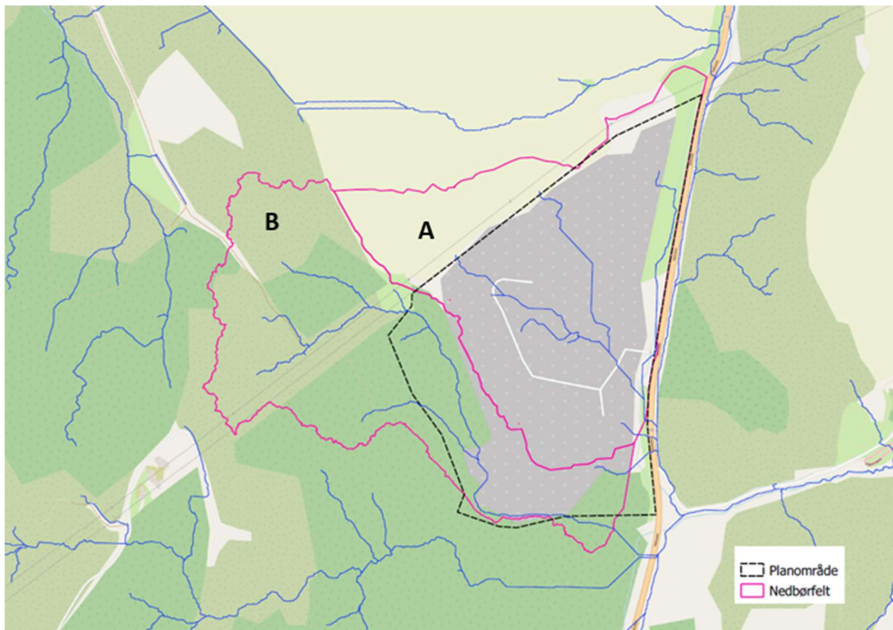
1.5. Grunnforhold og infiltrasjon

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 Spkt 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 området. Felt B krysser planområdet via naturlige felt som ikke berører driften av steinbruddet.



Figur 1-4: Drenslinjer som går gjennom planområdet.

2. OVERVANNSHÅNTERING

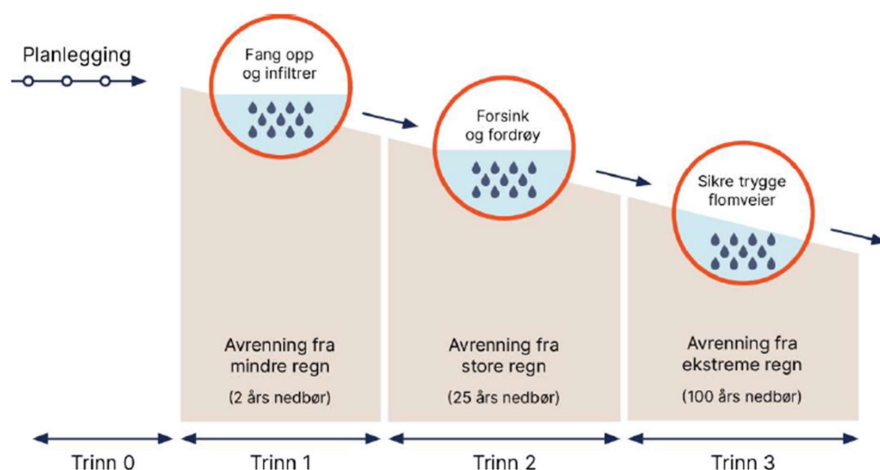
2.1. Strategi for håndtering av overvann fra steinbrudd i Skåruddalen

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 arealtyper.

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:

$$\varphi_{\text{mid}} = \frac{\text{Areal1} \cdot \varphi_1 + \text{Areal2} \cdot \varphi_2 + \dots + \text{Areal n} \cdot \varphi_n}{\text{Areal1} + \text{Areal2} + \dots + \text{Areal n}}$$

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 [$l/s \cdot ha$], 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 magasineringsvolumet 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 estimater 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 fordrøying.

2.2.5. Påslippsmengde

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

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 fordrøying (magasinerings) 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 fordrøying 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
I/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 regnvelopmetoden (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 gjentakintervall 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 (m³)	Dagens volumavrenning (m³)	Dimensjonerende volumavrenning for fordrøyning (m³)
A	599	3277	2678

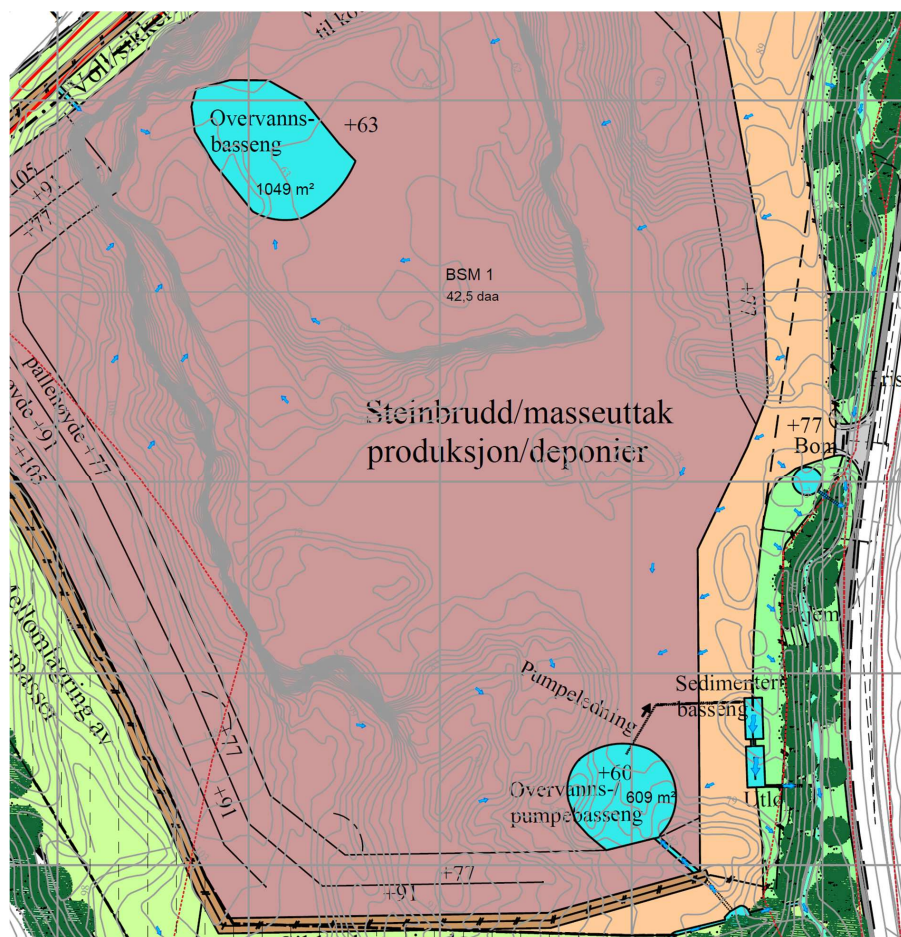
Nødvendig magasinivolum for å fordrøye en nedbørshendelse med 50 års gjentakintervall, klimafaktor på 1,5 og maksimalt påslipp på 133 l/s blir dermed 2678 m³.

2.6.2. Design av overvannsbasseng

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 2678 m³. Som illustrert i overvannsbassenget i bruddet (Figur 2-3), har bassengene et areal på henholdsvis 1049 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: Situasjonskart over overvannsanleggene (fremtidig situasjon).

2.6.2.1. Volumfordeling mellom bassengene

Bassengene har totale volumet (2678 m^3) og arealene (1049 m^2 og 609 m^2). Da det mindre bassenget (609 m^2) er et pumpebasseng for overvann, bør det dimensjoneres for optimal pumpedyktighet og effektiv håndtering av pumpestrømmen. Her er det anbefalte oppsettet basert på totalt volum:

Hovedbasseng (1049 m^2)

- Dybde: 1,8 m (for å oppfylle totalt volum)
- Volum: $1049 \text{ m}^2 \times 1,8 \text{ m} = 1888,2 \text{ m}^3$
- Funksjon:
 - Primær flomlagring.
 - Overløper til pumpebassenget ved fylling.

Pumpebasseng (609 m^2)

- Dybde: 1,5 m (for å unngå for grunt vann som kan føre til luft i pumpen)
- Volum: $609 \text{ m}^2 \times 1,5 \text{ m} = 913,5 \text{ m}^3$
- Funksjon:
 - Tar imot vann fra hovedbassenget ved flom.
 - Sikrer stabilt pumpetrykk (minst 1,5 m vannsøyle).
- Pumpekonfigurasjonen
 - $2 \times 1 = 2$ i drift + 1 standby (totalt 3 pumper).

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. Forutsetninger

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 - 2,0 meter dypt.
- Vannhastighet: For innløpsrør/kanal for å forhindre blokkering/avsetning vannhastighet 0,3 - 0,5 m/s er typisk. I selve sedimentasjonsbassenget ønsker vi betydelig lavere hastighet for å la partikler synke.
- Innløp og utløp: Sedimentasjonsbassenget skal ha et innløp som forsiktig leder vannet fra overvannsbassengene, og et utløp som tillater rent vann å strøme 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 sedimentasjonsbassenger

Forutsetninger:

- Maksimal vannføring inn (Q_{inn}) = 2593 l/s $\approx$ 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). Norsk Vann Rapport 168/2009 anbefaler oppholdstid $\geq$ 10 min og 15-30 min brukes ofte som tommelfingerregel i praksis.

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

1. Volumbehov

Ved dimensjonering for 30 min opphold må anleggets aktive lager kunne ta opp differansen mellom innløp og utløp i løpet av 30 min:

$$Q_{diff} = Q_{inn} - Q_{ut} = 2,6 - 0,133 = 2,467 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Totalt aktivt volum nødvendig, } V_{total} = Q_{diff} \times \text{oppholdstid} = 2,467 \text{ m}^3/\text{s} \times 1800 \text{ s} = 4440,6 \text{ m}^3$$

Gjenstående volum som må tas av sedimentasjonsbassengene, V_{sed} :

$$V_{sed} = V_{tot} - V_{pumpebasseng}$$

$$V_{sed} = 4440,6 - 913,5 = 3527,1 \text{ m}^3$$

2. Forslag til plassering av sedimenteringsbassengene

Sedimentasjonsbassengene er foreslått plassert i serie. Det foreslås to bassenger i serie hvor:

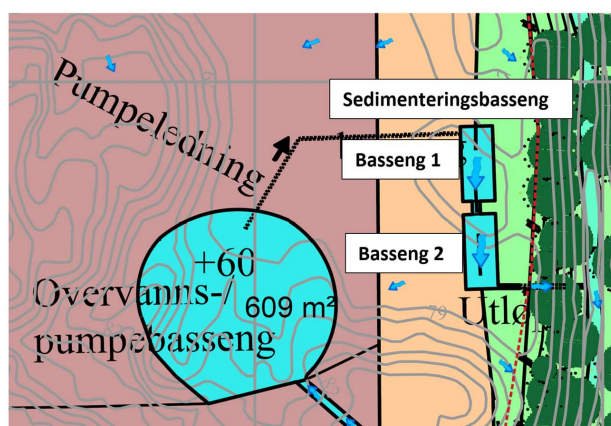
- Basseng 1 (primær): hovedmagasin + grovsedimentering (større volum).
- Basseng 2 (sekundær): fintstoffsedimentering og endelig avrenning til overløp.

En praktisk oppdeling er å gi primærbasseng ca. **70 %** av volumet og sekundærbasseng ca. **30 %**. Dette gir god grovsedimentering først og polering til slutt.

$$\text{Totalt volum, } V_{sed} = 3527,1 \text{ m}^3$$

$$V1 \text{ (primær)} = 2468,97 \text{ m}^3$$

$$V2 \text{ (sekundær)} = 1058,13 \text{ m}^3$$



Figur 2-4: Oversikt over pumpebasseng og de to sedimentasjonsbassengene i serie.

Velg dybde = 2,0 m (for å balansere areal og sedimenteringstid):

Overflateareal primær $A_1 = 1234,5 \text{ m}^2$

Overflateareal sekundær $A_2 = 529,1 \text{ m}^2$

Sum areal $A_f = 1763,6 \text{ m}^2$ (teoretisk)

For god «plug-flow» effekt hvor partiklene får tid til å synke ned uten å bli virvlet opp, anbefales et lengde/bredde-forhold på rundt 4:1. Dette gir praktiske mål:

Basseng 1 (primær)

- Areal = $1234,5 \text{ m}^2$, **L ≈ 70 m og B ≈ 18 m** (gir 1260 m^2)
- Volum ≈ 2520 m^3 ved 2,0 m dyp

Basseng 2 (sekundær)

- Areal = $529,1 \text{ m}^2$, **L ≈ 45 m og B ≈ 12 m** (gir 540 m^2)
- Volum ≈ 1080 m^3 ved 2,0 m dyp

3. Hydraulisk belastning

Hydraulisk belastning er strømmen som faktisk passerer gjennom sedimentasjonsbassenget, det er normalt lik utløpsraten fra anlegget dersom anlegget har lagerkapasitet og utløpet er regulert. Hvis anlegget ikke har stor mellomagring og vannet nesten umiddelbart passerer videre, bruker man naturligvis den faktiske innløpsstrømme Q_{inn} .

Derfor langsiktig kapasitet for sedimentering vurderes med den kontrollerte gjennomstrømningen gjennom Sedimentasjonsbassengene, altså $Q_{gjennom} = Q_{ut} = 0,133 \text{ m}^3/\text{s}$. Dette reflekterer hvor mye vann som i normal drift «går gjennom» Sedimentasjonsbassengene og bestemmer den hydrauliske belastningen.

Overflatebelastning v_f :

$$v_f = Q_{ut}/A$$

Hvor:

v_f = Overflatebelastning (m/time)

Q_{ut} = Utløpsmengde (m^3/time)

A_f = Overflateareal på sedimenteringsbasseng

For Basseng 1 (primær):

$$V_f = Q_{ut}/A = 0,133/1260 = 0,000106 \text{ m/s} = 0,38 \text{ m/t.}$$

For Basseng 2 (sekundær):

$$V_f = Q_{ut}/A = 0,133/540 = 0,000246 \text{ m/s} = 0,89 \text{ m/t.}$$

Begge verdier er lave, spesielt $V_f < 1 \text{ m/t}$ i sekundær som er meget gunstig for fjerning av silt og finstoff uten kjemikalier.

4. Innløpshydraulikk- Pumpeledning

Ved $Q_{inn} = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}$ kan lokale hastigheter ved innløpet bli høye hvis ikke energi disperse. Dette kan skape skureffekt mot bunn og oppvirvling av nylig oppsamlet slam. Derfor: innløpsstillingstank, diffusor, perforert vegg er nødvendig.

Krav om innløpshastighet i ledningen er 0,3 - 0,5 m/s. Valg maksimal hastighet i $v_{\text{design}}=0,5$ m/s.

Ved $v=0,50$ m/s, beregne $A_{\text{total}}=Q/v=2,60/0,50=5,20$ m². Dette må fordeles på N rør:

N rør	Areal per rør, A_p (m ²)	Diameter, D (m)
3	1,73	1,49
4	1,30	1,29
5	1,04	1,15
6	0,87	1,05

Så praktiske rørdiametre (runde opp til kommersielt tilgjengelig):

- $N=3 \rightarrow \varnothing = 1600$ mm
- $N=4 \rightarrow \varnothing = 1400$ mm
- $N=5 \rightarrow \varnothing = 1200$ mm (vanlig)
- $N=6 \rightarrow \varnothing = 1000$ mm

Anbefalt materiale: armerte betongrør (RCP).

For å unngå avsetning i rør:

- Gi rør tilstrekkelig fall (invert slope). Selv-rensende krav varierer, men praktisk anbefaling: minst 0,5 - 1,0 ‰ (1:200 - 1:100).
- å holde $v \leq 0,5$ m/s, sørg for periodisk spyling (øke pumpehastighet for kort tid, eller konfigurere spyleventil) for å rengjøre rørene for oppsamlet grovere materiale.
- Gi rørstrekket en jevn helning ned stillingstank.

Stillingstank er overgangen mellom trykkrørledningen og selve sedimentasjonsbassenget. Stillingstank er altså inntakskammeret / fordelingsbassenget som mottar vannet fra rørene før det går videre inn i selve sedimenteringsbassenget. Stillingstank fungerer som en "energidemper og fordelingsenhet" mellom rør og basseng.

5. Stillingstank / forebay (volum og funksjon)

Formål: ta imot Qinn-pulser, jevne ut energi og fordeles jevnt mot diffuserskjerm/innløp til primærbasseng.

Dimensjonere forebay-volum:

- Et Stillingstank som kan «bufre» kortvarige topplast før Sedimentasjonsbasseng og gi tid til energidemping via rolig fylling. Et praktisk valg er tidsbuffer på 3 - 5 minutter av Q_{diff} (differanse mellom Q_{inn} og Q_{ut}) for umiddelbar demping.
- $Q_{\text{diff}} = 2,467$ m³/s
- Ved tidsbuffer 5 minutter, $V_{\text{forebay}} = Q_{\text{diff}} \times t = 740,1$ m³
- Ved 2,0 m dybde, $L \times B = 370,05$ m².
- For et funksjonelt rektangulært basseng (som passer med rørinnløp og diffusor), valg $L=15,0$ m og Bredde = 24,7 m

Utforming av overgangen rør og Forebay:

- Rørmunning:
 - Hvert rør skal munne horisontalt inn i stillingstank-veggen 0,3 - 0,5 m over bunnnivået i fore stillingstank.

- Avslutningen bør ha en flared diffusor (utvidet del) med vinkel ca. 30°, slik at vannet spres bredere og mister hastighet.

b) Forebay-kammer:

- Bredde: lik eller litt større enn samlet rørbredde (for 5 rør 1,2 m → bredde ca. 6-7 m).
- Dybde: 2,0-2,5 m.

c) Energidemping:

- Plassere i bunnen betongplate med rip-rap (grov stein, D50 ≈ 150-300 mm) som demper hastighet og beskytter bunn.
- Alternativ: en stillingstank med lavt overløp til selve sedimentasjonsbassenget.

d) Forbindelse til basseng:

- Utgående vann fra stillingstank ledes gjennom en fordelingsåpning eller overløp (langs hele bredden) til basseng 1.
- Perforert betongvegg kan også bruke (20-30 % åpning) for å få jevn strøm.

e) Slamoppsamling (slamsump):

- Stillingstank-bunnen bør ha 1-2 % fall mot et slamluke-punkt hvor sedimenter samles opp og kan pumpes ut eller spyles periodisk.

Inntak og overgangsdetaljer (rør → forebay):

1. Innvendig rist / trash-rack ved inngang i pumpeledning
 - Spaltebredde: 50mm
 - Automatisk skrape eller manuell rensing - plass for operatør.
2. Manifold / felles innløp: Hvis mange rør føres fra én kanal, bygg en kort manifold (betong sjakt) hvor hver rørtilslutning har flens, inspeksjonsluke og tilbakeslagsklaff.
3. Avbøyning / innvendig diffusor i hver rørende: legg inn flared outlet eller klemring som roer opp strømmene før de treffer stillingstank. Alternativ: hver røravslutning munner i et stubbe-stillingkammer med perforert vegg (diffusor) på stillingstank -siden.
4. Forebay rett etter rørene: volum (250 - 600 m³) fungerer som energidemper og gjør at strøm spres og roer seg før hovedbassenget.
5. Submerged outlet / perforert avskjerming i stillingstank: sørg for at vannet fordeles over hele stillingstanksfronten — unngå en direkte jetstrøm fra ett rør.
6. Skjerming mot direkte bunnfokus: la røravslutningen peke litt oppover eller horisontalt (ikke ned mot bunnen), og plasser en kort diffusor foran slik at strømmen ikke treffer bunnen direkte og skurer slam.

6. Utløp

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

Utløpstype: Flyteavskjerming med Kontrollert Utslipp og underliggende rør

Flyteavskjermingen sikrer at kun vann fra de øvre, renere lagene i sedimentasjonsbassenget går til utløp, mens flytende forurensninger og sedimenter under avskjermingen holdes tilbake. Den

kontrollerte utslippsløsningen med underliggende rør tillater jevn og målbar vannføring, samtidig som den reduserer faren for oppvirling og kortslutningsstrømmer.

Design:

- Flyteavskjerm (floating baffle):
 - Plassering: ca. 1,0 m foran utløpsvegg i Basseng 2.
 - Bredde: tilsvarende bassengbredde (12 m).
 - Dybde under vannlinje: Justerbar 0,8 m.
 - Frihøyde over vann: 0,2 m.
 - Materiale: HDPE eller rustfritt stål med EPS-flyteelementer (lukket celle).
 - Funksjon: Hindrer overflateflyt (olje, skum, organisk materiale) fra å nå utløpet.
- Kontrollert utslipp
 - Utløpsrør: ligger bak flyteavskjermingen, festet lavt i betongvegg.

Dimensjonering av Utløpsrør:

- Vannføring (Q): 0,133 m³/s
- Hastighet (mål): 0,5–1,0 m/s (for å unngå sedimentavleiring).
- Rørstørrelse:

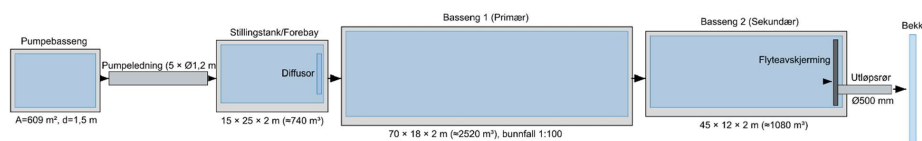
$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$$D = 0,48 \text{ m (Velg DN500)}$$

- Hastighet i DN500-rør: $v = 0,68 \text{ m/s}$ (Innenfor mål).
- Alternativ:
 - Bruk DN600 for ekstra margin (hastighet = 0,47 m/s).
- Utløpshøyde: ca. 0,3 m over bassengbunn (under sedimentnivå).
- Tilbakeslagsventil: anbefales for å hindre tilbakestrøm ved høy vannstand i bekk.
- Ventil: manuell eller motorisert luke for justering av utslippsmengde.

Drift og Vedlikehold

- Kvartalsvis kontroll av flyteavskjerming for skader, begroing og oppdrift.
- Rensing av utslippsrør ved behov (spyling eller manuell tømning via ventil).
- Periodisk kontroll av vannhøyde og siktedyp i Basseng 2.
- Inspeksjon og tømning hver 6. måned.



Figur 2-5: Planskisse - pumpebasseng, pumpeledning, forebay, sedimentasjonsbasseng og utløp.

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.

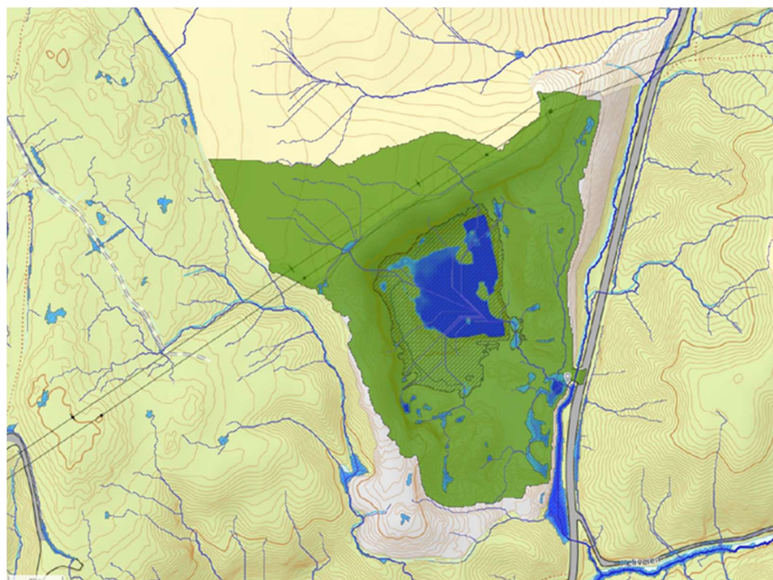
For en nedbørshendelse med 100 års gjentakintervall er det beregnet avrenning fra Felt A

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.

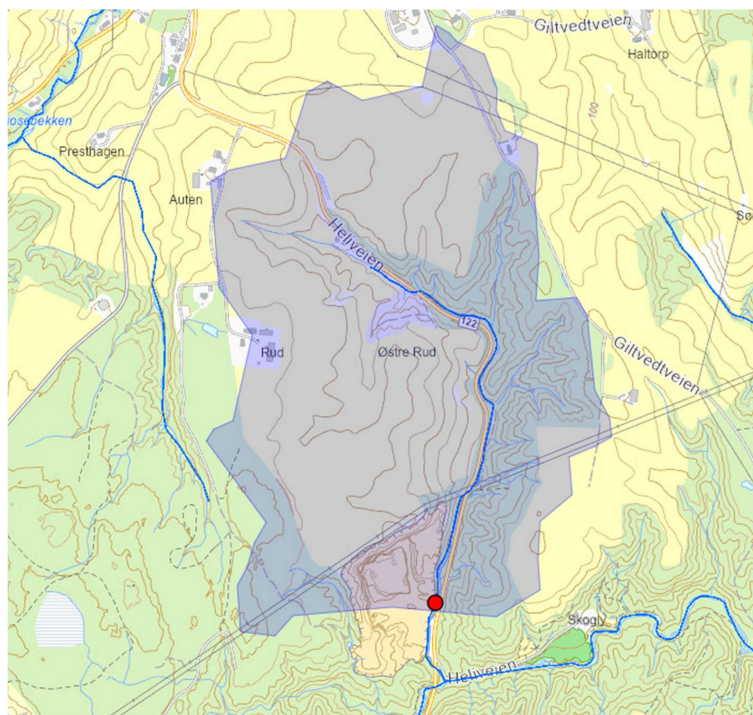
3.1.1. Nedbørfelt

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 dimensjonerende flom

Siden rørene ligger ved en industrivei til et pukkverk, og det er ikke fare for oversvømmelse av bygninger i nærheten, er det vanlig å dimensjonere for en lavere returperiode, men fortsatt med hensyn til driftssikkerhet og vedlikehold. Siden veien er viktig for drift, men ikke kritisk for liv eller eiendom, 20-årsflom er valgt som dimensjonerende vannføring.

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:

20-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 , 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 20 år, skal F_C 1,10. Tabell 3-3 viser en oversikt over benyttede verdier for avrenningskoeffisienter.

Tabell 3-3: Avrenningskoeffisienter, C , for bekken felt med 10% påslag (til maks $C=0,95$) for returperiode på henholdsvis 20 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	96000	0,3	28800
Myr	0,0	0	0,7	0
Skog	30,3	303000	0,3	90900
Dyrket mark	60,1	601000	0,4	240400
Urban	0,0	0	0,4	0
		1000000	0,36	360100
		1,10*C	0,40	

Flomberegning:

Beregning av 20-årsflom ved bruk av den rasjonale formelen er vist i Tabell 3-4.

Tabell 3-4: Beregnet 20-årsflom med den rasjonelle formelen.

	Rudbekken
Gjentaksintervall (år)	20
Nedbørfeltets areal (ha)	100
Avrenningskoeffisient, C	0,46
Nedbørfeltets konsentrasjonstid (min)	123
Nedbørintensitet, i (l/s.ha)	49,8
Q (m ³ /s)	1,97
Q (m³/s), klimapåslag	2,96

3.2. Kapasitetsvurdering

De eksisterende rørene har en diameter på 600 mm 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 2,96 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 (m^3/s)

n = Manning's ruhekskoeffisient (0,013 for betong, 0,009 for plast)

A = tverrsnittsareal (m^2)

R = hydraulisk radius (m), $R=A/P$, der P er våt omkrets

S = helning = 0,01



Figur 3-2: Overvannsrørene langs avkjørselen ved steinbruddet.

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

Tabell 3-5: Kapasitetsberegning av eksisterende rør, med 1 % fall.

Rørtype	Diameter (mm)	kapasitet (m^3/s)
Betong	600	0,614
Plast	600	0,887

Total kapasitet, $Q_{\text{total}} = 1,50 \text{ m}^3/\text{s}$

Konklusjon:

De to eksisterende rørene (600 mm betong og plast) med 1 % helning har en samlet kapasitet på ca. $1.50 \text{ m}^3/\text{s}$. Som dimensjonerende vannføring er høyere enn den totalt eksisterende kapasitet, må vi vurdere:

- Ekstra rør
- Større diameter
- Økt helning

Beregne restbehøv

$$Q_{\text{rest}} = 2,96 - 1,5 = 1,46 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitetsberegning av ulike rørdiameter som dekker 1,46 m³/s ved bruk av Manning's formel er vist på Tabell 3-6 med ulike diametere. Hvor

Tabell 3-6: Beregning av kapasitet for ulike rørdiameter, med 1 % fall.

Diameter (mm)	kapasitet (m ³ /s) Betongrør	kapasitet (m ³ /s) Plastrør	kapasitet (m ³ /s) To Betongrør	kapasitet (m ³ /s) To Plastrør
600	0,62	0,89	1,24	1,78
800	1,32	1,91	2,64	3,82

For å dekke 1,46 m³/s, anbefales følgende alternativer:

Alternativ 1: Et plastrør av 800 mm

Alternativ 2: To plastrør av 600 mm

4. BRUDDET

4.1. Uttaksnivå over grunnvannsstand

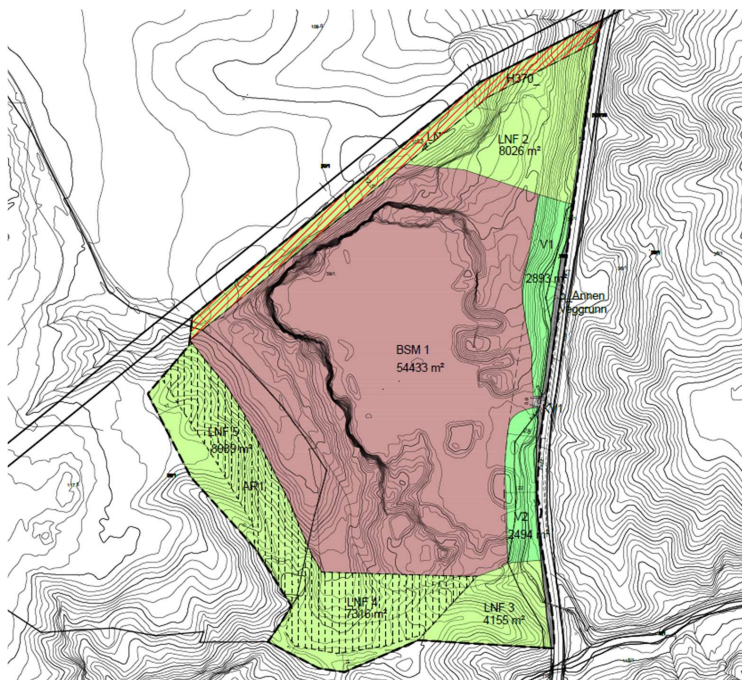
Nedbør fra mindre regn (trinn 1) vil i all hovedsak infiltrere gjennom løsmasser og bergsprekker eller ledes gjennom vollen langs bekken.

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.

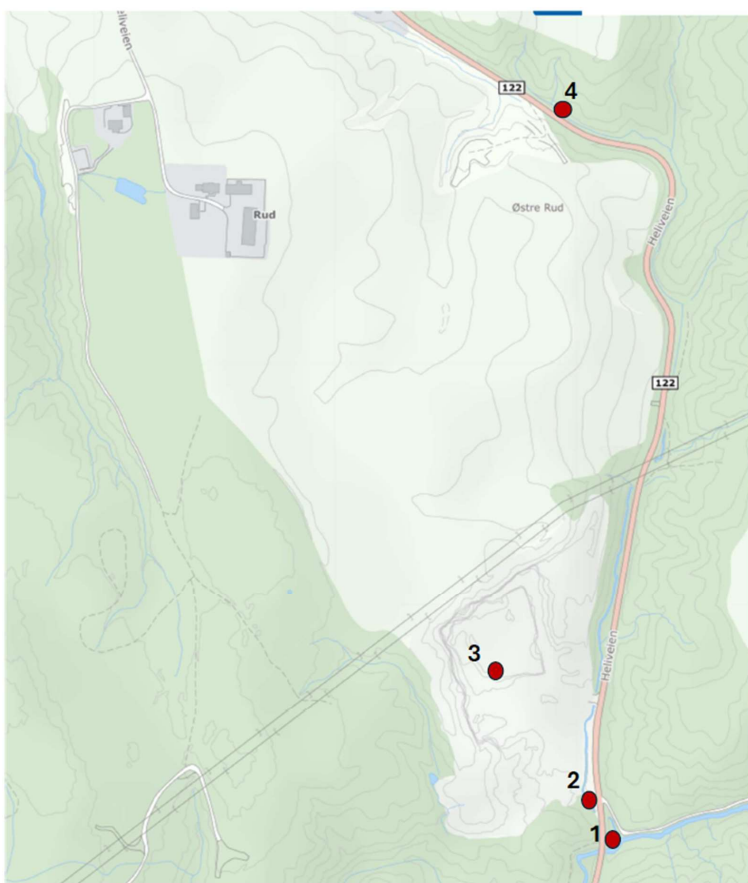


Figur 4-1: Fremtidig steinbrudd på Skårudalen pukkverk.

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- Dagens situasjon

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	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

Nitrogennivået ligger nær dårlige nivåer (>2 mg/l) og det bør fortsatt overvåkes nøye.

- 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 er ikke relatert til masseuttaket.

5.3. Anbefalte tiltak for fremtiden situasjon

Som beskrevet i kapittel 2.6.3, er det planlagt et sedimentasjonsbasseng ved masseuttaket. Dette tiltaket skal fungere som hoved rensenhet for å fange opp partikler og redusere turbiditet og suspendert stoff før vannet ledes videre til bekken. Tiltaket forventes å gi en betydelig forbedring av vannkvaliteten nedstrøms masseuttaket.

5.3.1. Oppfølging og overvåking

- Fangdammen (Prøve2) basert på dagens målinger viser ingen alvorlig forurensning fra pukkverket, men prøvetaking skal gjentas etter at sedimentasjonsbassenget og øvrige tiltak er etablert, for å dokumentere effekt.
 - Første oppfølging: innen 1-2 måneder etter ferdigstillelse.
 - Deretter: minst to ganger per år (vår og høst).
- Analyser: turbiditet, suspendert stoff, total nitrogen, total fosfor og TOC.
- Tilleggsprøver: etter kraftig nedbør for å dokumentere partikkeltransport under flomforhold.
- Resultater sammenlignes med referanse (Prøve 3).
- Eksterne kilder dominerer i nord, Prøve 4 (tippområde) har dårligere vannkvalitet - bør undersøkes nærmere for å identifisere kilder og iverksette tiltak. Denne analysen viser at mens bruddvirksomheten har liten påvirkning, er det behov for målrettede tiltak mot forurensningskilder i nordområdene, spesielt med hensyn til nitrogenbelastning.

5.4. Vurdering av fremtidige påvirkninger fra bruddet

Gjennom etablering av overvannsbassenger, fangdammer og sedimenteringsanlegg innenfor virksomhetsområdet, samt tilbakeføring og revegetering av skrånende landskap, kan man oppnå full kontroll med overflatevannet. Dette sikrer at all avrenning til Rudbekken blir behandlet gjennom renselanlegg med minimalt innhold av finstoff og næringsstoffer, hvor vannkvaliteten konsekvent holder seg innenfor anbefalte grenser (se kapittel 2.6.3). Selv ved ekstreme nedbørhendelser vil avrenningen fra bruddområdet være svært begrenset. Beregningene 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 vil være minimal.

5.5. 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 vil bidra til en betydelig reduksjon i avrenning fra fremtidige masseuttaket.

Ved normal drift vil det meste av overflatevannet samles i 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

5.6. Mål for fremtidig tilstand

Målet er å oppnå god økologisk og kjemisk tilstand i tråd med vannforskriftens § 4 er vist i Tabell 5-3.

Tabell 5-3: Mål for fremtidig tilstand.

Parameter	Målderdi (etter tiltak)	Forventet tilstand
Turbiditet (FNU)	< 10	God
Suspendert stoff (mg/l)	< 10	God
Total Fosfor (mg/l)	< 0,05	God
Total Nitrogen (mg/l)	< 1,5	God
TOC (mg/l)	< 6	God

6. EROSJON KONTROLL

Erosjon er en naturlig prosess som kan forsterkes betydelig av menneskelig aktivitet, særlig i områder med omfattende masseuttak og terrenginngrep. Ved pukkverket er det observert en bratt skråning /utgravingskant der toppen av skråningen (markert med rød sirkel) ser ut til å ha erosjonsskader, sannsynligvis fra overflateavrenning, da det er synlige furer (små raviner/erosjonsspor) i massene. Under er det et bratt fjellskjær. Massene i den eroderte delen ser ut til å være løsmasser (jord, stein, morene e.l.) over fjellet. Slike forhold kan påvirke både driftssikkerheten, nærliggende naturmiljø og vannkvalitet i området.

Denne kapitale presenterer en tiltaksplan for erosjonskontroll, med mål om å stabilisere skråningen, redusere avrenning og sikre langsiktig bærekraft i området. Tiltakene er tilpasset lokale forhold, inkludert jordsmonn, klima og bruksformål, og kombinerer strukturelle løsninger med vegetative og midlertidige tiltak.



Figur 6-1: Utsikt av steinbruddet mot vest.

6.1. Risikovurdering

Den eksponerte skråningen utgjør en betydelig erosjonsrisiko, spesielt ved kraftig nedbør. Uten tiltak kan dette føre til:

- Utglidning av jord og steinmasser
- Sedimenttransport til nærliggende bekker og vassdrag
- Skader på infrastruktur og driftsområder
- Økt vedlikeholdskostnad og driftsstans

6.2. Anbefalte tiltak

For å kontrollere erosjonen i toppen av pukkverket, kan følgende tiltak vurderes.

6.2.1. Vegetasjon/planting

For å stabilisere overflaten og binde jorda:

- Etablering av vegetasjonsdekket (gras, busker og trær) på de eroderte områdene for å binde massene. Dette kan kreve et lag med matjord og såing/planting.

Kommentert [RK1]: Vennligst inkluder eller vis i tegningene til prosjektet.

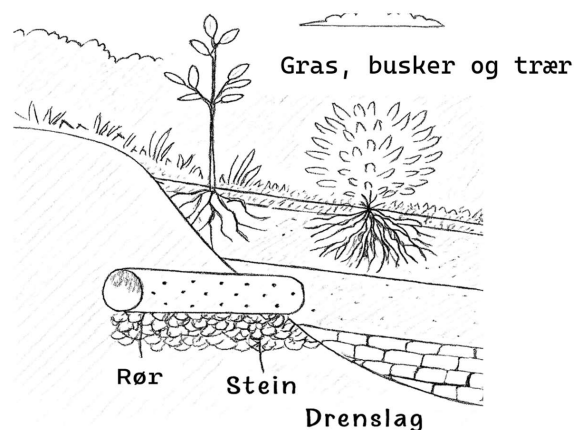
- Hydrosåing (sprøytesåing) med gress- og kløverblanding som tåler lokale forhold. Røttene binder jorda og reduserer erosjon.

1. Etablering av vegetasjonsdekket (gras, busker og trær)

Formålet med vegetasjonsdekket er å skape et permanent dekke som beskytter jorden mot erosjon, binder massene og forbedrer vanninfiltrasjonen.

Utførelse:

- Før planting må det legges et lag med matjord (10 - 20 cm) over erosjonsutsatt underlag, særlig der det er leire eller stein.
- Deretter gjennomføres såing eller planting av:
 - Grasarter som engrapp, rødsvingel og hundegras - disse har tette rotsystemer som binder jorda effektivt.
 - Busker som vier, rognspirea eller geitrams - gir struktur og holder på fuktighet.
 - Trær som bjørk, rogn eller osp - etableres langs toppen og stabile soner for langvarig jordstabilisering.



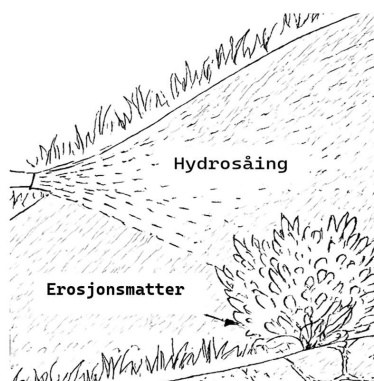
Figur 6-2: Gressdekke, busker og trær som erosjonsbeskyttelse.

2. Hydrosåing (sprøytesåing) med gress- og kløverblanding

Formålet med hydrosåing er å raskt etablere vegetasjon på store eller vanskelig tilgjengelige skråninger, og gi umiddelbar beskyttelse mot erosjon.

Utførelse:

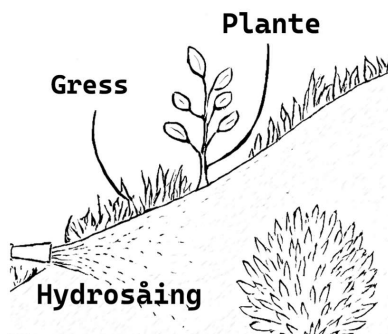
- En blanding av gressfrø, kløverfrø, gjødsel, bindemiddel og vann sprayes direkte på skråningen med spesialutstyr.
- Typiske frøblandinger inkluderer:
 - Rødsvingel - tørketolerant og danner tette tuer.
 - Engrapp - hurtigvoksende og slitesterk.
 - Hvitkløver - nitrogenfikserende og god jorddekker.
- Kan kombineres med erosjonsmatter for ekstra beskyttelse og fuktbevaring.



Figur 6-3: Hydrosåing på skråning med matjord og erosjonsmatter.

3. Kombinasjon av hydrosåing og planting - kortsiktig dekning og langsiktig stabilitet

Hydrosåing gir rask etablering av vegetasjonsdekket ved at en blanding av gress- og kløverfrø, gjødsel og bindemiddel sprayes direkte på skråningen. Dette gir umiddelbar beskyttelse mot erosjon, reduserer overflateavrenning og binder det øverste jordlaget gjennom tette rotsystemer fra arter som rødsvingel og engrapp. Samtidig gir planting av busker og trær en langsiktig stabilisering av skråningen. Kombinasjonen av disse tiltakene gir en flersjiktig vegetasjonsstruktur som både beskytter overflaten og stabiliserer underlaget, og som dermed gir en robust og varig løsning mot erosjon.



Figur 6-4: Vegetasjonsdekket med hydrosåing og planting - kombinert løsning.

6.2.2. Fysiske og strukturelle løsninger

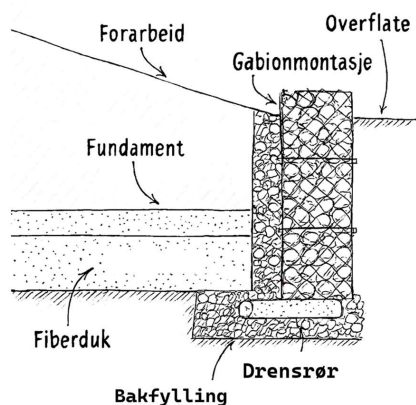
- Steinmurer og gabioner: Nettingkasser fylt med stein plasseres i trinn langs skråningen for å stabilisere massene og bryte vannstrømmen.
- Steinsetning/terrassering: hvis helningen er for bratt for vegetasjon alene, kan det være nødvendig med terrassering eller steinsetning i bunnen av den eroderte delen.
- Geotekstiler og armering: bruk av geotekstiler (fiberduk) for å separere jordlag og hindre utvasking, eventuelt i kombinasjon med geosyntetisk armering for å bygge en mer stabil skråning.
- Dreneringssystemer: installering av grøfter, rør eller drensmatter for å lede bort vann og redusere erosjon fra overflateavrenning.

1. Steinmurer og gabioner

Steinmurer og gabioner benyttes som støttestrukturer for å stabilisere skråninger og hindre utglidning.

Utførelse:

- Forarbeid: skråningen renses for løsmasser og vegetasjon. Underlaget planeres og komprimeres.
- Fundament: det etableres et stabilt fundament av komprimert pukke eller grov grus (min. 30-50 cm tykkelse) med eventuelt fiberduk under for å hindre oppblanding med underliggende jord.
- Gabionmontasje:
 - Nettingkasser (galvanisert stål eller PVC-belagt) monteres på stedet eller leveres ferdig.
 - Kassene fylles med knuste steinmasser (80-200 mm) og bindes sammen horisontalt og vertikalt.
 - Gabionene stables i trinn med tilbaketrekk for økt stabilitet.
- Drenering: bakfylling med drenerende masser (pukk) og perforerte drenerør legges bak muren for å lede bort vann og redusere trykk.
- Overflate: toppen av muren avsluttes med et horisontalt lag og eventuelt vegetasjonsdekket.



Figur 6-5: Steinmurer og gabioner med drenerør og bakfylling.

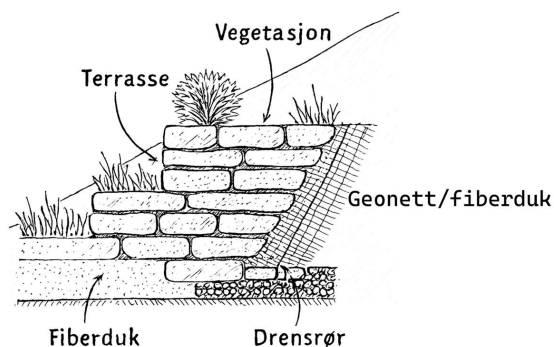
2. Steinsetning og terrassering

Steinsetning innebærer å legge stein langs konturene av skråningen for å redusere helling og vannhastighet. Terrassering skaper trinn i terrenget som bryter vannstrømmen og gir feste for vegetasjon.

Utførelse:

- Terrengtilpasning: skråningen formes i trinn eller benker med horisontale flater og korte vertikale sprang.
- Steinlegging:
 - Naturstein eller stableblokker legges i horisontale rader langs trinnene.
 - Steinene legges med lett helning bakover og med god kontakt mot underlaget.
 - Fugene kan fylles med jord eller grus for å tillate vegetasjon.
- Stabilisering: ved behov brukes geonett eller fiberduk bak steinsetningen for å hindre utglidning og utvasking.

- Vegetasjon: terrassene tilsås eller beplantes for å kombinere med naturbasert erosjonsvern.



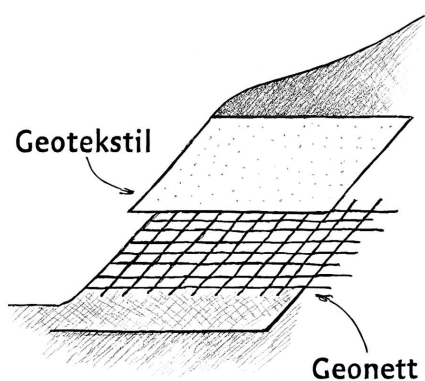
Figur 6-6: Terrengtilpasset steinsetning med geonett og vegetasjonsdekket.

3. Geotekstiler og armering

Geotekstiler er syntetiske duker som legges mellom jordlag for å separere, filtrere og forsterke. Armeringsnett eller geonett brukes for å øke skråningens bæreevne og motstand mot deformasjon.

Utførelse:

- Materialvalg: Velg geotekstiltype etter funksjon:
 - Separasjon og filtrering: ikke-vevde tekstiler (f.eks. PP eller PE) med høy vannpermeabilitet.
 - Armering: geonett eller vevde tekstiler med høy strekkfasthet.
- Legging:
 - Underlag renses og jevnes ut.
 - Tekstilen rulles ut med minimum 30 cm overlapp mellom baner.
 - Festes med stålspiker eller jordspyd.
- Integrering: overdekkes med masser (jord, grus, stein) og komprimeres lagvis.
- Kombinasjon: kan kombineres med erosjonsmatter og vegetasjon for økt effekt.



Figur 6-7: Geotekstiler og armering.

4. Dreneringssystemer

Dreneringssystemer leder vann bort fra skråningen og reduserer vanntrykk i jorda. Dette inkluderer drenerør, grøfter, infiltrasjonskummer og overflateavrenning.

Bruksområder:

- Bak støttemurer og gabioner
- Langs toppen av skråningen for å fange opp overflatevann
- Ved foten av skråningen for å hindre vannansamling

Utførelse:

- Overflatevann:
 - Grøfter etableres langs toppen av skråningen for å fange opp og lede bort overflatevann.
 - Grøftene fores med geotekstil og fylles med drenerende masser (pukk).
- Drenerør:
 - Perforerte drenerør (Ø100-160 mm) legges i grøfter bak støttemurer eller i foten av skråningen.
 - Rørene omgis av filtergrus og pakkes inn i fiberduk for å hindre tilstopping.
- Utløp:
 - Vannet ledes til sedimentbasseng, infiltrasjonsgrøft eller lukket overvannssystem.
 - Utløp sikres med steinsetting for å hindre erosjon ved utløpspunktet.

6.2.3. Midlertidige beskyttelsestiltak

- Erosjonsmatter/ fiberduk: biologisk nedbrytbare matter som legges over jorda for å beskytte mot regn og vind til vegetasjonen har etablert seg.
- Siltgjerd: midlertidige barrierer som fanger opp sediment og hindrer at det spres til nærliggende områder.

6.2.4. Kombinerte løsninger

De mest effektive systemene kombinerer flere tiltak. For eksempel kan man etablere steinsetning i bunnen, etterfulgt av drenering, deretter vegetasjonsetablering med hydrosåing og erosjonsmatter i øvre deler.

6.3. Vedlikehold og overvåking

For å sikre langvarig effekt av tiltakene anbefales følgende rutiner:

- Inspeksjon etter nedbør: Kontroll av skråning, dreneringsystemer og vegetasjon.
- Rensing av dreneringsystemer: Fjerning av blokkeringer og sediment.
- Reetablering av vegetasjon: Supplerende planting ved behov.
- Årlig evaluering: Vurdering av erosjonsstatus og behov for justeringer.

6.4. Konklusjon

Gjennom en helhetlig tilnærming til erosjonskontroll kan pukkverket oppnå både miljømessige og driftsmessige gevinster. Tiltakene som er foreslått i denne kapitalen gir umiddelbar beskyttelse mot erosjon, samtidig som de legger til rette for langsiktig stabilisering og revegetering av skråningen.

Ved å kombinere gabioner, drens-systemer, erosjonsmatter og tilpasset vegetasjon, kan området sikres mot utglidning og sediment tap. Regelmessig vedlikehold og overvåking vil være avgjørende for å opprettholde effekten av tiltakene over tid.

7. GRUNNVANN

7.1. 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.



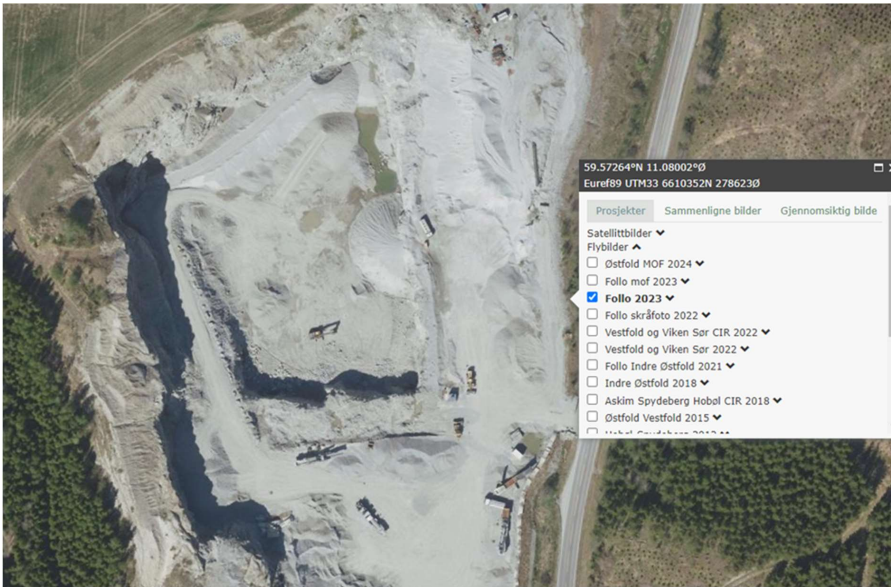
Figur 7-1: Foto av bruddområdet og vannspeilet i april 2024.

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 7-2 fra norgebilder.no viser at det i **2023** ikke var synlig vann i uttaksområdet ned til 62 moh. Dette indikerer at:

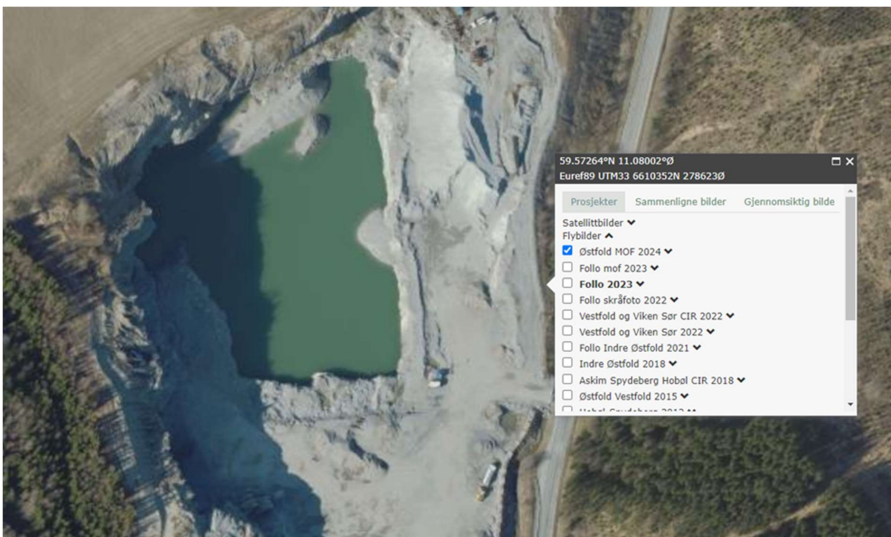
- Grunnvannsnivået på dette tidspunktet lå under 62 moh
- Det ikke forekom overflatevann i bruddsonen
- Eventuell vannføring i området var minimal eller fraværende

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



Figur 7-2: norgebilder.no (2023).

I 2024 er situasjonen annerledes der utsjaktingsområdet er tilført overflatevann og grunnvannstilsig. Se figuren 7-3 nedenfor.



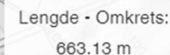
Figur 7-3: norgebilder.no (2024).

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.

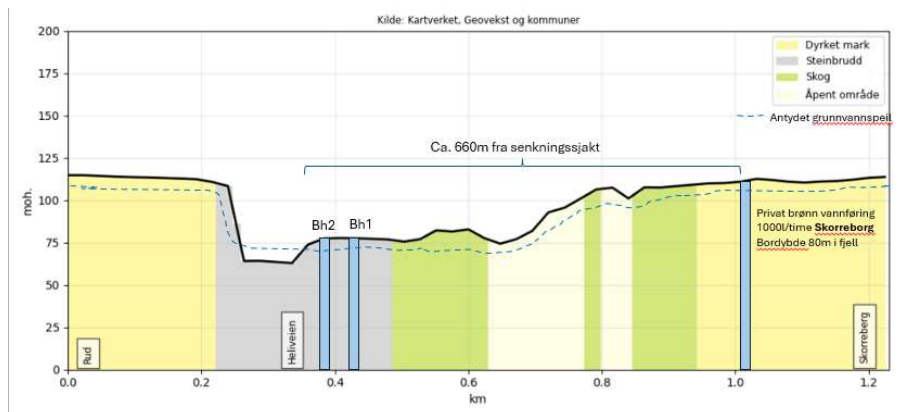
Ifølge NGUs grunnvannsbrønner ligger nærmeste registrerte brønn ca. 660 meter sørøst for utsiktingsområdet se figuren over.

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 7-4 nedenfor vil drikkevannsbrønnen 660m i østlig retning ikke kunne bli påvirket av den lokale senkningssjakt da den ikke brer seg langt ut.



Kommentert [RK2]: Dette er ikke samme figuren som i forrige levering. Vennligst rett opp.

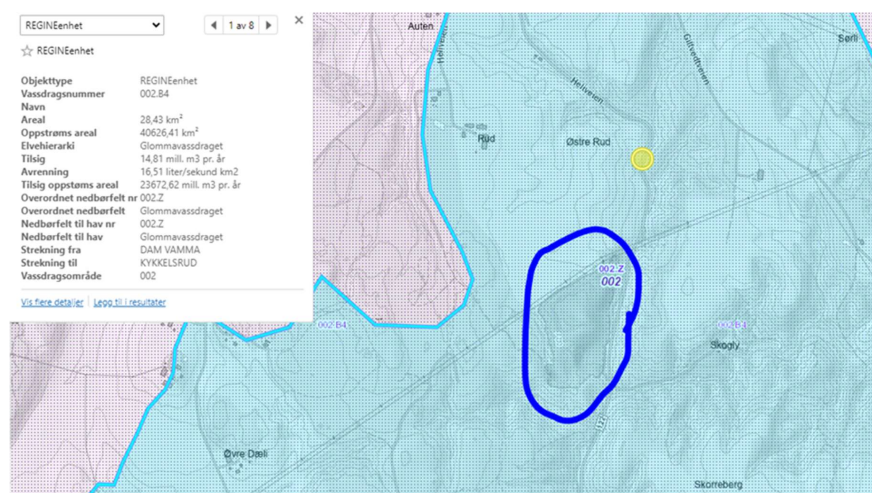


Figur 7-5: Tverrsnitt gjennom Spydeberg pukkverk som viser vannforekomster og strømningsmønster.

7.2. 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 utsakingsområdet 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 7-6: NVE-atlas nedbørsområder ved Spydeberg pukkverk.

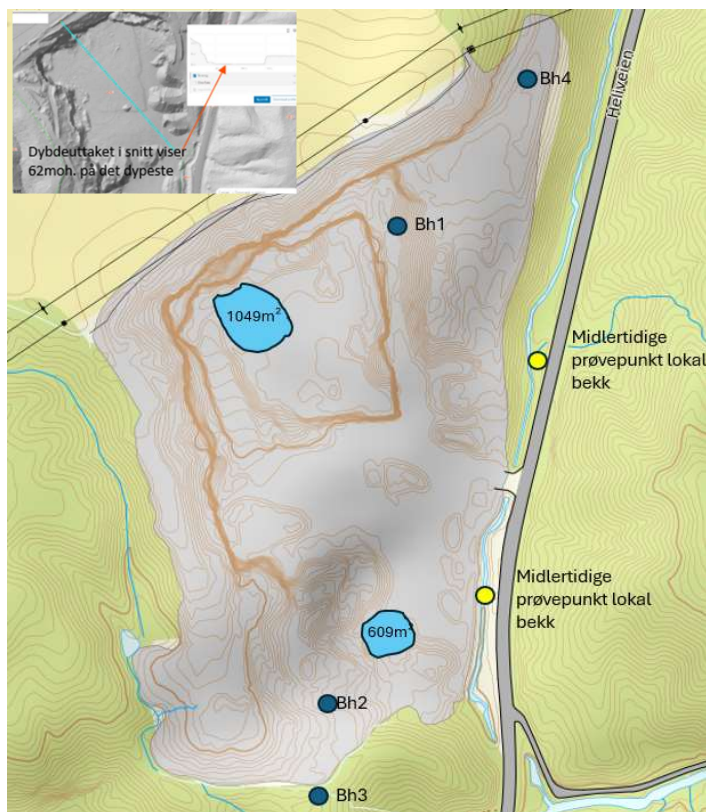
Kommentert [ØK3R2]: Rettet nå, ØK

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. poretryksmålere 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.



Figur 6-7: Illustrasjonskisse av bruddet, grunnvannsbrønner, sedimenteringsdammer som gir prøvetakingspunkter for overflate og grunnvann fremover

e)

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
Stedfestningsnøyaktighet	: 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- / brønnrørmateriale	: Rustfritt stål
Forings- / brønnrørlengde	:
Boring	: Loddrett
ANNEN INFORMASJON	
Borefirma	: Ukjent
Konsulentfirma	:
Egen brønn-ID	:
KOMMENTAR	
Data fra arkiv bore 1773 - g36o - 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 (2025)

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

Stasjon: Ås - RUSTADSKOGEN

K_f: 1.50

G_i: 50

Q_{maks, ut}: 533.5

Q_{midlere}/Q_{maks, ut}: 0.70

(Fylke for uthenting av data)

(Stasjon for uthenting av data)

(Klimafaktor)

(Dim. gjentakintervall)

(Maksimalt videreført)

(Forhold for midlere utløp)

Felt:

A: 88.592

φ: 0.20

t_k: 10

m²

(Størrelse nedbørfelt)

(Midlere avrenningskoeffisient)

min

(Konsentrasjonstid)

RESULTATER

Dimensjonerende verdier:

V: 599

A·φ: 17.718

Q_{midlere}: 93.0

P: 62

I: 115.1

t_r: 90

Q: 800

m³

m³

l/s

mm

l/(s·ha)

min

l/s

(Nødvendig fordrøyningsvolum)

(Redusert nedbørfelt)

(Midlere utløp)

(Dimensjonerende nedbørmengde)

(Dimensjonerende nedbørintensitet)

(Dimensjonerende regnvarighet)

(Dimensjonerende tilrenning)

Hydrologisk stasjon:

Fylke: Akershus

Kommune: Ås

Stasjon: Ås - RUSTADSKOGEN

Stasjonsnr: 17870

Høyde: 120

Breddegrad: 59.6703

Lengdegrad: 10.8107

Periode: 1974 - 2014

Lengde: 38

(Fylke)

(Kommune)

(Stasjonsnavn)

(Stasjonsnummer)

m.o.h.

(Breddegrad)

(lengdegrad)

(Måleperiode)

(Antall sesonger)

Referanser:

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

Forutsetninger:

- Konstant nedbørintensitet

- Konstant utløp fra magasin

- Regnvelopmetode for bestemmelse av volum

700

600

500

400

300

200

100

0

10

100

1,000

Nødvendig fordrøyningsvolum [m³]

Regnvarighet [min]

599 m³

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

t _r	I	I·K _f	V
[min]	l/(s·ha)	[m/s]	[m ³]
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
60	91.4	1.4E-05	540
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

side 48 av 56

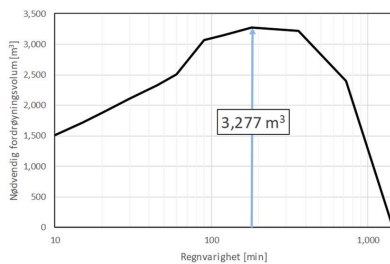
MAGASIN - Beregning av nødvendig fordrøyningsvolum - Dagens steinbrudd

Prosjekt: Spydeberg Pukkverk
Dato: 01-04-25

INPUT

Fylke:	Akershus	(Fylke for uthenting av data)
Stasjon:	ÅS - RUSTADSKOGEN	- (Stasjon for uthenting av data)
K _r =	1.50	- (Klimafaktor)
G _i =	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)

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

V =	3,277	m ³	(Nødvendig fordrøyningvolum)
A ₀ = q =	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)
t _e =	2,601	l/s	(Dimensjonerende tilrenning)

t_e	I	$I(Kr)$	V
[min]	[$I(\text{s-ha})$]	[m/s]	[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

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	(Målerperiode)
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
- Regnvenelopmetode for bestemmelse av volum

Vedlegg 2: Vannanalyser er utført av Eurofins



Serlie Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Serlie

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

Tlf: +47 69 00 52 00
mijo@eth.eurofins.com

AR-25-MM-028158-01

EUNOMO-00455317

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

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-03170227	Prøvetaksdato:	17.03.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerking:	1.X Påbøtter	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.i. 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 «det
risiko» (aw=0, <50% Probability of False Accept). Det henvises til www.eurofins.no for nærmere beskrivelse.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervall. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gis ut, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for den 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-25-MM-028158-01

UTREDNING GRUNNVANN, SPYDEBERG PUKKVERK
RAPPORT



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
mijo@etn.eurofins.com

AR-25-MM-028157-01

EUNOMO-00455317

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

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-03170228	Prøvetakingsdato:	17.03.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	2.Ser for PV	Analysestartdato:	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
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 den/ de(n) undersøkte prøve(n).

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

UTREDNING GRUNNVANN, SPYDEBERG PUKKVERK
RAPPORT



Serlie Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Serlie

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

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

AR-25-MM-038494-01

EUNOMO-00458957

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

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-04110119	Prøvetakingsdato:	11.04.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøveområde:	PUKKVERK	Analysedato:	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

Tydforklaring:

* 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 «det risiko» (α=Q, <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, uttatt 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

UTREDNING GRUNNVANN, SPYDEBERG PUKKVERK
RAPPORT



Sørlie Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Sørle

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

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

AR-25-MM-038495-01

EUNOMO-00458957

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

Referanse: Vannprøver

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-04110120	Prøvetakingsdato:	11.04.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøveemerkning:	3. INNI PV	Analysesstartdato:	11.04.2025		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
Turbiditet	0.98	FNU	0.1	30%	NS-EN ISO 7027-1
Guspensert 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: 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

535-1-120-07

UTREDNING GRUNNVANN, SPYDEBERG PUKKVERK
RAPPORT



Serlie Pukk AS
Heliveien 184
1821 Spydeberg
Attn: Kjell Serlie

Eurofins Environment Testing Norway
(Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Mellebakken 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: 17.03.2025 15:08 -
Analyseperiode: 24.03.2025 14:25

Referanse: Vannprøve

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	439-2025-03170229	Prøvetaksdato:	17.03.2025		
Prøvetype:	Overflatevann	Prøvetaker:	Oppdragsgiver		
Prøvemerkning:	4.Gravs Tipp Fylling Nord	Analysedato:	17.03.2025		
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/INPOC)	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.i. 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 akseptanriterier «det

risiko» (ie=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 gis ut, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøve(n).

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 999

Vedlegg 3: NEVINA lavvannskart

