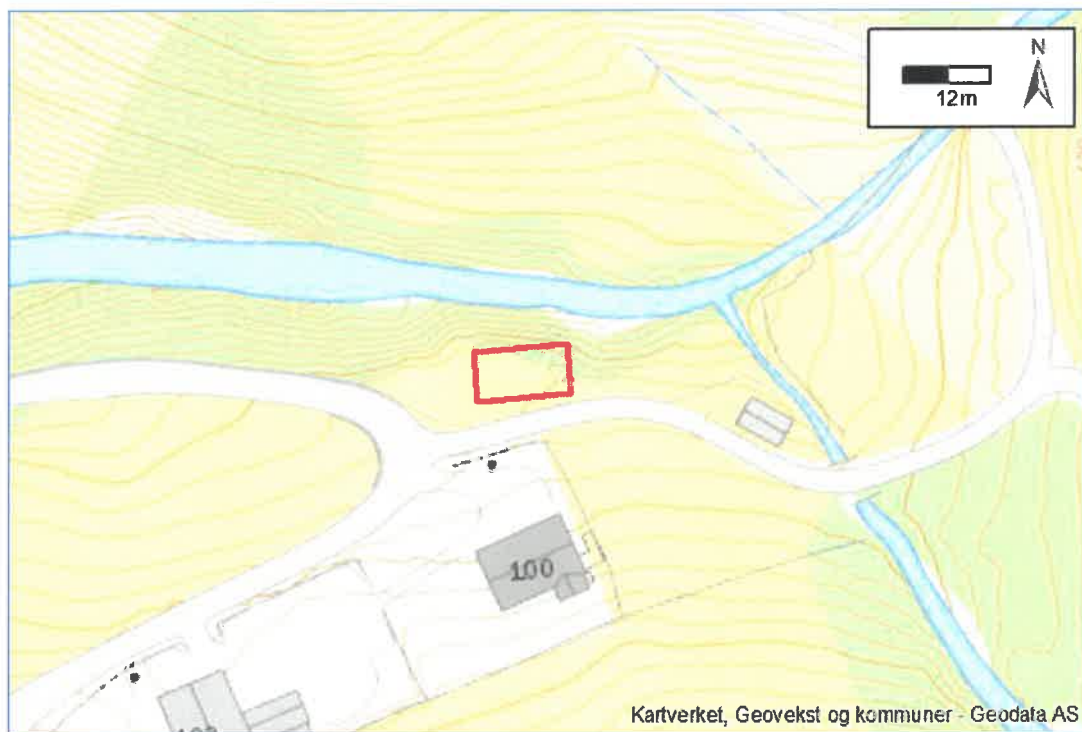


NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Anders Vatle Votlo, Lagerhall - Naturfarevurdering	PROSJEKTLEDER Roger Sørstø Andersen	DATO 19.02.2018
PROSJEKTNUMMER 57712001	OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Espen Eidsvåg (Geo) Bengt Clausen (Flom)	SIGNATUR <i>Espen Eidsvåg</i> <i>Bengt Clausen</i>	KONTROLLERT AV NAVN Roger S. Andersen (Geo) Mari Grimstad (Flom)
		SIGNATUR <i>Roger S. Andersen</i> <i>Mari Grimstad</i>

Innledning

Sweco har på oppdrag for Anders Vatle utført en vurdering av naturfare mot lagerbygg på eiendom 60/01 på Votlo i Osterøy kommune (Figur 1). Notatet inneholder en vurdering av skredfare, vurdering av stabilitet av byggegrunnen, samt en vurdering av flomfare for plasseringen av lagerbygget.



Figur 1: Oversiktskart som viser plassering av aktuell lagerhall på tomten i rødt.

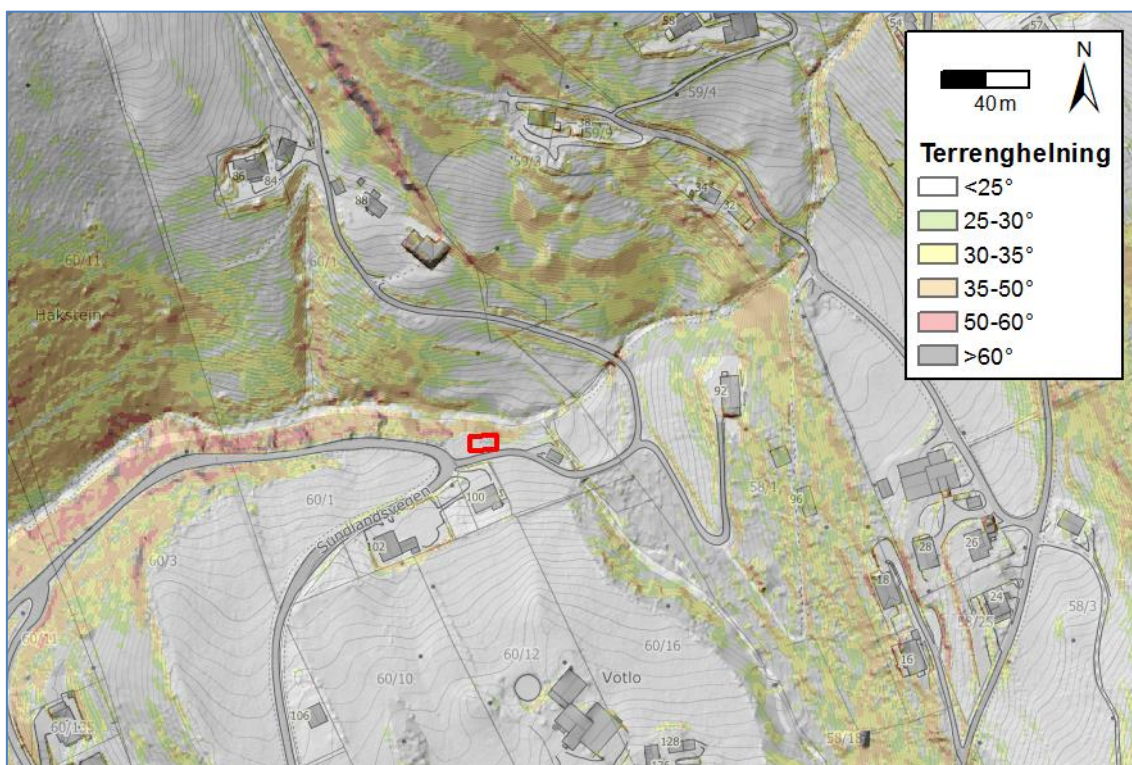
Grunnlag

Arbeidet er gjennomført ved hjelp av analyse av tilgjengelige, digitale kartdata [1, 2], blant annet analyse av terrenghelning og retning på overflatedrenering. Det er også utført en befaring i området av geolog Roger Andersen den 13.02.2018. Grunnen på stedet er undersøkt i felt ved hjelp av gravegroper på tomten. Det er også gjort befaring av nærliggende kulverter og broer. Observasjoner fra kartstudier, befaring etc. presenteres i de påfølgende kapitlene.

Områdebeskrivelse

Topografi og helning

Terrenget på selve byggetomten er flatt. Rett nord for bygget skrår terrenget bratt ned i elvedalen til elva Votlo, stedvis opptil ca. 50° (Figur 2). For øvrig er terrenget rundt tomten slakt, og det som finnes av brattere skråninger er i god avstand fra tomten.



Figur 2: Helningskart som viser brattheten av terrenget omkring den aktuelle byggetomten (markert i rødt).

Berggrunn

NGU sine berggrunnskart [3] viser at området består av «gneis, mest grøn biotitt-kloritt-epidot-amfibolgneis med raud feltspat, kvartsdiorittisk til amfibolittisk, nokre stader granittisk til monzonittisk-syenittisk gneis, truleg omdanna charnockitt». Det er observert berg i dagen flere steder i den bratte skrenten ned mot elva nord for bygget.

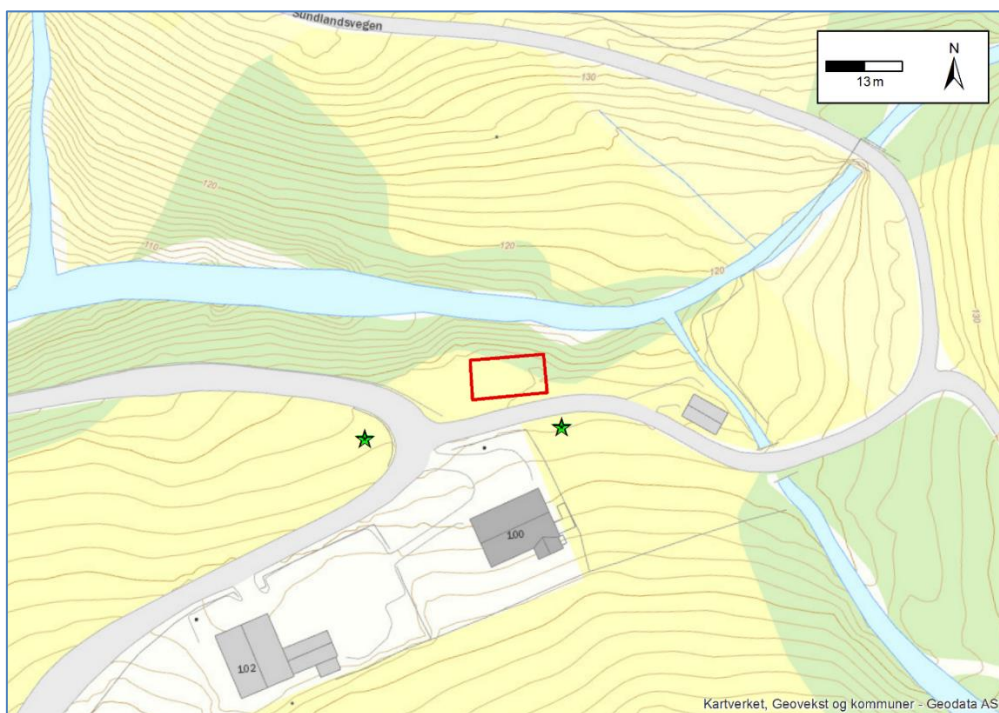
Løsmasser

NGU sine løsmassekart [4] viser at området består av bart fjell eller tynt løsmassedekke. Det ble på befaringen observert ca 0,5 meter løsmasser over berggrunnen, dette stemmer godt overens med løsmassekartet til NGU, massene bestod stedvis av mineraljord.

Grunnforhold

Det ble i forbindelse med befaringen gravd to groper (Figur 3) like ved lagerhallen. Ved ca 0,5 meters dybde ble det observert større blokk, mulig berg i dagen, ifølge grunneier går berget like under jordlaget, dette ser ut til å stemme med våre observasjoner. Ved kanten av elvegelet mot nord er det observert løsmasser/ dels fyllmasser over berg. Det er observert berg ca. 3-4 meter over elvebunnen.

Elvegelet øst før lagerhallen har en gjennomsnittlig helning på ca 45°. Ved de oppstikkende bergnabbene kan helningen være brattere.



Figur 3: Kart som viser undersøkte prøvetakingsgroper, markert med grønne stjerner.

Drenering

Elva Votlo drenerer rett nord for byggetomten. Denne har en forgreining rett lenger øst, med et elveløp fra øst-nordøst, og ett som kommer fra sør-sørøst.

Vegetasjon

Tomten er lite vegetert, men med noe blandingsskog i selve skråningen ned mot elva i nord. Området omkring preges primært av åpne jorder.

Klima

Det eksisterer ingen metrologiske stasjoner i nærheten av Votlo. Det er derfor benyttet den meteorologiske stasjonen på Florida i Bergen, selv om det åpenbart vil være lokale forskjeller både geografisk og i tid.

I forbindelse med et annet oppdrag knyttet til skredhendelse 7. desember 2017 har Sweco mottatt nedbørsdata fra kunde Anders Vatle. Disse målingene tilsier at det kom opptil 140 mm nedbør døgnet før raset den 07.12.17 (Tabell 1). I perioden fra 6.-8. desember kom det i Vatles målinger 175 mm.

Tabell 1. Nedbørsdata fra Votlo (kilde: Anders Vatle)

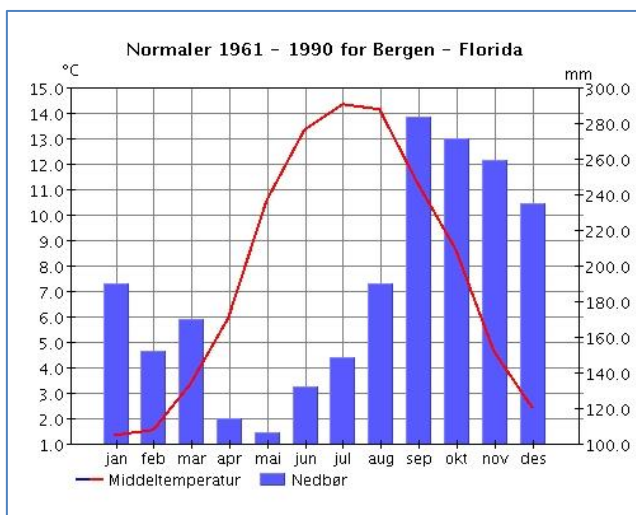
Periode	Målt nedbør (mm)
Mandag 4 desember til onsdag den 6 des kl 0600	35
Onsdag 6/12 kl. 0600 -1600	45
Onsdag 6/12 kl. 1600 - 2300	45
Onsdag 06/12 kl 2300- torsdag 07/12 kl 0600	50
Torsdag 07/12 kl 0600 - 1600	35

For et mer overordnet bilde på det regionale klimaet er det også gjort en klimaanalyse for Bergenområdet. Det er hentet klimadata fra Meteorologisk institutt for målestasjonen Bergen – Florida [5]. For statistikk om vind er det brukt data fra stasjonen Bergen – Flesland for å unngå effekten av lokaltopografi og dermed få mer korrekte data om de regionale vindforholdene.

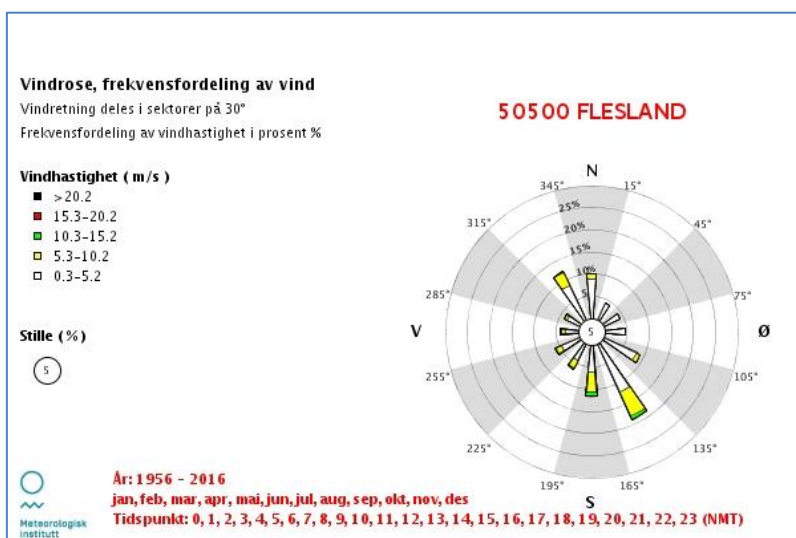
Dataene viser at klimaet i Bergensområdet er relativt mildt og marint med en årsmiddeltemperatur på 7,6°C og en årsmiddelnedbør på 2250 mm i normalperioden 1961-1990 [5]. Mye av nedbøren kommer i løpet av høstmånedene (Figur 4).

I perioden 1949-2017 var den mest ekstreme 1-døgns nedbørshendelsen den 14. september 2005 da det kom 156,5 mm nedbør. Dette var også den mest ekstreme 3-døgns nedbørshendelsen, da det i løpet av 14-16. september 2005 kom 182,8 mm nedbør. Til sammenligning ble det ved målestasjonen Bergen – Florida målt 148,1 mm nedbør i løpet av 6.-8. desember 2017 da skredet på Votlo gikk, noe som gjør det til den fjerde mest ekstreme nedbørsperioden siden 1949. Påregnelig, maksimal nedbør med returperioder 100 og 1000 år beregnet etter Gumbel-metoden er henholdsvis 154 og 197 mm i løpet av 1 døgn. Tilsvarende verdier for 3-døgnsnedbør er 189 og 226 mm.

Det dypeste snødekket som er målt mellom 1949 og 2017 var den 25. februar 2010, da det lå 61 cm snø. Dominerende vindretning ved målestasjonen Bergen – Flesland er fra sør-sørøst (Figur 5).



Figur 4: Middeltemperatur- og nedbør i Bergen i normalperioden 1961-1990 [5].



Figur 5: Dominerende vindretninger ved målestasjonen Bergen - Flesland.

Historiske skredhendelser

For den aktuelle byggetomten og nærliggende skråninger er det ikke registrert noen skredhendelser i NVE sin skreddatabase [6]. Sweco kjenner heller ikke til andre skredhendelser i relevant nærhet. Skredhendelsen som er nevnt den 7. desember 2017 har ingen topografisk tilknytning til denne aktuelle byggetomten.

Eksisterende skredfarevurderinger

Sweco kjenner ikke til at det er utført skredfarevurderinger av tomten eller relaterte områder omkring tidligere. Sweco har tidligere utført en skredfarevurdering for bebyggelsen lenger vest på Votlo for Osterøy kommune, men denne vurderes å ikke være relevant her.

Eksisterende skredsikringstiltak

Sweco kjenner ikke til at det er utført skredsikringstiltak på tomten tidligere.

Skredfarevurdering

Vurderingen av skredfare er utført med hensikt å kartlegge hvorvidt det er fare for skred for bygget. Bygget vurderes å falle inn under sikkerhetsklasse S1, med tilhørende krav om største årlige sannsynlighet for skred på 1/100 i henhold til TEK 17 § 7-3 [7]. Forskriften, samt relevante skredtyper er omtalt nærmere i vedlegg **Feil! Fant ikke referanseilden..** Notatet bygger på rapportmal utarbeidet av NVE for kartlegging av skredfare i bratt terreng og følger for øvrig NVE sin veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng [8].

Steinsprang/steinskred

Det er ingen skråninger som er bratte nok til at det kan løsne snøskred i nærheten av byggetomten, foruten skråningen ned mot elva. Eventuelle mindre steinsprang som løsner her vil kunne gå ned i elva, og ikke ha påvirkning på tomten.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang/steinskred på byggetomten er mindre enn 1/100.

Snøskred

Det som er av skråninger i omkringliggende områder ligger i god avstand fra byggetomten. Det er således ingen skråninger hvor snøskred kan løsne og gå ned mot tomten.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for snøskred på byggetomten er mindre enn 1/100.

Sørpeskred

På selve byggetomten og skråningene i nærheten er det ikke observert steder hvor det vurderes som sannsynlig at sørpeskred kan oppstå. Det er ikke gjort en detaljert analyse av hele dreneringsområdet for elva Votlo. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det finnes steder hvor snøskred kan gå ned i elveløpet og føre til oppdemming. Både på grunn av elvas gode kapasitet og hyppigheten på snøskredhendelser i området vurderes dette imidlertid å være en sjelden hendelse.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for sørpeskred i elva som kan ha betydning for byggetomten er mindre enn 1/100.

Jord- og flomskred

Det er ingen steder i omkringliggende skrånninger hvor jordskred kan løsne og nå ned til byggetomten.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for jordskred på byggetomten er mindre enn 1/100.

I elveløpet nord for byggetomten er det et spørsmål om det kan gå flomskred. Det er ikke observert noen løp eller avsetninger etter flomskred i eller nær det kartlagte området. Elveløpet er svært dypt, for det meste 5-10 m nedskåret i terrenget i forhold til terrenget rundt. Bredden på elveløpet er for det meste også 5 m eller mer. Selv om eventuelle jordskred, steinsprang eller erosjon lenger oppstrøms vil kunne føre til tilførsel av masser i elveløpet er det lite sannsynlig med større oppdemming som fører til betydelig oppstuvning av vann med påfølgende dambrudd og flomskred nedover elven.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for flomskred på byggetomten er mindre enn 1/100.

Oppsummering

Vi har vurdert faren for både steinsprang/steinskred, snøskred, sørpeskred, jord- og flomskred på tomten. Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for alle disse skredtypene er mindre enn 1/100.

Kravet om sikkerhet mot skred i henhold til TEK 17 § 7-3 er dermed oppfylt for byggetomten, og det trengs ingen tiltak for å sikre tomten mot skred.

Stabilitet for byggegrunn

Vurderinger grunnforhold

Befaringen viste at det er fremstikkende berg ca 3-4 over elvebunnen nord for lagerhallen. Erosjon fra elv vil da foregå i berg og ikke ha noen innvirkning på terrenget under bygget.

Det er gjort observasjoner tolket som berg ved ca 0,5 meter dybde ved 2 prøvegravinger på vest og sørsiden av bygget, som ifølge utbygger er oppført på stedlige masser over berg. Dette stemmer overens med våre observasjoner.

Sweco vurderer grunnforholdene for lagerbygget/rubbahallen til å være stabile og i henhold til kravet i plan og bygningsloven § 28-1 med tanke på stabilitet og fare for utrasing av grunnen.

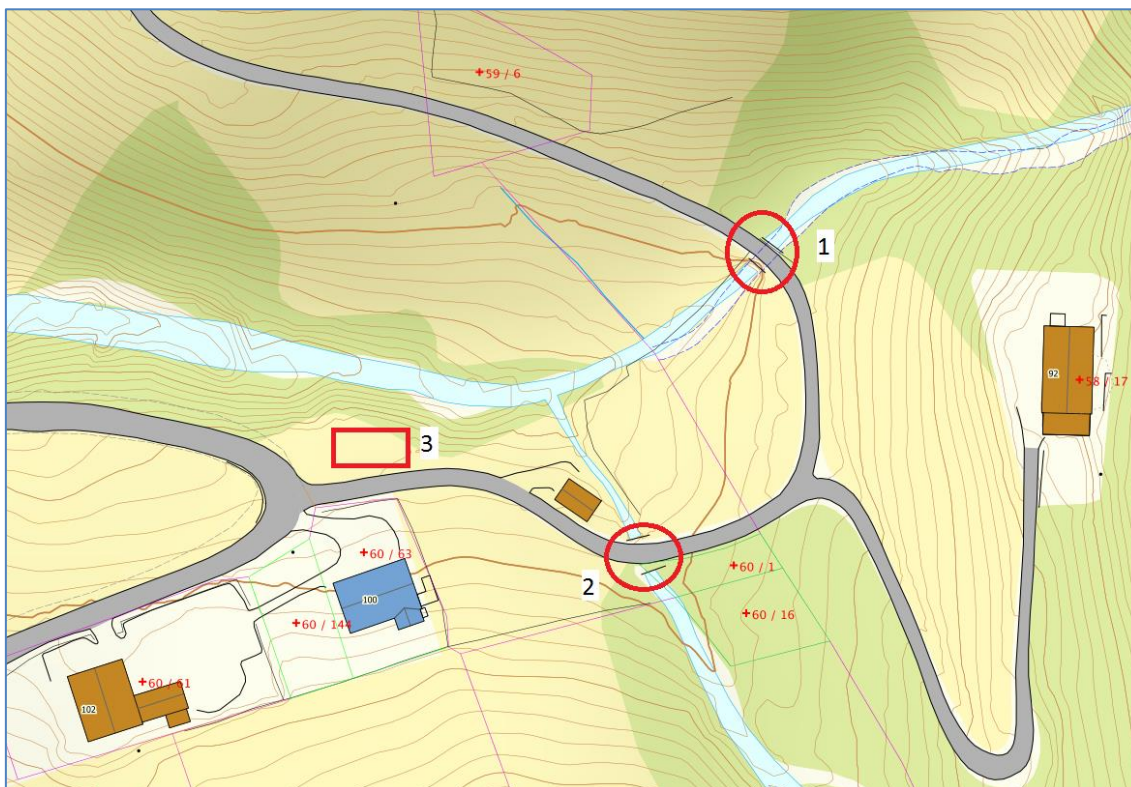
Flomfarevurdering

Grunnlag

Grunneier ønsker å plassere en lagerbygning der rød firkant er merket med 3 på Figur 6. Kommunen ønsker en tilfredsstillende løsning av overvann i forhold til de vannmengder som belaster det gjeldende arealet.

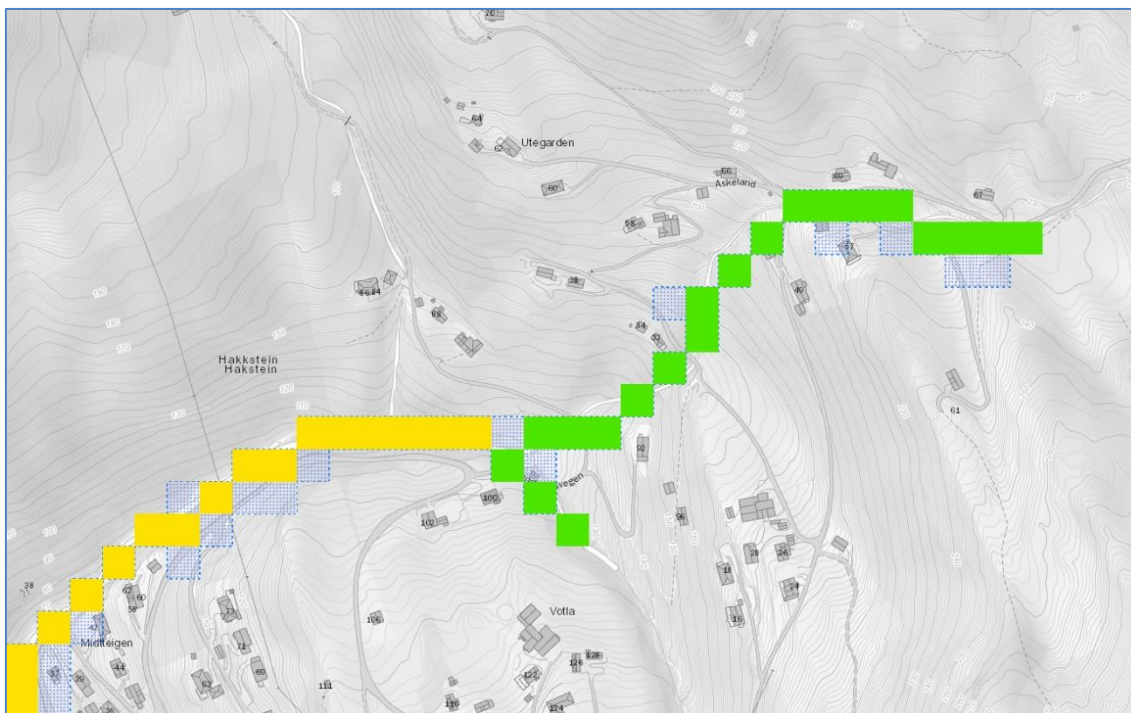
Dette forstår vi som at kapasiteten til stikkrennene under bro 1 og 2 må vurderes, og om disse er av tilstrekkelig dimensjon til å håndtere de krav som er i TEK17 § 7-2.

Videre hvilke konsekvenser det vil ha for lagerhallen om stikkrennene ikke har nødvendig kapasitet. Bro 1 står på kulvert med en 3m x 3,5m indre mål. Bro 2 har 2 stk Ø1000mm rør.



Figur 6: Aktuelle broer omtalt i teksten.

NVE sin uttalelse til søknaden om oppføring henviser blant annet til NVE sitt aktsomhetskart (Figur 7) og TEK17 §7-2. Utklipp for aktsomhetskartet viser at elvene her er merket med grønn og gul sone. Maksimal vannstandsøkning i gul sone er av NVE vurdert til 3,04 meter, og grønn er vurdert til 2,8 meter. Dette er under såle på det nye lagerbygget som er planlagt ca. 5 meter over elven.



Figur 7: Utklipp fra NVE sitt aktsomhetskart for flom.

Føringer for valg av nedbørshendelse

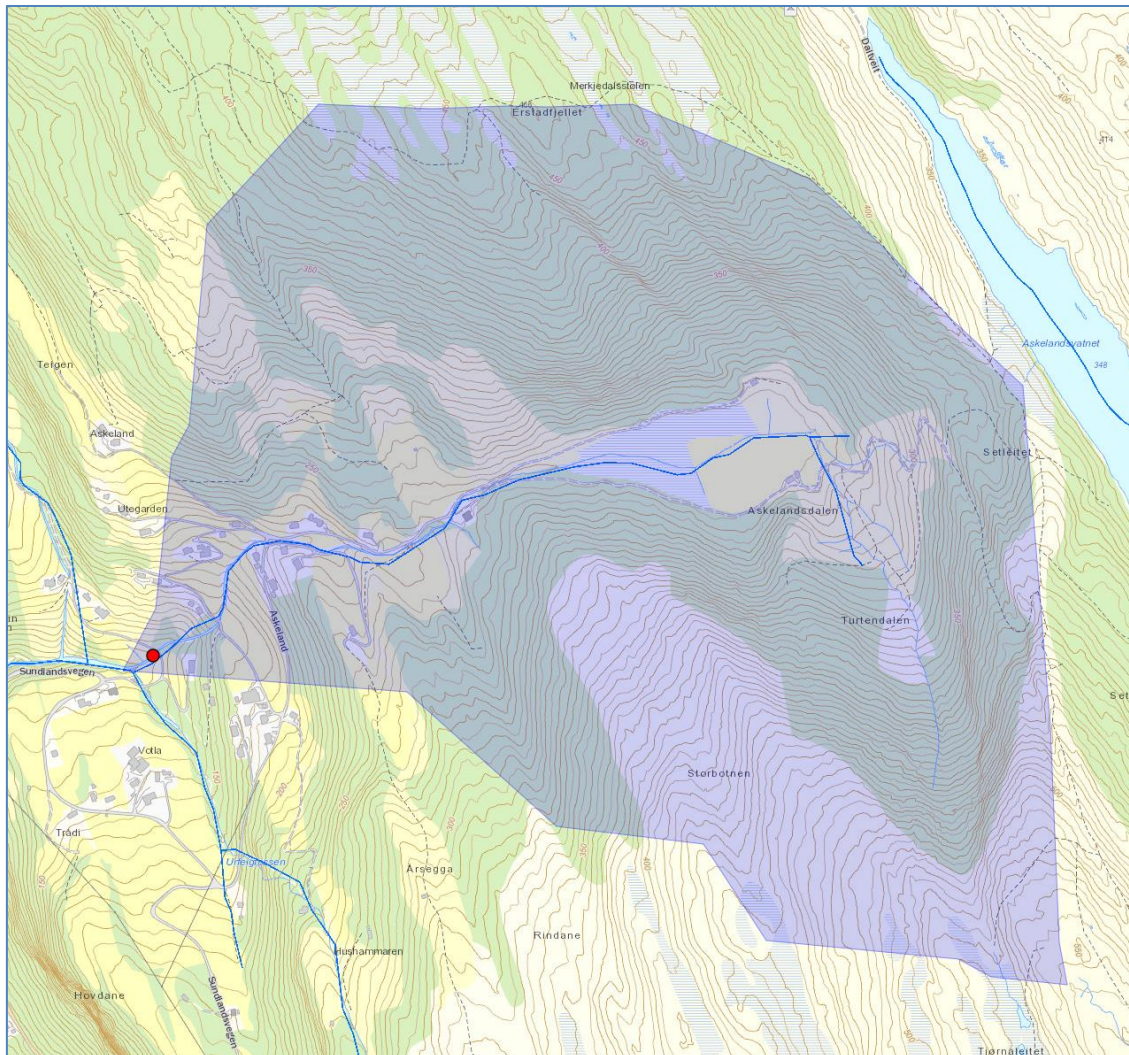
Tek17 §7-2 omhandler sikkerhet mot flom, og angir sikkerhetsklasser for ulike byggverk i flomutsatt område og angir den nominelle årlige sannsynlighet som skal legges til grunn. For lagerbygg er det lagt til grunn sikkerhetsklasse F1 med krav om største nominelle årlige sannsynlighet på 1/20, altså 20-års regnhendelse (Tabell 2). I veilederen til forskriften heter det at «Sikkerhetsklasse F1 gjelder tiltak der oversvømmelse har liten konsekvens. Dette omfatter byggverk med lite personopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser, eksempelvis garasjer og lagerbygninger med lite personopphold.» [7]

Tabell 2: Sikkerhetsklasser for flom, TEK 17 § 7-2 [7].

Tabell: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

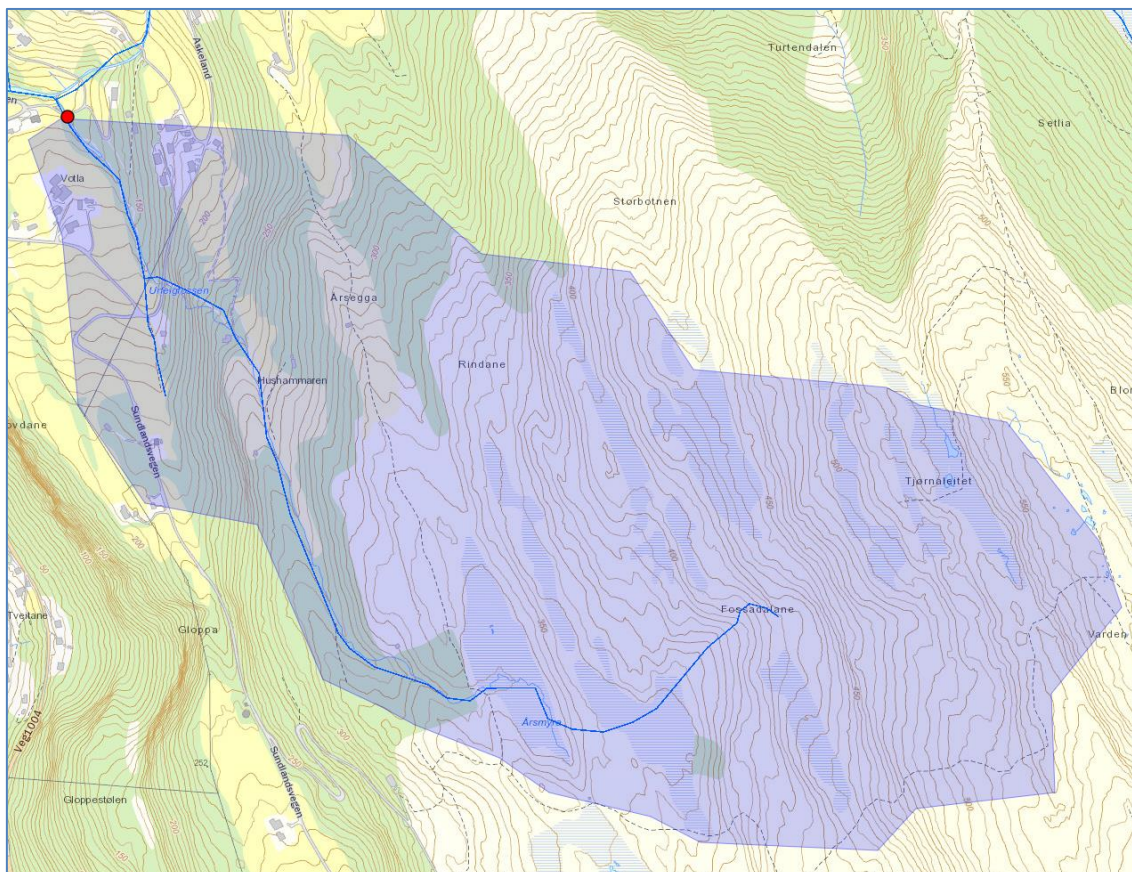
Nedbørsfelt til bro 1



Figur 8: Nedbørsfelt 1 til elv under bro 1. Arealet på området er 1,26 km².

Elven som leder under bro 1 har ikke hatt rapporter om mangelfull kapasitet i forbindelse med store nedbørsmengder. Konstruksjonen bro 1 hviler på har innvendige mål på 3 m x 3,5 m. Dette gir et tverrsnittsareal på 10,5 m². Med et innvendig fall på 10‰ vil denne ha en beregnet kapasitet på ca. 77.000 l/s

Nedbørsfelt til bro 2



Figur 9: Nedbørsfelt 2 til elv under bro 2. Arealet på området er 1,0 km²

Elven som leder under bro 2 har tidligere hatt kapasitetsutfordringer, og har senere blitt utvidet fra 1 x Ø1000 stikkrenne til 2 x Ø1000 stikkrenne. Kapasiteten er altså doblet. Med et innvendig fall på 10‰ vil disse ha en beregnet kapasitet på ca. 5.600 l/s.

Vurderinger av nedbørsbelastning til elv under bro 1 og bro 2

Konsentrasjonstid vurderes til 15 minutter for begge nedbørsfelt. Begge feltene er store, men elvene leder igjennom hele feltets lengde, og hastigheten kan bli stor. Osterøy kommunes VA-norm legges til grunn for beregningene. Det benyttes statistiske nedbørsdata for Bergen – Sandsli, stasjonsnummer 50480. Dimensjonerende regnskylhyppighet er satt til 20 år basert på sikkerhetsklasse F1 hentet fra TEK17 § 7-2. Nedbørsdata fra Sandsli gir oss da en dimensjonerende nedbørintensitet på 132 l/s*ha. Klimafaktor for førsituasjonen settes til 1. For referanse, og i henhold til Osterøy kommunes VA-norm settes klimafaktor for fremtidig forventet nedbør til 1,4 (40%).

Tabell 3: Norsk Vann sin veileder/rapport 162/2008.

Dimensjonerende regnskyllhyppighet (1 i løpet av "n" år)*	Plassering	Dimensjonerende oversvømmelseshyppighet ** (1 i løpet av "n" år)
1 i løpet av 5	Områder med lavt skadepotensiale (utkantområder, landbrukskommuner)	1 i løpet av 10
1 i løpet av 10	Boligområder	1 i løpet av 20
1 i løpet av 20	Bysenter /industriområder/forretningsstrøk	1 i løpet av 30
1 i løpet av 30	Unganger/ områder med meget høyt skadepotensial	1 i løpet av 50

*) Ledningsnett skal bare fylles til topp av rør ved dimensjonerende regnskyllhyppighet.

**) Oversvømmelsesnivået skal normal regne til et kjellernivå 90 cm over topp av rør i hovedledningsnett.

Tabell 4: Avrenningskoeffisienter basert på terrengtype.

Tette flater (tak, asfalterte plasser/veger o.l.)	0,85 - 0,95
Bykjerne	0,70 - 0,90
Rekkehus-/leilighetsområder	0,60 - 0,80
Eneboligområder	0,50 - 0,70
Grusveier/-plasser	0,50 - 0,80
Industriområder	0,50 - 0,90
Plen, park, eng, skog, dyrket mark	0,30 - 0,50
Fjellområde uten lyng og skog	0,50 - 0,80
Fjellområde med lyng og skog, steinet og sandholdig grunn	0,30 - 0,50

Tabell 5: Nedbørsdata fra Sandsli. Kilde: eKlima.no

Returperioder(år); Nedbørintensitet i liter pr. sekund pr. hektar(10 000m ²) (l/s*ha)														
50480 BERGEN - SANDSLI														
Periode: 1982 - 2017														
Antall sesonger: 33														
År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	262,7	216,6	191,3	155,7	114,8	90,9	77,3	60,3	47,6	40,9	32,6	29,1	23,7	16,3
5	325,5	268,5	239,1	194,7	138,1	108,8	93,0	73,6	58,4	50,4	40,8	37,0	29,2	19,3
10	367,0	302,9	270,7	220,5	153,5	120,6	103,4	82,5	65,6	56,7	46,2	42,2	32,9	21,2
20	406,9	335,8	301,0	245,3	168,3	132,0	113,4	91,0	72,4	62,7	51,4	47,2	36,5	23,1
25	419,5	346,3	310,6	253,2	173,0	135,6	116,6	93,7	74,6	64,6	53,1	48,8	37,6	23,7
50	458,5	378,5	340,3	277,4	187,4	146,7	126,3	102,0	81,3	70,5	58,2	53,7	41,1	25,5
100	497,2	410,5	369,7	301,4	201,8	157,7	136,0	110,2	88,0	76,4	63,2	58,6	44,5	27,4
200	535,8	442,4	399,0	325,4	216,1	168,7	145,6	118,4	94,6	82,2	68,2	63,4	47,9	29,2

Rasjonelle formel: $Q = C * i * A * K_f$

C: avrenningskoeffisient =0,3

i: nedbørsintensitet (fra IVF-kurve, Sandsli)

12 (13)

NOTAT
19.02.2018

A1: Areal 1 ca. 126 ha

A2: Areal 2 ca. 100 ha

Kf: klimafaktor (1,4) fremtidig nedbør

Nedbørsvarighet => 20 år, 15 minutt □ i = 132 l/s x ha

Viser til vedlegg 2 og 3 med kalkulasjoner fra beregningsprogram.

Areal 1 som samler overvann fra 1,26 km² vil ha en største vannføring i elven på like under 7.000 l/s inkludert en klimafaktor på 1,4. Med en kapasitet på kulverten på 77.000 l/s vil denne håndtere lagt større vannmengder enn vi trenger å beregne for.

Areal 2 som samler overvann fra 1,0 km² vil ha en største vannføring i elven på like under 5.600 l/s inkludert en klimafaktor på 1,4. Med en kapasitet på de to Ø1000 stikkrennene på til sammen 5.600 l/s vil denne håndtere de vannmengdene vi skal beregne for.

Dersom det kommer mer vann enn de to stikkrennene kan håndtere vil vannet følge veg mellom punkt 2 og punkt 3 (Figur 6). Dersom tiltakshaver ønsker å etablere en ekstra sikring i slike tilfeller kan dette gjøres ved å forme terreng og veg. Dette kan gjøres på en måte som avskjærer vannet før det når lagerhallen, og føre det direkte ned mot elv.

Referanser

- [1] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [2] Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS, «WMS-kart,» [Internett]. Available: <http://services.geodataonline.no/arcgis/services>.
- [3] NGU, «NGU Berggrunnskart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [4] NGU, «NGU Løsmassekart,» [Internett]. Available: www.ngu.no.
- [5] Meteorologisk institutt, «eklima.no,» [Internett]. Available: www.eklima.no.
- [6] NVE, «NVE Atlas,» 2018. [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.
- [7] DiBK, «Byggteknisk forskrift,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17>.
- [8] NVE, «8/2014 - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak,» 2014.

Vedlegg

1. Skredtyper og sikkerhetsklasser
2. Elveløpsberegning nedbørsareal 1
3. Elveløpsberegning nedbørsareal 2

VEDLEGG 1 - SKREDTYPER OG SIKKERHETSKLASSER

Skredtyper i bratt terreng

Fjellskred

Fjellskred oppstår når unormalt store parti ($>100\,000\text{ m}^3$) med berg raser ut. Å identifisere og analysere skredfaren fra slike parti er utfordrende. Det er blant annet nødvendig å analysere berget over tid med nøyaktige målinger for å avdekke eventuell bevegelse. Slike parti er ikke tatt hensyn til i foreliggende rapport.

Steinsprang/steinskred

Når steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover i en skråning kalles det steinsprang eller steinskred. Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghellingen er brattere enn $40\text{--}45^\circ$.

Snøskred

Snøskred blir gjerne delt inn i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred er utløsning av skred i løs snø med liten fasthet, som gjerne starter med ei lita lokal utgliding. Etterhvert mobiliseres ny snø og skredet utvider seg og får en pæreform. Flakskred oppstår når et større flak løsner over et glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Store skred løsner vanligvis der terrenget er mellom $30\text{--}50^\circ$ bratt. Der det er brattere glir snøen jevnlig ut slik at det ikke akkumuleres store snømasser. Snøskred kan skape skredgufs/fonnvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred

Sørpeskred er strøm av vannmetta snø som oftest følger forsenkninger i terrenget. Skredene oppstår ved at vann ikke klarer å drenere ut av snøen for eksempel ved tele eller is. Sørpeskred kan gå i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Om våren kan sørpeskred bli utløst i fjellet når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og selv skred med lite volum kan gi stor skade. NVE har ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

Jordskred

Jordskred starter ved at vannmettede løsmasser mobiliseres på grunn av økt poretrykk, oftest fra skråninger brattere enn $25\text{--}30^\circ$. Jordskred kan grovt deles i kanaliserte og ikke-kanaliserte skred. Kanaliserte skred danner kanaler som fungerer som skredbaner for senere skred. Det kan avsettes masser i langsgående rygger langs kanalene (levéer). Der terrenget flater ut vil massene avsettes i tungeformer. Ved gjentakende skredhendelser akkumuleres massene i

såkalte skredvifter. Ikke-kanaliserte jordskred brer seg nedover skåningene i en sone som gradvis blir bredere.

Flomskred

Flomskred oppstår vanligvis i forbindelse med kraftige regnværsperioder i terreng med helning ned mot 10°. De vannmettede skredmassene beveger seg raskt nedover langs elve- og bekeløp eller i raviner/gjel/skar uten permanent vannføring. Flomskred kan avsette levéer langs løpene og vifter der skredbanen går over i slakere terreng. Viftene vil oftest ha grovere materiale ved rota og finere materiale utover på viften. Flomskred oppstår oftest ved kraftig nedbør eller snøsmelting og kan initieres som jordskred, ved bekke- og elveerosjon eller i kombinasjon med sørpeskred.

Leirskred

Leirskred oppstår utrasing i meget finkornete avsetninger. Skredene forekommer i tidligere marine avsetninger og faren for leirskred er lokalisert under marin grense. Faren for leirskred er utfordrende å bestemme og det krever ofte omfattende sensitivitetsundersøkelser. Vurderinger av leirskred er ikke omhandlet i foreliggende rapport.

Skredfare og klimaendringer

I deler av landet vil klimautviklingen kunne øke hyppigheten av skred som knyttet til regn, snø og flom. Dette gjelder først og fremst jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred. Hyppigheten av ekstreme nedbørshendelser vil også kunne gi økt frekvens av steinsprang og steinskred.

Det er likevel ikke grunn til å tro at de svært store, sjeldne skredene vil bli større eller komme oftere. Ved kartlegging av faresoner for skredfare er det derfor ikke nødvendig å legge til en ekstra margin som følge av forespeilede endringer i klima.

Sikkerhetsklasser for skred

Akseptkriterium for skredfare er gitt i Byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-3. Sikkerhetskravene er skildret og tolket i rettledningen til forskriften (www.dibk.no).

Sikkerhetskravene i TEK17 gjelder for nye byggverk. Kravene vil også gjelde ved utbygginger og nybygg knyttet til eksisterende byggverk.

Byggverk der konsekvensene av skred er særlig stor skal ikke plasseres i skredfarlig område. Dette gjelder for eksempel byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehåndtering, samt byggverk som er omfattet av storulykkeforskriften.

For byggverk i skredfareområde skal kommunen alltid fastsette sikkerhetsklasse. Kommunen må se til at byggverk blir plassert trygt nok i forhold til de 3 sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 (tabell 1).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser for skred i henhold til TEK17 § 7-3.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Dette kan være byggverk der personer normalt ikke oppholder seg. Garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger, lagerbygninger med lite personopphold er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred ikke være større enn 1/100. Altså kan de ikke plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/100, men de kan plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/1000 og 1/5000.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Boliger med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkeregigg/overnattingssteder der det normalt oppholder seg maksimalt 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred ikke være større enn 1/1000. Altså kan de ikke plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/100 og 1/1000, men de kan plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/5000.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan være byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, samt for eksempel skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal den årlige nominelle sannsynligheten for skred ikke være større enn 1/5000. Altså kan de ikke plasseres innenfor soner med skredfare større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Det er også krav til sikkerhet for tilhørende uteareal, men TEK17 åpner for at kommunen kan vurdere kravet til sikkerhet basert på eksponeringstiden for personer.

TEK17 åpner for at byggverk i S1-S3 kan oppnå nødvendig sikkerhet ved at det blir gjennomført sikringstiltak.

Votlo Lagerhall, Naturfarevurdering

Oppdrag	Votlo Lagerhall, Naturfarevurdering_ Nedbørsareal 1			Oppdragsnr.	57712001
Dato	16.02.2018	Utført av	nobecl	Kontrollert av	nogrim
Revisjon	00.01.1900				



Forutsetninger for beregningen

Gjentaksintervall (år)	20
Konsentrasjonstid for hele nedbørsfeltet (min)	15
Klimafaktor	1,4
Maks tillatt videreført vannmengde (l/s)	0

Sikkerhetsklasse FI, TEK17 §7-2

Nedbørsfelt		Nedbørsareal 1
Beskrivelse	Areal (m²)	Avrennings-koeffisient
Tette flater	0	0,8
Skog	1 260 000	0,3
Skog	0	0,3
Sum areal (m2)	1 260 000	
Gjennomsnittlig avrenningskoeffisient	0,30	
Sum red.a. (m2)	378 000	

IVF-kurver					
Målestasjon	Sandsli	Måleperiode	1982 - 2017	Antall serier	33

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	262,7	216,6	191,3	155,7	114,8	90,9	77,3	60,3	47,6	40,9	32,6	29,1	23,7	16,3
5	325,5	268,5	239,1	194,7	138,1	108,8	93,0	73,6	58,4	50,4	40,8	37,0	29,2	19,3
10	367,0	302,9	270,7	220,5	153,5	120,6	103,4	82,5	65,6	56,7	46,2	42,2	32,9	21,2
20	406,9	335,8	301,0	245,3	168,3	132,0	113,4	91,0	72,4	62,7	51,4	47,2	36,5	23,1
25	419,5	346,3	310,6	253,2	173,0	135,6	116,6	93,7	74,6	64,6	53,1	48,8	37,6	23,7
50	458,5	378,5	340,3	277,4	187,4	146,7	126,3	102,0	81,3	70,5	58,2	53,7	41,1	25,5
100	497,2	410,5	369,7	301,4	201,8	157,7	136,0	110,2	88,0	76,4	63,2	58,6	44,5	27,4
200	535,8	442,4	399,0	325,4	216,1	168,7	145,6	118,4	94,6	82,2	68,2	63,4	47,9	29,2

Intensitet (med klimafaktor) for dimensjonerende regn	569,66	470,12	421,4	343,42	235,62	184,8	158,76	127,4	101,36	87,78	71,96	66,08	51,1	32,34
Q _{dim} (regn) (l/s)	1435,54	2369,40	3185,78	4327,09	5937,62	6985,44	6001,13	4815,72	3831,41	3318,08	2720,09	2497,82	1931,58	1222,45

Største vannføring:

Varighet (min)	15	Q dim (l/s)	6985,44
----------------	----	-------------	---------

Utrekning av nødvendig fordrøyningsvolum

Modell: Aron og Kiblers metode (VA-miljøblad nr. 69)

Varighet regn (min)	1	2	3	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180	360
Tilført volum (m3)	86,1	284,3	573,4	1298,1	3562,6	6286,9	7201,4	8668,3	10344,8	11945,1	14688,5	17984,3	20861,1	26405,0
Videreført volum (m3)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nødvendig fordrøyningsvolum (m3)	86,1	284,3	573,4	1298,1	3562,6	6286,9	7201,4	8668,3	10344,8	11945,1	14688,5	17984,3	20861,1	26405,0

Største nødvendige fordrøyningsvolum

Nødvendig fordrøyningsvolum (m³)	26404,96
----------------------------------	----------

Votlo Lagerhall, Naturfarevurdering

Oppdrag	Votlo Lagerhall, Naturfarevurdering_ Nedbørsareal 2			Oppdragsnr.	57712001
Dato	16.02.2018	Utført av	nobecl	Kontrollert av	nogrim
Revisjon	00.01.1900				



Forutsetninger for beregningen

Gjentaksintervall (år)	20
Konsentrasjonstid for hele nedbørsfeltet (min)	15
Klimafaktor	1,4
Maks tillatt videreført vannmengde (l/s)	0

Sikkerhetsklasse FI, TEK17 §7-2

Nedbørsfelt		Nedbørsareal 1
Beskrivelse	Areal (m²)	Avrennings-koeffisient
Tette flater	0	0,8
Skog	1 000 000	0,3
Skog	0	0,3
Sum areal (m2)		1 000 000
Gjennomsnittlig avrenningskoeffisient		0,30
Sum red.a. (m2)		300 000

IVF-kurver					
Målestasjon	Sandsli	Måleperiode	1982 - 2017	Antall serier	33

År	1 min.	2 min.	3 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	60 min.	90 min.	120 min.	180 min.	360 min.
2	262,7	216,6	191,3	155,7	114,8	90,9	77,3	60,3	47,6	40,9	32,6	29,1	23,7	16,3
5	325,5	268,5	239,1	194,7	138,1	108,8	93,0	73,6	58,4	50,4	40,8	37,0	29,2	19,3
10	367,0	302,9	270,7	220,5	153,5	120,6	103,4	82,5	65,6	56,7	46,2	42,2	32,9	21,2
20	406,9	335,8	301,0	245,3	168,3	132,0	113,4	91,0	72,4	62,7	51,4	47,2	36,5	23,1
25	419,5	346,3	310,6	253,2	173,0	135,6	116,6	93,7	74,6	64,6	53,1	48,8	37,6	23,7
50	458,5	378,5	340,3	277,4	187,4	146,7	126,3	102,0	81,3	70,5	58,2	53,7	41,1	25,5
100	497,2	410,5	369,7	301,4	201,8	157,7	136,0	110,2	88,0	76,4	63,2	58,6	44,5	27,4
200	535,8	442,4	399,0	325,4	216,1	168,7	145,6	118,4	94,6	82,2	68,2	63,4	47,9	29,2

Intensitet (med klimafaktor) for dimensjonerende regn	569,66	470,12	421,4	343,42	235,62	184,8	158,76	127,4	101,36	87,78	71,96	66,08	51,1	32,34
Q _{dim} (regn) (l/s)	1139,32	1880,48	2528,40	3434,20	4712,40	5544,00	4762,80	3822,00	3040,80	2633,40	2158,80	1982,40	1533,00	970,20

Største vannføring:

Varighet (min)	15	Q dim (l/s)	5544,00
----------------	----	-------------	---------