

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Ingeniørgeologisk vurdering Hegra festning og De Værdalske Befestninger</b>	DOKUMENTKODE	10205798-RIGberg-NOT-002
EMNE	De Værdalske Befestninger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Forsvarsbygg</b>	OPPDRAAGSLEDER	Solveig Vassenden
KONTAKTPERSON	Johnny Gylland	SAKSBEHANDLER	Solveig Vassenden
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234013 Bergteknikk Midt

## SAMMENDRAG

Forsvarsbygg har engasjert Multiconsult Norge AS til å foreta en ingeniørgeologisk vurdering av stabiliteten ved De Værdalske Befestninger i Verdal kommune i Trøndelag. Etter befaring vurderes den generelle stabiliteten ved deler av nordre galleri å være så dårlig at det frarådes opphold i denne delen før omfattende rensk og sikring er utført.

For søndre og deler av nordre galleri vurderes den generelle stabiliteten å være tilfredsstillende. Lokalt bomt berg og enkelte løse blokker anbefales sikret ved hjelp av bolter. I tillegg anbefales rensk av løst materiale ved flere lokaliteter. For å følge med på utviklingen av området med bomt berg eller sprøytebetong, samt for å renske ned steiner og/eller blokker som over tid må forventes å løsne som følge av tine- og fryseprosesser, anbefales det at det fortsatt utføres årlig kontroll av anlegget.

## 1 Innledning

Forsvarsbygg har engasjert Multiconsult Norge AS til å foreta en ingeniørgeologisk vurdering av stabiliteten ved De Værdalske Befestninger i Verdal kommune i Trøndelag. Det ble gjennomført en befaring ved anlegget den 15. juni 2018. Formålet med befaringsdagen var å vurdere stabiliteten og eventuelt avdekke forhold som krever tiltak for at anlegget skal kunne være åpent for publikum. Johnny Gylland fra Forsvarsbygg og ingeniørgeolog Solveig Vassenden fra Multiconsult var tilstede på befaringsdagen.

Dette notatet beskriver Multiconsults funn på befaringsdagen, samt vurderinger og anbefalinger for nødvendige tiltak.

Multiconsult har mottatt kart over anlegget fra Forsvarsbygg. Kartene er videre bearbeidet for bruk i dette notatet.

## 2 Bakgrunn

De Værdalske Befestninger består av Nordre og Søndre Galleri, som begge ligger ca. 250 m.o.h., rett øst for Vaterholmen i Inndalen i Verdal kommune, se Figur 1. Berggrunnen i området består ifølge NGUs berggrunnskart hovedsakelig av grønnstein og amfibolitt med smale gjennomsettende, nordøst-sørvest orienterte bånd av forgneiset granitt, metadioritt og kvartskeratofyr, se Figur 2. Befaringsobservasjoner viser at det er større variasjon i berggrunnen i det aktuelle området enn det som fremkommer av NGUs berggrunnskart, og det ble observert både glimmerskifer og

00	28.08.2018		Solveig Vassenden	Audun Andersen	Sverre Hagen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## De Værdalske Befestninger

glimmergneis i området. Under befaringen ble det ikke lagt vekt på kartlegging av bergarter og bergartsgrenser, og detaljer vedrørende dette er dermed ikke videre beskrevet i dette notatet.

Overdekningen ved De Værdalske Befestninger varierer fra 1 til mer enn 20 meter. Begge galleriene ligger i ei bratt dalside, og berggrunnen er dekket av et tynt dekke med humus og/eller torv bevoskt med lyng og mose.

Hvert av de to galleriene består av et underjordsanlegg der flere mindre bergrom ligger på hver side av én hovedtunnel, se Figur 3A og B. Bergoverflaten i heng, vederlag og vegger ble kontrollert ved bruk av spett, der dette lot seg gjøre fra såle. Der dette ikke var mulig pga. høyde ble det foretatt en visuell kontroll. Ved bruk av spett avdekkes løse blokker og steiner, samt bom-områder. Dette er områder der berget, over større eller mer avgrensede områder, er sprekkeavløst.

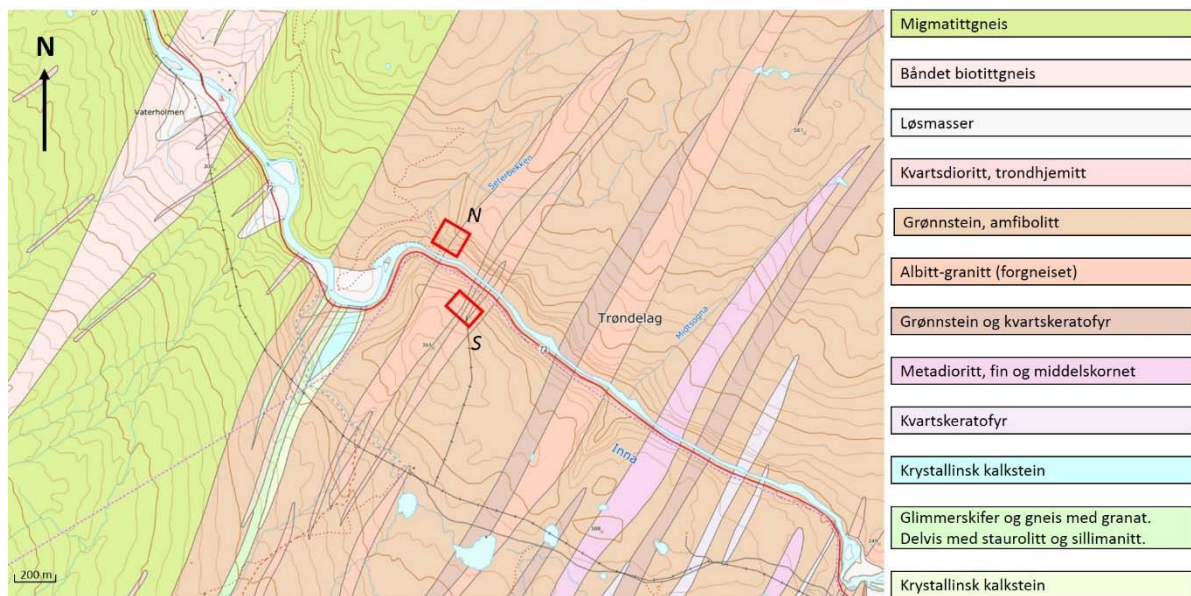
Med unntak av noen partier i nordre galleri og ett rom i søndre galleri er alle bergrom og tunneler kontrollert. Der heng og vegger er dekket av plater er det foretatt visuell kontroll der dette er mulig. Dette går fram av befaringsobservasjonene beskrevet i neste kapittel. Påhuggsområdene er ikke kontrollert. Multiconsult har vurdert stabilitet med tanke på risiko for alvorlig personskade ved ferdsel på anlegget. Dette innebærer at det aksepteres nedfall av små steiner som under normale omstendigheter ikke medfører personskade.

Forsvarsbygg opplyser at det foretas en årlig gjennomgang av anlegget.

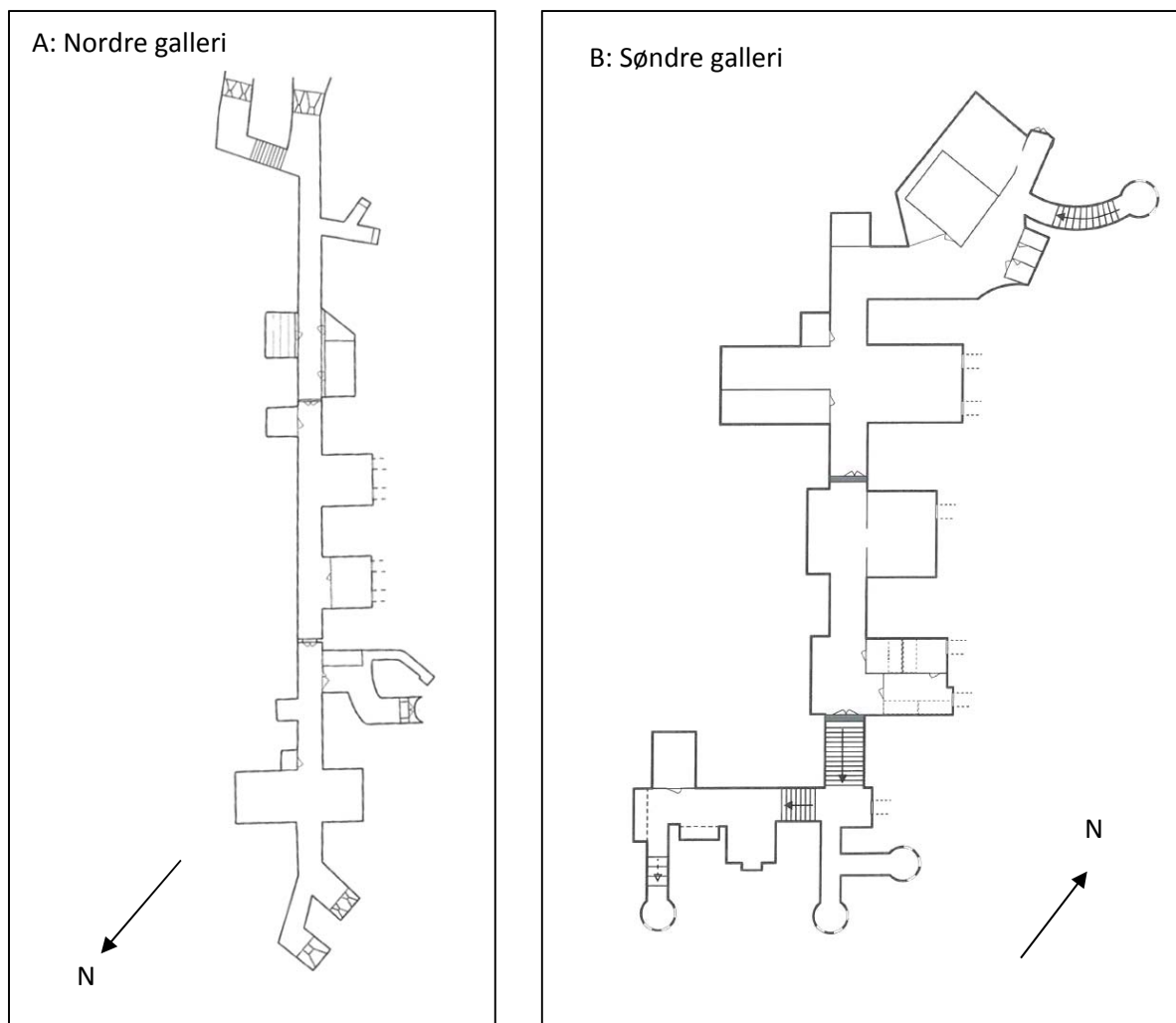


Figur 1: Oversiktskart som viser beliggenhet for De Værdalske Befestninger. Området er markert med rødt rektangel (norgeskart.no).

De Værdalske Befestninger



Figur 2: Utsnitt fra NGUs berggrunnskart. De aktuelle områdene er markert med rødt rektangel (ngu.no).

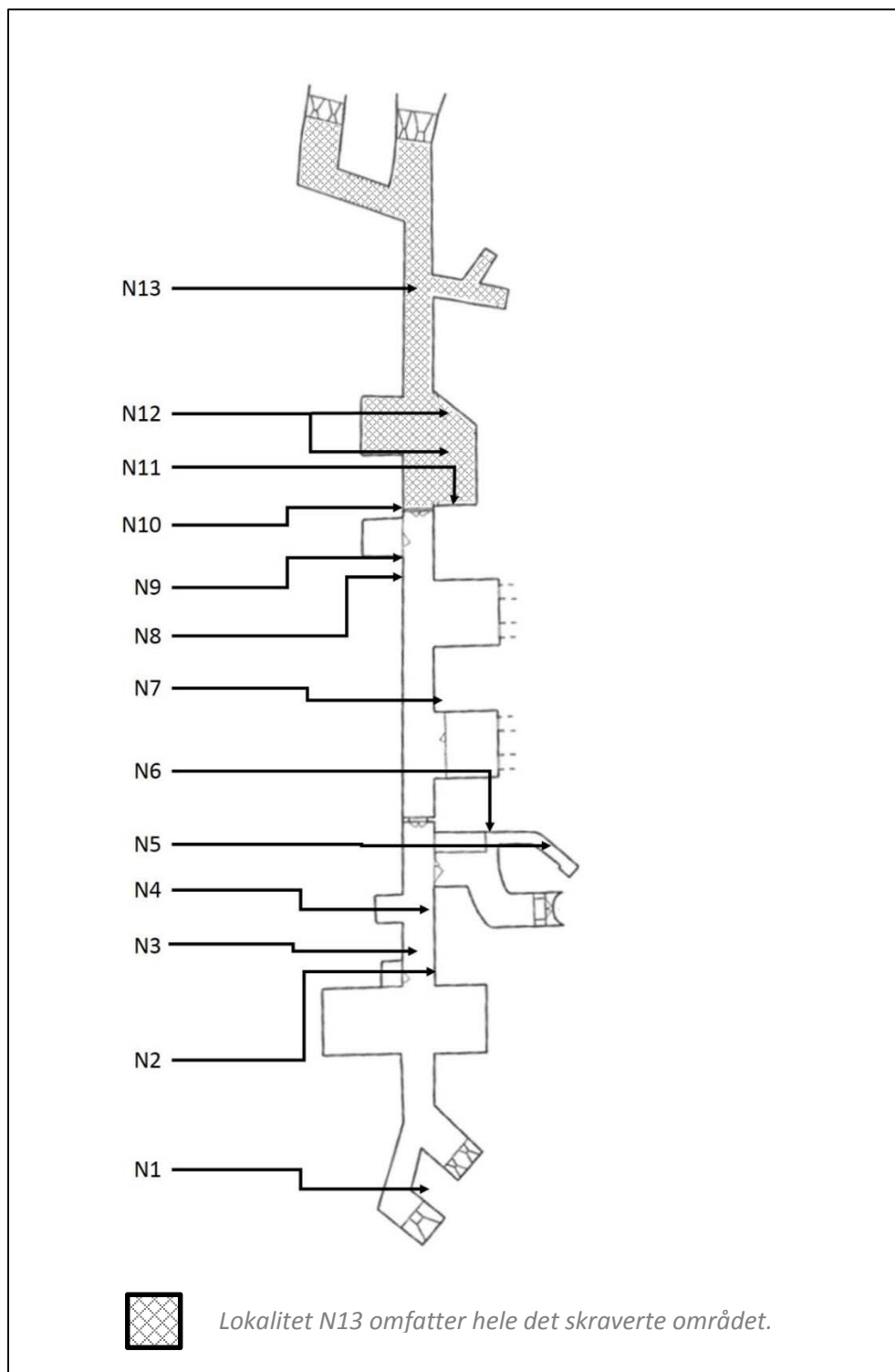


Figur 3: Oversiktskart over anlegget (Forsvarsbygg). A) Nordre galleri. B) Søndre galleri.

### 3 Befaringsobservasjoner og anbefalte tiltak

Følgende kapittel inneholder en oversikt over alle befaringsobservasjoner og anbefalte tiltak ved de to galleriene. Observasjonene er presentert i Tabell 1 og Tabell 2, og er nummerert fra som vist i Figur 4 og Figur 5. De fleste lokalitetene er presentert med bilder i Vedlegg 1 og 2. Spesifisering av anbefalte tiltak i form av bolting følger i eget kapittel.

#### 3.1 Nordre galleri



Figur 4: Oversikt over lokaliteter med befaringsobservasjoner ved nordre galleri. Merk at skravert område er angitt som lokalitet N13.



## De Værdalske Befestninger

Tabell 1: Befaringsobservasjoner og anbefalte tiltak ved nordre galleri.

Nr:	Hvor:	Merknad:	Anbefalt tiltak:
N1	Østre vegg standplass kanon og gevær.	Bom i vegg.	1 bolt á 1,5 meter.
N2	Søndre vegg, vis à vi oljerom.	Delvis sprekkeavløst berg.	Rensk.
N3	Heng i gang mellom oljerom og brønn	Små, sprekkeavløste steiner i heng.	Rensk
N4	Søndre vegg vis à vi brønn.	Delvis sprekkeavløst berg.	Rensk.
N5	Østre vegg i gang ned til tambur, geværstilling.	Delvis sprekkeavløst berg i vegg.	Rensk.
N6	Østre vegg mellom tambur og WC.	Bom i vegg.	1 bolt.
N7	Søndre vegg mellom forlegningsrommene.	Bom i vegg/vederlag.	Rensk først, deretter 1 bolt.
N8	Nordre vegg i gang rett vest for ammunisjonsrom.	Bomt i vegg.	1 bolt.
N9	Sør vestre hjørne i ammunisjonsrom.	Sone med helt og delvis sprekkeavløst berg.	Rensk. Gjelder også videre nordøstover, i heng ammunisjonsrom.
N10	Dør i gang, øst for ammunisjonsrom	Øst for denne døra er pga. høyde under heng og til dels svært oppsprukket berg ikke utført kontroll med spett, kun utført visuelt kontroll.	
N11	Mellomrom mellom bergvegg og vestre betongvegg maskinstasjon	Grovblokkig helt og delvis sprekkeavløst berg.	Sett opp stengsel for å forhindre ferdsel i dette området.
N12	Maskinstasjon og rekvisitt- / radiatorom	Disse rommene pt. Avstengt pga. vurdering av rassfare. Hengen er oppsprukket, med flere helt og delvis sprekkeavløste blokker.	Enten opprettholde avstenging, eller gjennomfør en grundig rensk før ny vurdering av boltebehov.
N13	Alt øst for dør, skravert i Figur 4.	Tett oppsprukket berg med til dels store helt eller delvis sprekkeavløste blokker. Enkel spettkontroll avdekket omfattende bom.  Hengen er stedvis understøttet med tømmerstokker.	I dette området frarådes det opphold før det har blitt gjennomført en omfattende rensk og påfølgende vurdering av sikringsbehov.  All ferdsel må skje på eget ansvar.

## De Værdalske Befestninger

Det ble ikke foretatt en kartlegging av strukturer og geologi, men bergmassen fremstår som variert, fra grovblokkig til småblokkig. Enkelte steder er det observert svak forvitring. Det er stedvis mye glimmer, i disse områdene vurderes bergmassen som dårligere enn i områder uten glimmer.

På befaringsdagen ble det ikke observert vann, kun antydning til fuktig bergoverflate. Forut for befaringen hadde det vært lite nedbør, og det er grunn til å anta at det i perioder med mye nedbør vil kunne være mer fukt/vann. Det må derfor forventes at det kommer til å løsne mindre steiner og/eller blokker som følge av tine- og fryseprosesser. Det anbefales derfor at det fortsatt gjennomføres årlig kontroll av anlegget for å kunne utføre nødvendig rensk av eventuelt nye løse steiner og blokker, samt for å følge med på en eventuell utvikling av områder med bomt berg.

Bergmassen er markant dårligere øst for lokalitet N10. Her er høyden under hengen betydelig større enn i bergrommene vest for N10. Under vil de to delene av anlegget bli omtalt hver for seg.

**Deler av anlegget som ligger vest for N10**

I denne delen av anlegget ble det ikke observert installert sikring.

Under befaringen ble det rensket ned mange mindre steiner fra heng og vederlag. Ved lokalitet N9 ble det rensket ned flere blokker på omkring 30x30x30 cm i tillegg til mange mindre steiner. Det er fortsatt behov for omfattende rensk i dette området, men pga. av plater i hang var dette ikke mulig på befaringsdagen. Platene må fjernes for å kunne utføre tilstrekkelig rensk ved denne lokaliteten. Etter rensk må det vurderes behov for bolting. Platene kan settes opp igjen etter utført rensk og kontroll. Det anbefales at opphold i dette området unngås før sikringstiltak er gjennomført.

I deler av anlegget er hengen tildekket med plater og er derfor ikke kontrollert med spett. Det er gjennomført visuell kontroll der dette er mulig. Det er viktig at det gjennomføres en grundig visuell kontroll av disse områdene også ved neste inspeksjon. På bakgrunn av observasjoner i andre deler av anlegget anbefaler Multiconsult at alle plater i heng demonteres slik at det kan gjennomføres en spettkontroll av disse områdene før det har gått fem år. Platene kan settes opp igjen etter inspeksjon.

Til tross for behov for lokale tiltak i form av rensk og bolting vurderes den totale stabiliteten i denne delen av anlegget å være tilfredsstillende for at anlegget skal kunne være åpent for publikum.

**Deler av anlegget som ligger øst for N10**

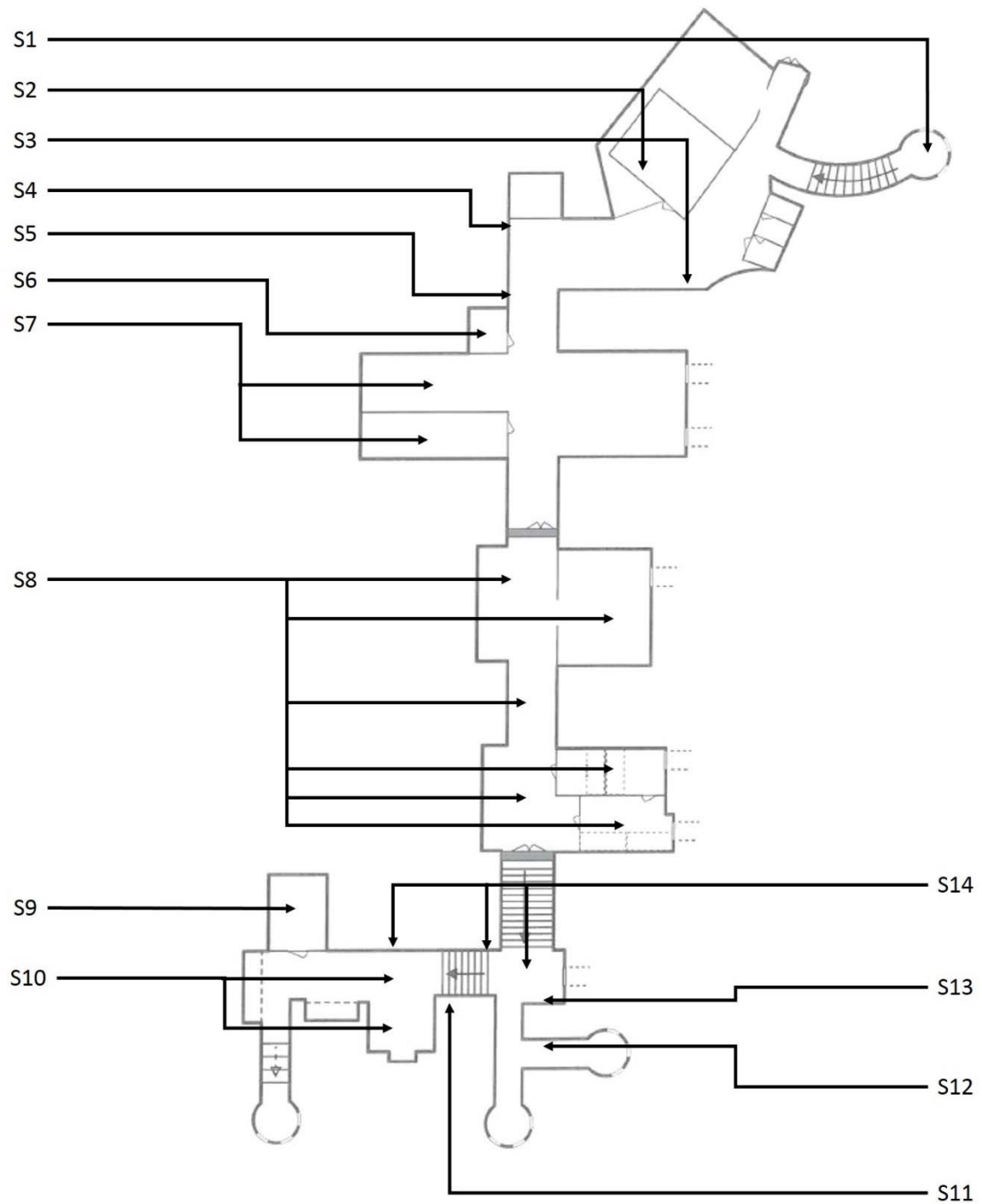
I dette området har det blitt installert bergsikring i form av bolter og bånd, samt oppstempling av heng med tømmerstokker. Ut fra en visuell inspeksjon av utført sikring vurderes denne stedvis å ikke ha ønsket effekt. Dette skyldes i hovedsak ugunstig plassering og orientering av bolter og bånd.

Ut fra de forhold som ble observert på befaringsdagen vurderer Multiconsult den totale stabiliteten i denne delen av anlegget som ikke tilfredsstillende, og vi fraråder opphold i denne delen av anlegget inntil omfattende bergsikring i form av rensk og boltesikring er utført.

Heng, vederlag og vegger må spettrenskes før permanent sikring kan anvises. Utførende må selv vurdere behov for å installere arbeidssikring før renskarbeidene kan starte.

Ut fra synlige forhold antas det et permanentsikringsbehov på omkring 40 bolter. Det kan også bli aktuelt med bånd eller nett, avhengig av tilstand etter rensk.

### 3.2 Søndre galleri



Figur 5: Oversikt over lokaliteter med befaringsobservasjoner ved søndre galleri.

## De Værdalske Befestninger

Tabell 2: Befaringsobservasjoner og anbefalte tiltak ved søndre galleri.

Nr:	Hvor:	Merknad:	Anbefalt tiltak:
S1	Tambur	Ikke sjekket.	
S2	Heng i aggregatrom	Heng er ikke fysisk kontrollert pga. høyde. Basert på visuell inspeksjon vurderes det som mulig med enkelte helt eller delvis sprekkeavløste blokker i heng.	Vær oppmerksom ved senere inspeksjoner.
S3	Vegg ved infotavle	Bom i vegg.	2 bolter.
S4	Vegg mellom brønn og ammunisjonslager nord	Bom i vegg.	1 bolt.
S5	Vegg inn mot betongvegg i ammunisjonslager nord	Delvis sprekkeavløst blokk.	Rensk.
S6	Ammunisjonslager nord	Bom i vegg.	2 bolter.
S7	Lager	Pga. plater i heng er ikke heng kontrollert. Det ble observert flere horisontale sprekker som kan medføre løse blokker i heng. Det ble også observert flere løse steiner i nedre del vegg, men dette vurderes å ikke utgjøre en risiko for besøkende pga. størrelse og lav høyde.	Vær oppmerksom ved senere inspeksjoner.
S8	Forlegninger	I disse rommene er det ikke noe synlig berg.	Vær oppmerksom ved senere inspeksjoner.
S9	Ammunisjonslager sør	Ikke noe synlig berg.	Vær oppmerksom ved senere inspeksjoner.
S10	Heng i gangareal	Mye løst i heng.	Grundig rensk av hele området.
S11	Venstre vegg/vederlag ved trapp opp mot kanonstilling	Bom i vegg/vederlag	1 bolt
S12 og S13	Stabbe/vegg mellom trapperom og nordre geværstilling	Bom i vegg	4 bolter á 1,5 meter.



## De Værdalske Befestninger

S14	Trappegang opp mot gevær- og kanonstilling	Her ble det rensket ned ca. 1m <sup>3</sup> helt og delvis sprekkeavløst berg. Det gjenstår fremdeles sprekkeavløst berg både i heng, vederlag og vegg, og det er store områder med bomt berg i vegg.	9 bolter. Vurder supplerende bolting etter rensk.  2 rensk + generell rensk i heng, vederlag og vegger  Ta ned takplater ved topp av trapp opp fra forlegning og utfør grundig rensk. Behov for ytterligere bolting må avgjøres etter utført rensk.  Det anbefales ikke å oppholde seg nært vegg før sikringstiltak er gjennomført.
-----	--	---	---

Det ble ikke foretatt kartlegging av strukturer og geologi, men bergmassen fremstår hovedsakelig som middels oppsprukket og stabil. I nordre deler av anlegget ble det hovedsakelig observert klink berg. Ved lokalitet S10 og S14 er bergmassen til dels svært tett oppsprukket, og det er noe tegn til svak forvitring av bergmassen. Ved disse lokalitetene er overdekningen liten, og foliasjonen står nær vertikalt, parallelt med veggene i en nordøstlig-sørvestlig retning. Her ble det observert mye bomt berg og sprekkeavløste steiner og blokker. Under befaringen ble det rensket ned 3-4 store flak og mange mindre steiner, til sammen i underkant av 1 m<sup>3</sup>. Det er fortsatt stort behov for rensk i dette området, og Multiconsult anbefaler at takplater ved topp av trapp opp fra forlegning demonteres slik at det kan utføres rensk også i dette området. Behov for ytterligere bolting må avgjøres etter utført rensk.

Anbefalt boltesikring i dette området er primært for å ivareta totalstabiliteten i området og dermed forhindre større utrasinger, mens anbefalt rensk er for å hindre mindre nedfall som er til fare for besøkende. Multiconsult vurderer sannsynligheten for nedfall av stein og/eller blokker i dette området som så stor at vi fraråder unødvendig opphold i dette området før sikringstiltak er gjennomført.

I deler av anlegget er bergoverflaten tildekket med plater, treverk eller betong og er derfor ikke kontrollert med spett. Det er gjennomført visuell kontroll der dette er mulig. Det er viktig at det gjennomføres en grundig visuell kontroll av disse områdene også ved neste inspeksjon. På bakgrunn av observasjoner i søndre deler av anlegget anbefaler Multiconsult at alle plater i heng demonteres slik at det kan gjennomføres en spettkontroll av disse områdene før det har gått fem år. Platene kan settes opp igjen etter inspeksjon.

På befaringsdagen ble det ikke observert vann, kun antydning til fuktige bergoverflater i søndre deler av anlegget, der overdekningen er liten. Forut for befaringen hadde det vært lite nedbør, og det er grunn til å anta at det i perioder med mye nedbør vil kunne være mer fukt/vann. Det må derfor forventes at det kommer til å løsne mindre steiner og/eller blokker som følge av tine- og fryseprosesser. Det anbefales derfor at det fortsatt gjennomføres årlig kontroll av anlegget for å kunne utføre nødvendig rensk av eventuelt nye løse steiner og blokker, samt for å følge med på en eventuell utvikling av områder med lokalt bomt berg.

### 3.3 Bolter

Som angitt i til Tabell 1 og Tabell 2 anbefaler Multiconsult at det installeres til sammen 4 bolter i nordre galleri og 19 bolter i søndre galleri. Etter rensk vil det være aktuelt å supplere med ytterligere 2-3 bolter. Dette inkluderer ikke behovet for bolter i vestre deler av nordre galleri som må anvises etter rensk.

Dersom ikke annet er oppgitt i Tabell 1 og Tabell 2 skal det benyttes 2 meter lange bolter.

Det skal benyttes endeforankrede bolter med diameter  $\varnothing 20$  mm og stål kvalitet B500NC. Boltene og alt tilhørende festemateriell skal være dobbelt korrosjonsbeskyttet (pulverlakkert og varmforsinket).

Boltene skal installeres i henhold til produktspesifikasjoner. Boltene skal ikke forspennes, men mutter strammes til med skiftenøkkel slik at plate ligger inntil berget.

## 4 Konklusjon

### Nordre galleri

Vest for N10 vurderer Multiconsult den generelle stabiliteten ved anlegget som tilfredsstillende for at anlegget skal kunne være åpent for publikum. Lokalt anbefales stabiliteten utbedret ved installasjon av 4 bolter. I tillegg anbefales det at det utføres rensk ved fire lokaliteter. Det anbefales at unødvendig opphold ved N12 unngås før sikringstiltak er gjennomført.

Det anbefales videre at Forsvarsbygg fortsatt gjennomfører årlig kontroll av anlegget, og da med spesiell fokus på lokalitetene beskrevet i Tabell 1.

Øst for anlegget vurderer Multiconsult den generelle stabiliteten ved anlegget som for dårlig til at anlegget skal kunne være åpent for publikum. Vi fraråder alt opphold i denne delen av anlegget inntil omfattende bergsikring i form av rensk og boltesikring er utført.

### Søndre galleri

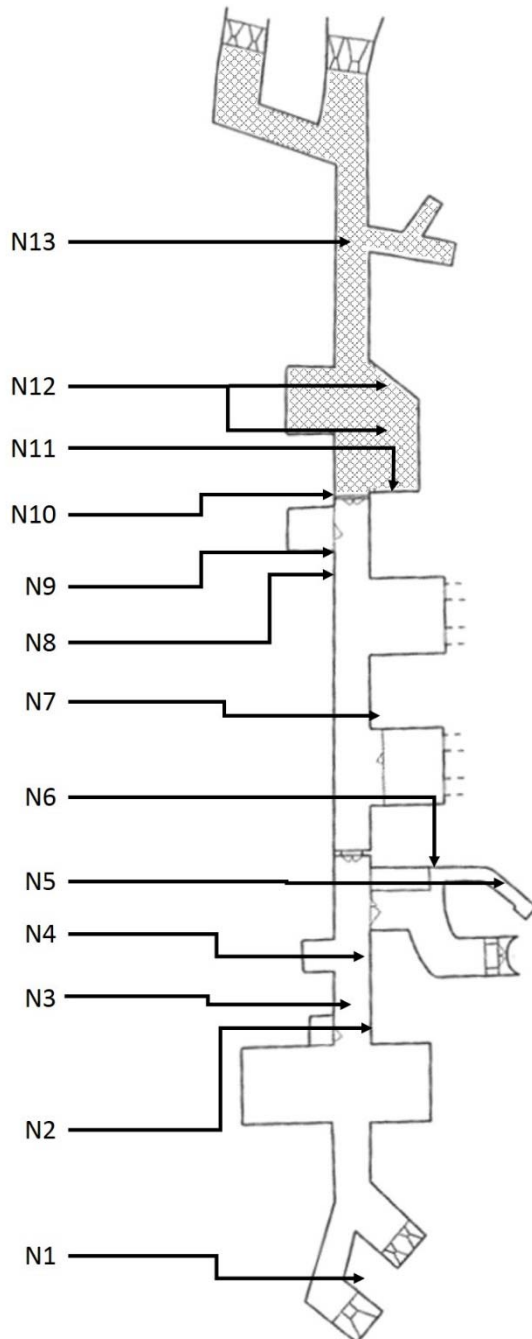
Med unntak av vestre vegg og vederlag i trapperom og gang ved kanonstillingen vurderer Multiconsult den generelle stabiliteten ved anlegget som tilfredsstillende for at anlegget skal kunne være åpent for publikum. Det anbefales ikke unødvendig opphold langs vestre vegg og vederlag i trapperom og gang ved kanonstillingen før sikringstiltak er gjennomført.

Lokalt anbefales stabiliteten utbedret ved installasjon av 19 bolter, pluss ytterligere 2-3 bolter etter utført rensk.

Det er behov for omfattende rensk i heng, vederlag og vegg i forbindelse med trapperom opp til kanonstillingen. I tillegg anbefales det at det utføres rensk ved tre angitte lokaliteter.

Det anbefales videre at Forsvarsbygg fortsatt gjennomfører årlig kontroll av anlegget, og da med spesiell fokus på lokalitetene beskrevet i Tabell 2.

## VEDLEGG 1



Figur 1: Oversikt over lokaliteter med befaringsobservasjoner.

00	28.08.2018		Solveig Vassenden	Audun Andersen	Sverre Hagen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 2: Markert plassering av anbefalt bolt ved lokalitet N1.



Figur 3: Markert for rensk ved lokalitet N2 og N4.





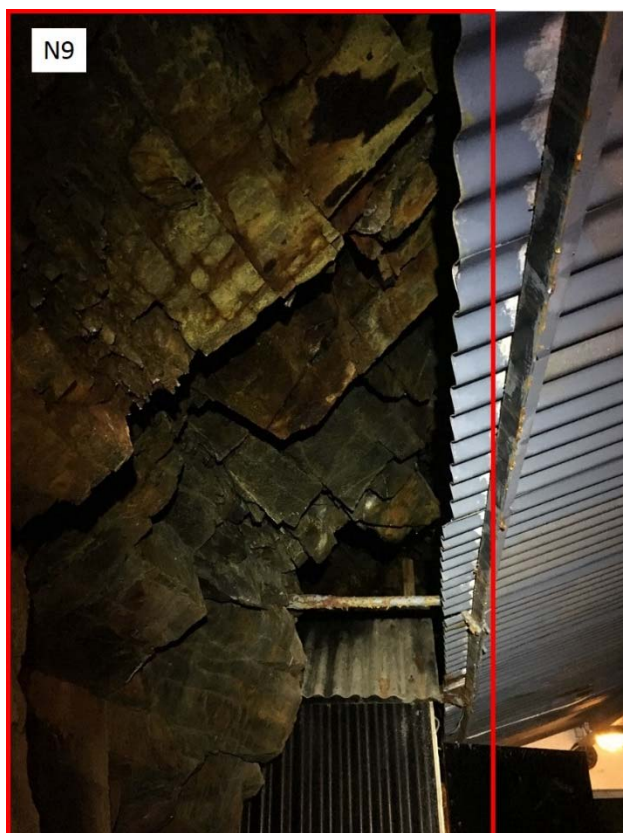
Figur 4: Markert for rensk ved lokalitet N5.



Figur 5: Markert plassering av anbefalt bolt ved lokalitet N6.

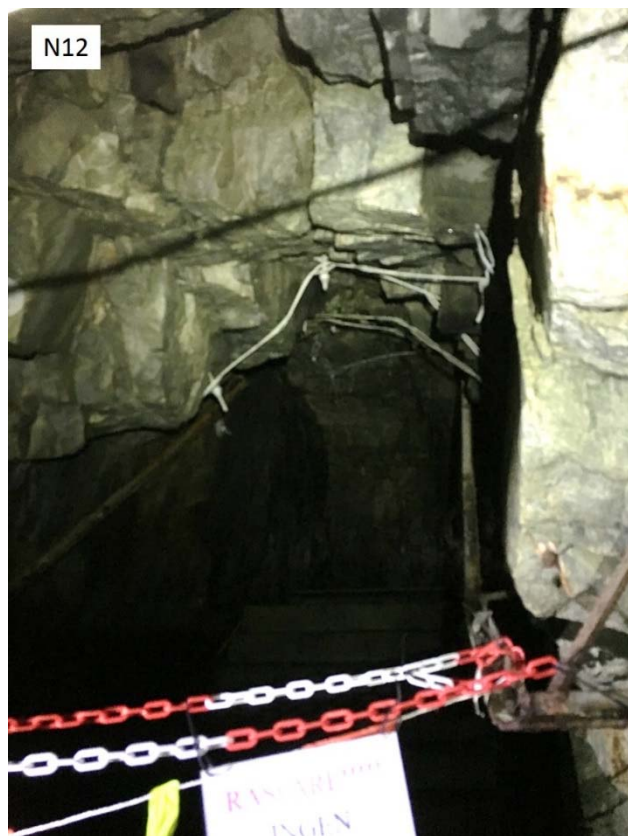


Figur 6: Markert plassering av anbefalt bolt ved lokalitet N8.



Figur 7: Omfattende behov for rensk i dårlig sone inn mot ammunisjonsrom ved lokalitet N9.





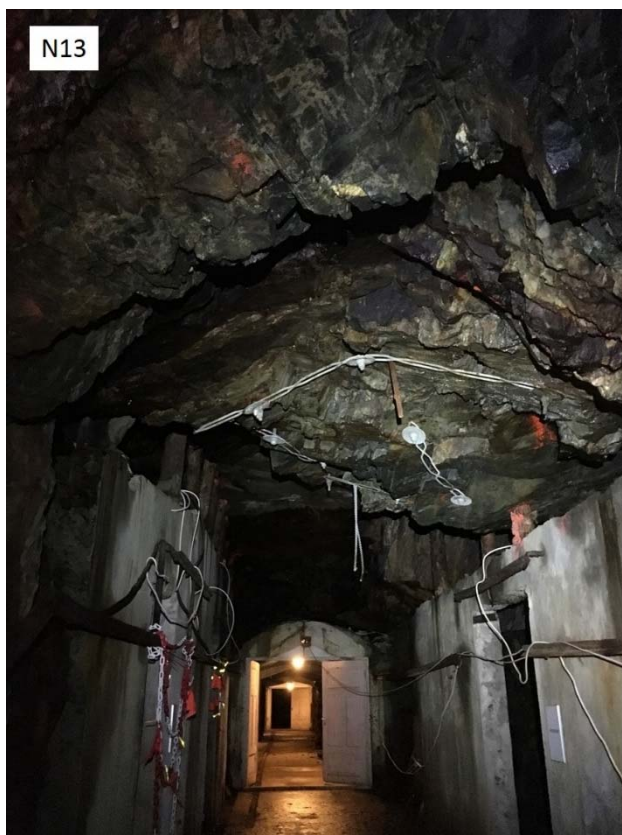
Figur 8: Eksempel på utført sikring i heng ved lokalitet N12.



Figur 9: Eksempel på utført sikring i heng ved lokalitet N13.



Figur 10: Eksempel på utført sikring i heng ved lokalitet N13.



Figur 11: Eksempel på utført sikring i heng ved lokalitet N13.



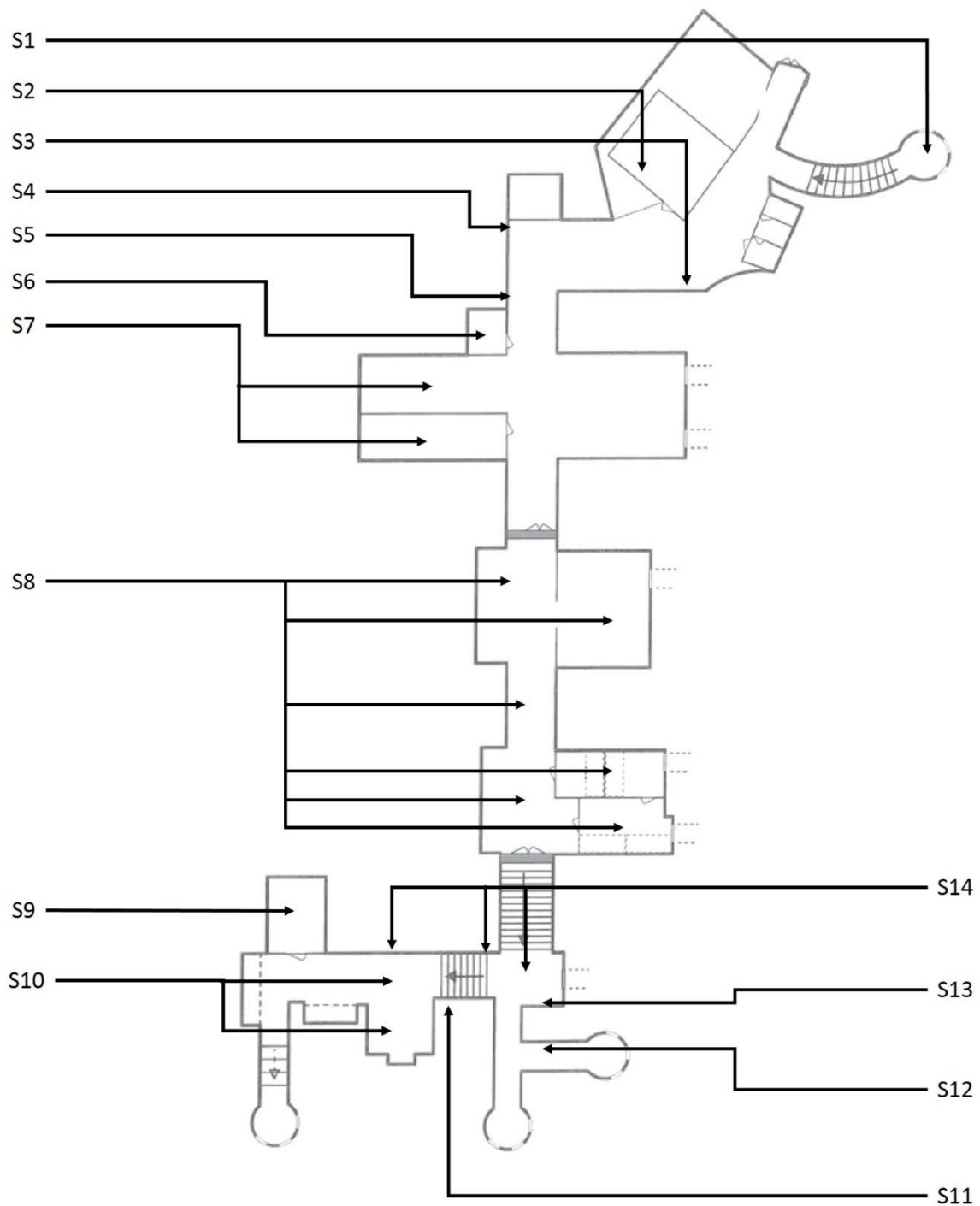


Figur 12: Eksempel på utført sikring i heng ved lokalitet N13.



Figur 13: Eksempel på utført sikring i heng ved lokalitet N13.

## VEDLEGG 2



Figur 1: Oversikt over lokaliteter med befaringsobservasjoner.

00	28.08.2018		Solveig Vassenden	Audun Andersen	Sverre Hagen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



## De Værdalske Befestninger



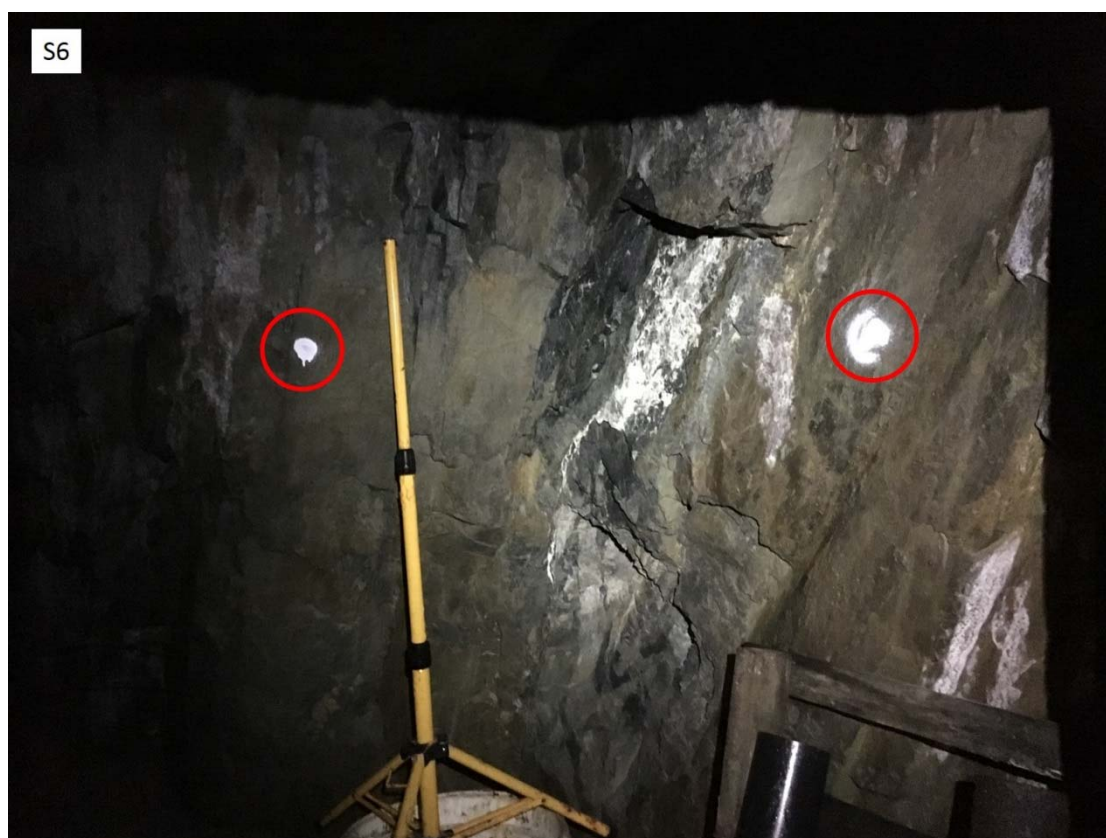
Figur 2: Markert plassering av anbefalte bolter ved lokalitet S3. Anbefalt boltelengde 2 meter.



Figur 3: Markert plassering av anbefalt bolt ved lokalitet S4. Anbefalt boltelengde 2 meter.



Figur 4: Delvis sprekkeavløst berg og behov for rensk ved lokalitet S5.



Figur 5: Markert plassering av anbefalt bolt ved lokalitet S6. Anbefalt boltelengde 2 meter.





Figur 6: Plater i heng ved lokalitet S7. Vær oppmerksom ved senere inspeksjoner.



Figur 7: Plater i heng og vegg ved lokalitet S8. Vær oppmerksom ved senere inspeksjoner.



Figur 8: Markert plassering av anbefalte bolter ved lokalitet S12. Anbefalt boltelengde 1,5 meter.



Figur 9: Markert plassering av anbefalte bolter ved lokalitet S13. Anbefalt boltelengde 1,5 meter.





Figur 10: Markert plassering av anbefalte bolter og spesiell rensk ved lokalitet S14. I tillegg anbefales en generell rensk av heng og vederlag. Anbefalt boltelengde 2 meter.