

Rapport

Oppdrag:	Parkeringsanlegg i Urheia – innledende vurdering av gjennomførbarhet og konsekvenser						
Oppdragsgiver:	Risør Kommune						
Dato:	04.08.2010						
Oppdrags nr.	120775						
Utarbeidet av:	A. Halvorsen / N. Ramstad			Fag/Fagområde:	Ingeniørgeologi		
Kontrollert av:	O. Aasen			Ansvarlig enhet:	Energi		
Godkjent av:	R. Duncumb			Emneord:	Bergteknikk		
Utg.	Dato	Tekst		Ant.sider	Utarb.av	Kontr.av	Godkj.av

Innhold

1.	Sammenheng / konklusjon.....	3
2.	Innledende opplysninger	3
3.	Plassering / geometrisk utforming	4
4.	Bergforhold / stabilitetsforhold	6
4.1	Forhold som påvirker stabilitet i tunneler / berghaller	6
4.2	Bergart	6
4.3	Oppsprekning / svakhetssoner	7
4.4	Vurdering av bergforhold for parkeringshaller i Urheia - bergstabilitet og sikringsbehov, geohydrologiske forhold	8
4.5	Stabilitet i bergskrenter.....	8
4.5.1	Tidligere utført bergsikring.....	8
4.5.2	Vurdering av hvordan rystelser fra sprengningsarbeider for planlagt p-anlegg kan påvirke stabilitet i bergskrenter og eventuelt medføre blokknedfall.....	9
4.5.3	Mulige tiltak mot blokknedfall som følge av sprengningsrystelser.....	10
5.	Bygninger.....	16
5.1	Fundamentering	16
5.2	Dokumentasjon av bygningene.....	16
5.2.1	Bygningsbesiktigelse	16
5.2.2	Setningsmåling	17
6.	Sprengningsrystelser	17
6.1	Grenseverdier.....	17
6.2	Dokumentasjon.....	17
6.3	Måling av spisstrykk fra sprengning.....	17
6.4	Støymåling.....	17
7.	Kostnader knyttet til angitte tiltak.....	18
8.	Kort om forhold knyttet til eventuell grunnvannsdrenering.....	18

1. Sammendrag / konklusjon

Det vurderte anlegget synes å ha gunstige forhold med hensyn til bergstabilitet i fjellhaller og adkomsttunneler, og også gunstige geohydrologiske forhold.

En usikkerhet er hvorvidt / hvordan utsprenkning av hallene vil påvirke stabilitet av bergblokker i de steile skrentene langs fronten av Urheia og eventuelt forårsake blokknedfall, med skade på bygninger, materiell eller mennesker. Den bergsikring som tidligere er utført i skrentene ble bestemt på grunnlag av en normal situasjon, for å forhindre blokknedfall forårsaket av naturlige krefter / påkjenninger. I forbindelse med utsprenkning av et eventuelt parkeringsanlegg vil det i tillegg være påkjenninger forårsaket av sprengningsrystelser. I dette notatet er det gitt en vurdering av hvordan slike rystelser vil kunne påvirke stabiliteten. Det er konkludert at rystelser vil kunne påvirke stabilitet for stein / blokker som allerede har dårlig stabilitet.

Mulige tiltak for å forhindre utfall er å foreta et visst omfang av bergsikring, basert på detaljert kartlegging av stabilitetsforhold. Videre er det mulig å stille strenge rystelseskrav og eventuelt justere kravene etter hvert som en får erfaring med rystelsesforplantning og hvordan rystelsene påvirker stabilitet. Vår oppfatning er at det er mulig å gjennomføre utsprenkning av det vurderte anlegget uten fare for nedfall av blokk / stein. Forutsetning for dette er tiltak som ekstra bergsikring, strenge rystelseskrav, rystelsesmåling, kontroll av eventuell utvidelse av sprekker / bevegelser som følge av rystelser, etc.

Et annet forhold som er vurdert er hvordan sprengningsrystelser vil kunne påføre skader på bygninger, ved skade på fundamentering og / eller på selve bygningen. Det må forventes at det kan oppstå mindre bygningsmessige skader i påhuggsområdene fordi det er meget trangt der og det blir sprengning tett inntil tilstøtende bygninger.

Vi anser risikoen for setningsskader på bebyggelsen som relativt liten. Setningsmålinger for kontroll med eventuelle setninger er foreslått.

Det er fare for nedfall av takstein ved sprengning, og behov for tiltak for å forhindre dette.

Det konkluderes at Urheia bør være en egnet lokalitet for et underjords p-anlegg, under forutsetning av at risiko knyttet til utfall av stein / blokker i bratte skrenter ut mot bebyggelse, og til eventuelle skader på bygninger som følge av rystelser, håndteres på akseptabel måte.

2. Innledende opplysninger

Alternative plasseringer for parkeringsanlegg i fjell har tidligere vært vurdert. Et attraktivt alternativ er plassering av p-anlegg i Urheia, med sentral beliggenhet og gunstige bergforhold. Multiconsult AS er engasjert for å bistå planavdelingen i Risør Kommune med nødvendige vurderinger i forbindelse med dette alternativet.

Det er antydning at størrelsen på anlegget skal være tilpasset 230 biler, men at behovet kan øke i den grad byens innbyggere er interessert i å kjøpe faste plasser. Som et utgangspunkt for de følgende vurderinger er det lagt til grunn et plassbehov på 300 parkeringsplasser.

Fra plansjef Jørundland er det angitt:

- For kommunen er det viktig å få brakt klarhet i om Urheia er en egnet lokalitet for ett fjellanlegg (p-anlegg i fjell). Dette er nødvendig av hensyn til beslutning om å gå videre med detaljplanlegging, herunder forprosjekt.
- Det er også nødvendig å få en viss sikkerhet for konsekvensene av å anlegge parkeringsanlegg i Urheia. En tenker da på konsekvenser (eks. rystelser) som sprengningsarbeidene kan påføre tiliggende bygningsmasse i Storgata, Prestegata, Havnegata og Solsiden. Også faremomentene for "ras" i heiområdet nord for bygningene og setningsproblematikk må vurderes.

- I tillegg bør det også sies noe om de økonomiske konsekvenser ved nødvendige/aktuelle sikringsarbeider/tiltak i området.

De følgende vurderinger er fokusert på å fastlegge om den angitte plassering i Urheia er egnet ut fra bergmessige forhold og ut fra tekniske hensyn til omliggende bebyggelse, som grunnlag for detaljplanlegging. Optimal detaljutforming av hall og adkomster ut fra trafikkhensyn med mer, er ikke vurdert. Kombinasjon med en tunnel videre ut mot Holmen kunne være en interessant løsning med tanke på trafikkavlastning langs Solsiden, men det er i denne omgang ikke gjort noen vurdering av denne muligheten.

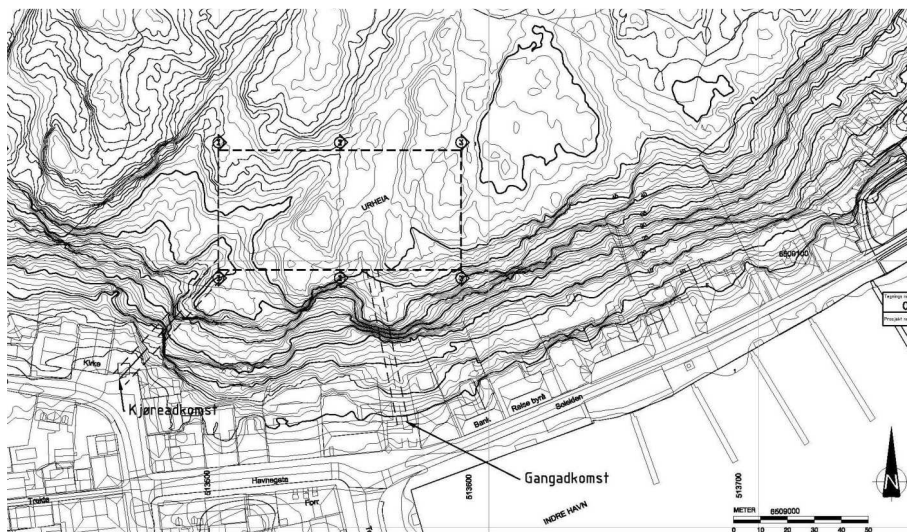
Inspeksjoner ble foretatt av ingeniørgeolog og av rystelsesspesialist i uke 25 og 27. For lokalisering av observasjoner ble benyttet GPS.

3. Plassering / geometrisk utforming

Det aktuelle området er vist med fotografiene i Figur 1 og Figur 3 og kartutsnittet i Figur 2. Høyeste terrengnivå i Urheia i det aktuelle området er ca. 55 m over havets nivå. Skrentene ut mot Havnegata og Solsiden er relativt steile og den gamle bebyggelsen ligger i stor grad tett inn imot heia.



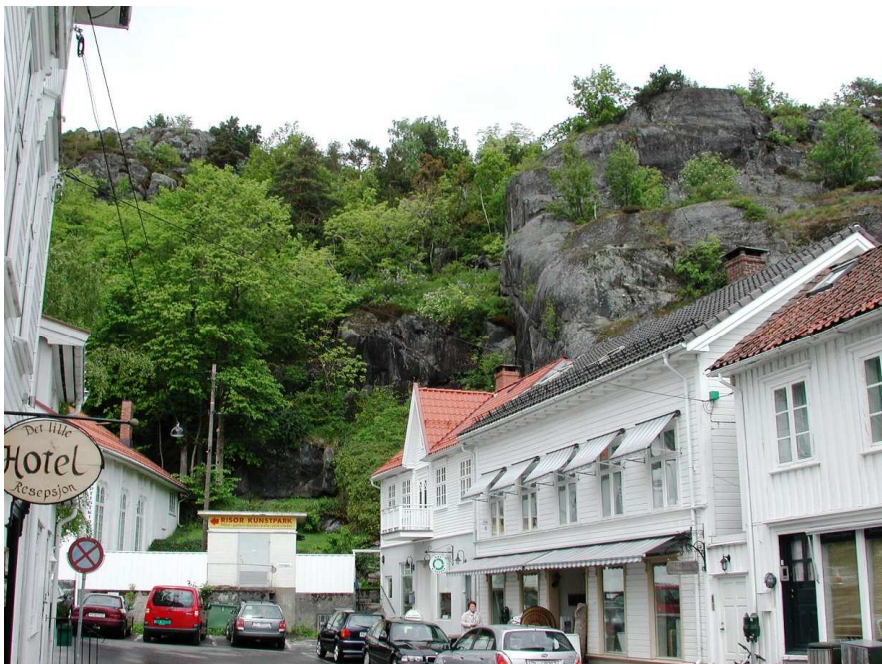
Figur 1: Utsikt mot Urheia, sett fra kryss Enghavgata / Nygata



Figur 2: Kartutsnitt med omtrentlig angivelse av foreslått område for parkeringsanlegg. Tunnel for kjøreadkomst ut mot nedre ende av Storgata (til venstre i kartutsnitt). Tunnel for gangadkomst ut mot indre ende av Indre havn (sentralt i kartutsnitt)



Figur 3: Utsikt mot Urheia fra brygge ved Holmen



Figur 4: Nedre ende av Storgata, der tunnelportal for kjøreadkomst er tenkt

Det angitte området tilsvarer arealbehovet for to separate haller med bredde ca. 17m og lengde 90m. Med en hallhøyde på 9m er det plass til parkering i to etasjer, med totalt bortimot 300 plasser. Dersom det kun skal være plass for 230 biler kan hall-lengden reduseres noe. Løsningen med to separate haller gir den mest kompakte løsningen, men én lang hall kan om ønskelig være et alternativ.

Tunnelportal for kjøretøy-adkomst er tenkt plassert ved nedre ende av Storgata (Figur 4) og for gangadkomst ved indre ende av Solsiden.

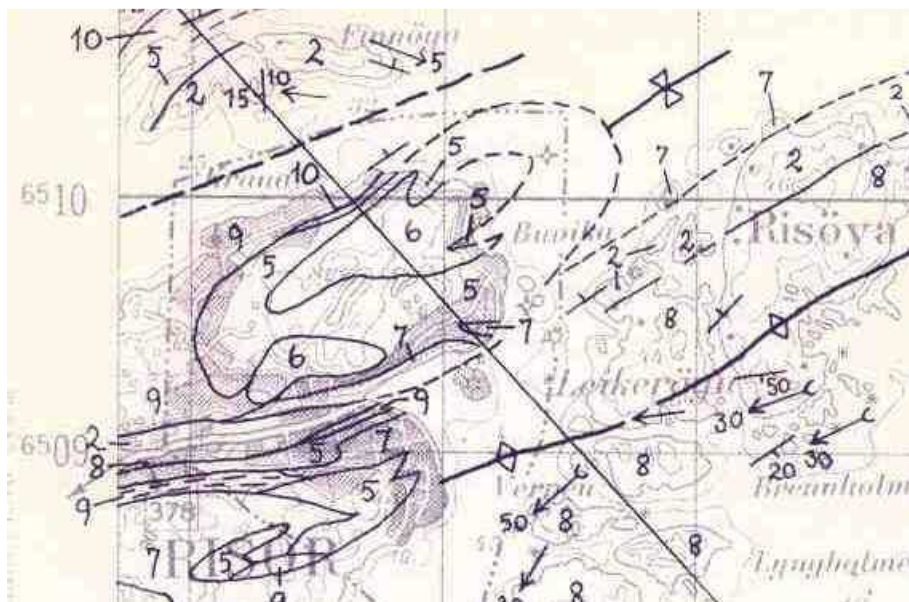
4. Bergforhold / stabilitetsforhold

4.1 Forhold som påvirker stabilitet i tunneler / berghaller

Bestemmende for stabilitet er de bergtekniske egenskaper for bergmassen, omfang og karakter på geologiske svakheter og geometriske forhold for tunneler / berghaller. I en stabilitetsvurdering er type bergart, samt opptreden av sprekker og svakhetssoner av betydning. Det er ønskelig å unngå markerte svakhetssoner, og særlig å plassere tunneler / berghaller med lengdeaksen langs markerte svakhetssoner. I forhold til markert oppsprekning er det gunstigere med sprekkeretning på tvers / på skrått enn på langs av en berghall.

4.2 Bergart

Berggrunnen i Urheia består av intrusive bergarter, beskrevet som amfibolitt og gabbro og angitt med kodetall 5 og 6 i utsnittet av NGU kartet i Figur 5. Det vurderes p-anlegget vil hovedsakelig ligge innenfor formasjon angitt som gabbro. Gabbro er en mørk, middels- til grovkornig bergart. Den har normalt stor styrke (fasthet) og er et egnet materiale for eksempel for vegbygging. Det er samme bergart som brytes i steinbruddet i Ravneberget på nordsiden av Søndeledfjorden. Bergarten er normalt godt egnet for tunneler og berghaller.



Figur 5: Utsnitt av Norges Geologiske Undersøkelse berggrunnsgeologiske kart, blad 1712III Risør, med følgende tallkoder:

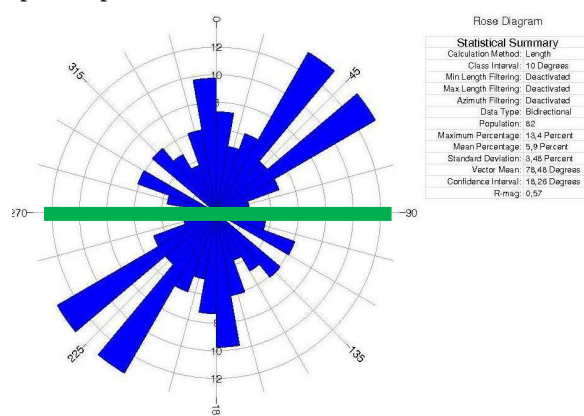
- 5 Intrusiv bergart - Amfibolitt, iblant som ganger (omvandlet diabas)
- 6 Intrusiv bergart – Gabbro. Metagabbro
- 7 Omdannet bergart – Migmatitt (lys)
- 8 Omdannet bergart – Migmatitt (mørk)
- 9 Grå gneis

4.3 Oppsprekning / svakhetssoner

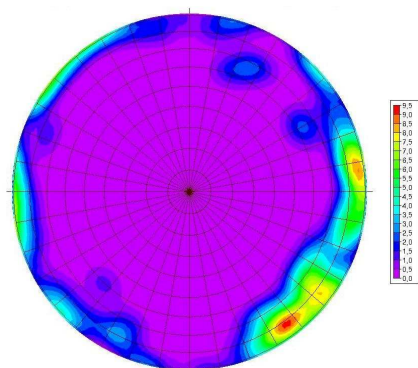
Oppsprekningsgraden i bergmassen i Urheia er generelt lav til svært lav. I de oppstikkende kollene sees sprekkeavstander på opptil flere m. Soner med sprekkeavstander ned i 2-3 desimeter sees, men slike soner utgjør relativt liten andel av bergmassen.

Sprekkeorienteringer er noe variable gjennom det aktuelle området, til dels uryddig. En statistisk sammenstilling av sprekkeorienteringer målt med kompass og klinometer er vist todimensjonalt i Figur 6 (sprekkerose) og tredimensjonalt i Figur 7 (stereonett). Mest markert sprekkeorientering er med strøk rundt NØ-SV og med steilt fall mot NV. En annen noe mindre markert orientering er med strøk nær N-S og med steilt fall mot V.

Sprekker er med noe varierende utstrekning og karakter. Generelt er det lite av glatte sprekkeplan å se.



Figur 6: Sprekkerose med todimensjonal sammenstilling av strøkretninger, basert på 82 målinger. Grønn linje angir øst-vest retningen, den foreslåtte orientering av p-hall



Figur 7: Stereonet (Schmidt nett, nedre halvkule) med tredimensjonal sammenstilling av sprekkeorienteringer (strøk og fall), basert på 82 målinger. Stereonettet viser konsentrasjoner av poler til sprekkeplan

Det antas at anlegget vil kunne komme i kontakt med svakhetssoner som vil påvirke utførelse og sikringsomfang. Karakter og omfang av svakhetssoner i aktuelle området for p-anlegg er usikker. Slike soner ligger ofte i løsmassedekkede søkk i terrenget og direkte observasjon av sone kan være vanskelig eller umulig. Den mest markerte sonen i området er orientert ca. NØ-SV og skjærer opp vest for Risør Museum, men den vil ikke komme i konflikt med det planlagte anlegget. Selve sonen er løsmassedekket, men sideberget observert langs gangveien opp fra museet er av god kvalitet og med liten grad av oppsprekning. Det kan ikke utelukkes at den sentrale del av sonen oppknyt og leirholdig.

En sone som vil skjære gjennom anlegget følger søkket som leder ned mot ytre ende av Havnegata, vest for tenkt portal for gangadkomst. Denne er også NØ-SV orientert. Ut fra observasjoner i øvre del av søkket har sonen trolig karakter av en sprekkesone, med noe tettere med sprekker enn hva som er normalt i omliggende bergmasse. En annen antatt sone med samme orientering skjærer opp like vest for tenkt kjøreadkomst.

4.4 Vurdering av bergforhold for parkeringshaller i Urheia - bergstabilitet og sikringsbehov, geohydrologiske forhold

Vurdering av bergforhold for et p-anlegget i Urheia omfatter

- Bergkvalitet med tanke på stabilitetsforhold og sikringsbehov for fjellhall
- Nødvendig overdekning for en fjellhall
- Forhold for plassering av portaler for adkomsttunneler
- Geohydrologiske forhold, med tanke på innlekkasje av vann og eventuelt behov for tetting av berget (injeksjon). Drenasje av grunnvann inn mot en fjellhall og mulig senkning av grunnvannsnivå kan også ha negativ miljømessig påvirkning.

De observerte bergforhold i Urheia synes gunstige med tanke på det vurderte p-anlegget, med antatt generelt gunstige stabilitetsforhold og et moderat behov for bergsikring. Bergarten er velegnet for utsprengning av tunneler / fjellhall. Generelt er bergkvaliteten god, med moderat til lav oppsprekningsgrad. Sprekkeavstander i observerte bergblotninger er til dels opp i flere m, men soner med sprekkeavstand ned i noen få dm er også observert, som øverst i søkket som leder ned mot ytre ende av Havnegata. Det må dog forventes at det i løsmassedekkede søkk kan være svakhetssoner med noe oppknust og omvandlet berg, med noe høyere sikringsbehov. Både i bergmassen generelt og i svakhetssoner / sprekkesoner regnes det med at sikringstiltak vil være bergbolting og sprøytebetong i noe varierende omfang.

Den angitte orienteringen av anlegget i forhold til observerte hovedorienteringer av sprekker er gunstig med tanke på bergstabilitet og sikringsbehov.

Bergoverdekning for tenkte berghaller er gunstig og terrenggeometrien gir grunnlag for en viss fleksibilitet når det gjelder plassering av hallene. Det som muligens vil kunne påvirke plasseringen av hallene er vurdert nødvendig avstand mellom haller og terreng, med tanke på å holde sprengningsrystelser på et moderat nivå i bergskrentene. Et svært viktig spørsmål er om sprengningsrystelser vil kunne påvirke stabiliteten i de til dels svært bratte bergskrentene langs sydsiden av Urheia og medføre nedfall av stein / blokker.

Permeabilitet i bergmassen i det aktuelle området antas moderat / lav. Dette betyr liten / moderat innlekkasje av vann i eventuelle fjellhaller. Det antas at det ikke vil være behov for tetting av berg med injeksjon. Vi anbefaler imidlertid platehvelv / himling (uisolert) for å forhindre vanddrypp på biler.

4.5 Stabilitet i bergskrenter

4.5.1 Tidligere utført bergsikring

Vi er ikke kjent med når forsøk på sikring av truende bergblokker i Urheia første gang ble gjort, men sikring med ankerkjetting ble kanskje gjort allerede i siste halvdel av 1800-tallet, se Figur 8. De staselige husene langs foten av Urheia ble oppført i de første 10-årene etter den store bybrannen i 1861. Det antas at allerede den gang skapte de truende blokkene i steile skrenter bak disse husene en viss bekymring.



Figur 8: venstre: Bergsikring fra forgangne tider, med ankerkjetting

høyre: Naturens krefter (rotsprengning) mot mennesketiltak (sikring av blokker med 8mm jerntråd). Trolig vil naturen her etter hvert vinne, om ikke sikringen forbedres

Det ble foreskrevet bergsikring i skrentene langs Urheia av Multiconsult, avdeling Noteby, i 2002. Foreskreven sikring ble utført av Fjellrenovering As, Kristiansand. Vi tok kontakt med daglig leder Edmund K. Ness, som koordinerte sikringsarbeidene i 2002, og diskuterte hans erfaringer.

De utførte sikringsarbeidene for strekningen fra Risørflekken og inn til skrenten bak Risør Museum i 2002 omfattet installering av 83 bergbolter og montering av 124m fjellbånd, 10m² flettverksnett og 15m² wirenett. Det ble også gjort en del rensk og stabiliseringsarbeider og totalkostnaden var ca. kr 236.000 eks. mva.

Fjellrenovering As gav i 2004 et tilbud på tilleggsikring i Urheia, med 45 bergbolter, 15m fjellbånd og 12m² wirenett, totalpris ca. kr 131.000 eks. mva. Vi er ikke kjent med den tiltenkte plassering av disse sikringsarbeidene, men de er foreløpig ikke kommet til utførelse.

4.5.2 Vurdering av hvordan rystelser fra sprengningsarbeider for planlagt p-anlegg kan påvirke stabilitet i bergskrenter og eventuelt medføre blokknedfall

Ved bergsprengning utløses energi som dels fører til bryting av berget og dels transmitteres gjennom grunnen ved bølgeforplantning. Bølgeforplantning (rystelser) fra en sprengning er et komplekst fenomen. Detaljbeskrivelse / diskusjon av slike rystelser hører ikke hjemme i denne rapporten, men en viss omtale finnes nødvendig som grunnlag for de gitte konklusjoner og anbefalinger. Det viktige spørsmålet er i hvilken grad rystelser fra utsprengning av en berghall som planlagt i Urheia vil medføre økt risiko for blokknedfall og skader på bygninger og / eller mennesker.

Bølger fra en sprengning forplanter seg som en kulefront (kuleflate), både som skjærbølger og kompresjonsbølger, gjennom berget. Da arealet av en kuleflate øker med 2. potens av kuleradius vil energien fordelt over en stadig økende kuleflate reduseres med kvadratroten av

avstanden fra detonasjonsstedet. Kompliserende for vurdering av energioverføring er at det ved bølgeforplantingen gjennom berget også foregår en dempning, og at dempningen er større for de høye frekvenser enn for de lave. En kompakt bergart som gabbro har generelt en lav dempningsgrad. Grad av dempning er bl.a. avhengig av bergmassens oppsprekningsgrad. På dette grunnlag forventes at dempningsgraden i bergmassen i Urheia er lav.

Når bølgefronten treffer terrengoverflaten utvikler det seg overflatebølger og disse er av størst betydning for risikoen for eventuelle blokkutfall. Billedlig kan effekten sammenlignes med det som skjer når man legger tre kuler inntil hverandre på en rekke på et bord og slår på den midterste ved hjelp av den som ligger ved siden av. Da spretter den på motsatt side vekk. Den samme problemstillingen kan vi oppleve med løse blokker som ligger i skråningen bak husene ved foten av Urheia. Der det er bratt, kan blokker som en følge av dette forholdet bli kastet ut og rase ned skråningen.

Som angitt ovenfor, har avstanden fra detonasjonsstedet betydning for hvor mye av detonasjonsenergien som blir overført til et gitt sted, men det er vanskelig å angi hvor mye av energien som blir overført til en bergblokk ute i terreng. Det er også vanskelig å bedømme hvor mye som skal til av sprengningsrystelser for å forårsake utfall av en blokk. Energien i rystelsesbølgene avtar raskt, slik at problemet vil være størst i påhuggsområdene og i deler av hallene nærmest skrenten.

Vi har forsøkt å finne fram til beskrivelser / erfaringer mht ras eller blokkutfall som følge av sprengningsrystelser, men uten å finne relevante, sammenlignbare opplysninger. Fra egne erfaringer har vi opplevd at nedfall av løst berg har skjedd ved så lave rystelser som vertikal svingehastighet 20 mm/s.

4.5.3 Mulige tiltak mot blokknedfall som følge av sprengningsrystelser

De tiltak som synes aktuelle for å unngå nedfall av stein / blokker som følge av sprengningsrystelser er:

1. Tilleggssikring av blokker / stein med kritisk stabilitet.
2. Plassering av haller i nødvendig avstand fra terreng.
3. Fleksible rystelseskra, med strenge utgangskrav og mulighet til å justere krav etter hvert som erfaring opparbeides. Muligens kan det være aktuelt med strengere rystelseskra for sprengning med kort avstand ut til terreng. Dette vil imidlertid være fordyrende for sprengningsarbeidene og dersom mulig vil det nok være hensiktsmessig å legge ekstra arbeid i å sikre fjellet på forhånd.
4. Rystelsesmålere plassert på kritiske blokker.
5. ”Plombering” av utvalgte sprekker med sementmørtel eller annet materiale for å registrere om innledende sprengning medfører noen registrerbar bevegelse på sprekke (dannelse av riss i plomberingen).
6. Overvåkning av kritiske blokker ved å montere ekstensiometere (bevegelsesmålere) som er tilknyttet et automatisk varslingssystem. Da kan man enkelt følge med på om det skjer bevegelser i en blokk ved sprengning.

4.5.3.1 Behov for tilleggssikring

Med opplysninger referert i kapittel 4.5.1 synes det å ha vært planlagt tilleggssikring i Urheia, uten at dette foreløpig har kommet til utførelse.

Ved våre nylige inspeksjoner ble det observert forhold / steder der det er nødvendig å utføre tilleggssikring i forbindelse med eventuell utsprengning av parkeringshaller. Som grunnlag for vurdering av kostnader i denne sammenheng forslår vi at nødvendig tilleggssikring vil kunne beløpe seg til i størrelsesorden 1.000.000 kroner.

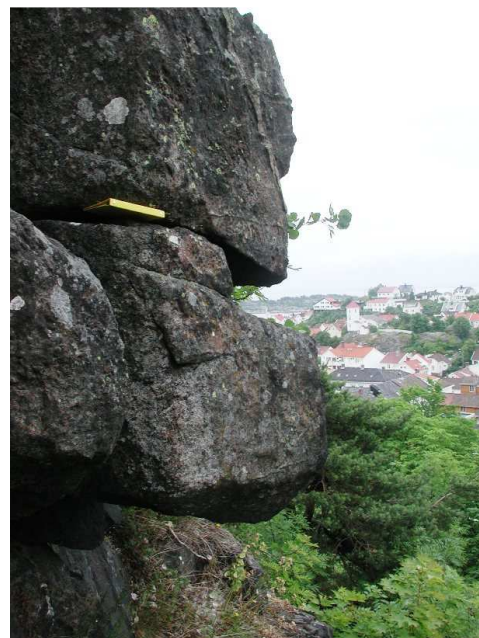
I denne rapporten blir det ikke gitt noen detaljert oversikt over lokaliteter med vurdert behov for tilleggssikring. Vurdering av nødvendig tilleggssikring bør endelig konkluderes etter mer

detaljert inspeksjon, mest optimalt foretatt på våren når vegetasjon ikke forhindrer observasjon og mulighet til å få oversikt over forholdene. Bruk av klatretau vil trolig være nødvendig. Enkelte lokaliteter med spesielle behov omtales i det følgende.



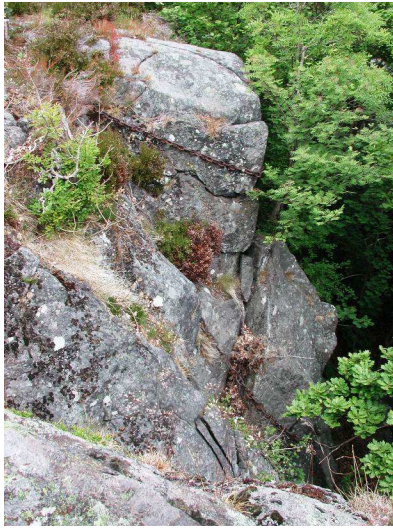
Figur 9: Avløste blokker med behov for tilleggssikring. Lokalitet N58 43.304 E9 13.918

Ved lokaliteten vist i Figur 9, i vestre del av det aktuelle området, er det en steiltstående røys av løse blokker / stein. Enkelte av disse kan enkelt vippes ut med spett. Det vurderes her å være behov for sikring med kombinasjon av fjellbånd, bolter og nett. Få meter ovenfor denne lokaliteten, se Figur 10, er det også avløste blokker med usikker stabilitet og med konkludert behov for sikring.



Figur 10: Usikker stabilitet. Lokalitet N58 43.315 E9 13.918. Øverst i venstre fotografi er det en løs blokk som er sikret med bergbolt. Høyre fotografi viser detalj fra nedre høyre hjørne av venstre fotografi

Det området som nok forutsetter mest omfattende sikringstiltak er søkket som leder ned mot ytre ende av Havnegata, vest for tenkt portal for gangadkomst til anlegget. I øvre del av dette søkket var avløste blokker i tidlige tider sikret med ankerkjetting, se Figur 11. Litt nedenfor ble et parti løsblokker sikret et med wirenett i 2002, se Figur 12, men det er fortsatt usikrede løsblokker i dette området

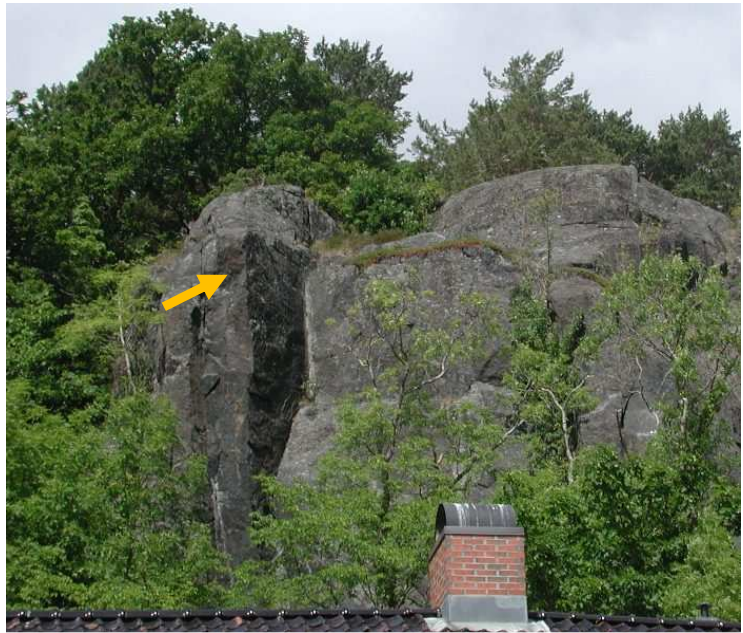


Figur 11: Sikring av avløste blokker med ankerkjetting, ved øvre ende av søkk som leder ned mot ytre ende av Havnegata



Figur 12: Litt lenger ned i samme søkk som i Figur 11. Øverst i høyre fotografi sikring av avløste blokker med ankerkjetting, i venstre fotografi med wirenett

I nedre ende av det angitte søkket er det forhold som utvilsomt forutsetter omfattende sikringsarbeider, se fotografiene i Figur 13, Figur 14 og Figur 15.



Figur 13: Bergparti med tvilsomme stabilitetsforhold, bak ytre ende av Havnegata. Øvre fotografi viser detalj i øvre, venstre del av kollen i nedre fotografi. Gul pil angir avløst "berg pillar" (se fotografier i Figur 14).





Figur 14: Avløst "berg pillar" med tvilsomme stabilitetsforhold, angitt med gul pil på fotografiene i Figur 13. Rød pil i øverste fotografi viser åpen sprekk som avløser en bergblokk på antatt flere tonn



Figur 15: Bergparti med tvilsomme stabilitetsforhold, 10-15m øst for "berg pillar" vist i Figur 14

Hele det angitte området, inkludert søkket som leder ned mot ytre ende av Havnegata, den avløste "berg pillaren" ved østre hjørne av søkket, samt det avløste bergpartiet 10-15m østenfor, må inspiseres grundig før nødvendig sikringsomfang her kan angis.

Videre utover langs Solsiden er det også observert tvilsomme stabilitetsforhold, med behov for nærmere inspeksjon og vurdering før nødvendige tiltak kan konkluderes.

4.5.3.2 Optimalisering av avstand mellom berghaller og terreng

Dette er et vanskelig spørsmål, men i den videre planleggingen bør optimal avstand vurderes nærmere. Den angitte plassering av haller er antatt å være "midt på treet". Dersom det kun er bergforhold og stabilitetshensyn som er avgjørende, kunne en muligens trekke hallene noen få meter ut, for å redusere lengde på adkomsttunneler. Et annet forhold er om hallplasseringen skal vurderes ut fra sprengningsrystelser og eventuell reduksjon av slike ved økning av avstand til de aktuelle bergskrentene. En slik reduksjon er mulig å oppnå, men effekten er vanskelig å fastlegge. En konsekvens ville være økt lengde på adkomsttunneler, noe som innebærer økte kostnader og trolig negative effekter for fotgjengere som skal gå ut, etter at bilen er parkert.

5. Bygninger

5.1 Fundamentering

Følgende ble informert i e-mail 16.06.2010 fra Plansjefen:

På 1970-tallet og fremover ble det lagt nytt VA-system i store deler av byen, herunder i gatene Havnegata og Solsiden. I Havnegata hadde ledningsgrøften en dybde på ca. 2,5 m. Grøftedybden var noe mindre på Solsiden. Det ble ikke påtruffet fjell i grøftene, men vi registrerte tømmerstokker. Disse lå svært tilfeldig i Havnegata, mens på Solsiden var det et mer organisert og sammenhengende system som klart hadde en hensikt og betydning for forsterkning av undergrunden.

Bygningsmassen langs både Solsiden og Havnegata har nok bra fundamenter mot nord (heia), mens mot syd (gaten) er bygningsmassen ikke fundamentert til fjell.

Ifølge våre observasjoner er det kun noen få av bygningene som har synlige setningsskader. Dette kan tyde på at det er forholdsvis grunt til fjell og/eller at tømmerflåtene er i god stand.

5.2 Dokumentasjon av bygningene

5.2.1 Bygningsbesiktigelse

Norsk Standard 8141 Vibrasjoner og støt anbefaler at man ved sprengningsarbeider foretar besiktigelse av alle bygninger innefor en sektor på ca. 50 m fra sprengningsområdet når bygningene er fundamentert på berg. Når bygningene er fundamentert på løsmasser, anbefales det at besiktigelsesområdet utvides til 100 m.

Besiktigelsen utføres ved at alle synlige skader og mangler både utvendig og innvendig registreres før anleggsstart. Det er i dag mest vanlig å benytte video til slik dokumentasjon.

Kostnadene ved en slik dokumentasjon har vi anslått til ca. 160.000 kroner. I tillegg må det regnes med en del kostnader til behandling av skadepåstander og utbetaling av erstatninger. Dette varierer sterkt avhengig av egeninteressen de berørte har av anlegget, men det er fornuftig å regne med ca. 150.000 kroner til skadebehandling.

Vi registrerte også at noen av takene har gammel og til dels løs takstein. Vi har erfaring med at kombinasjonen sprengningsrystelser og løs takstein på bratte tak ikke er så bra. Takene med løs stein bør derfor kontrolleres og utbedres. Utbedringen kan bestå i å feste steinen igjen eller sikre taket med gamle fiskegarn, nøter eller lignende. Dette er i utgangspunktet et

huseieransvar på lik linje med istapper, men det er ikke sikkert at huseierne ser det på samme måten siden det er sprengningsrystelser som vil være den utløsende faktoren.

5.2.2 Setningsmåling

På de nærmeste bygningene i Solsiden og Prestegata bør det monteres setningsbolter og etableres et setningsnivellelement for å ha kontroll med eventuelle setninger.

Etablering av setningsnivellelement og et senere kontrollnivellelement vil anslagsvis koste 60.000 kroner.

6. Sprengningsrystelser

6.1 Grenseverdier

Rystelsesgrenser beregnes ved hjelp av *Norsk Standard 8141 Vibrasjoner og støt*. For bygninger som er fundamentert på fjell og er i god stand, er grenseverdien vertikal svingehastighet $v = 70$ mm/s. Av hensyn til beboerne i bygningen anbefaler vi imidlertid at man forsøker å holde seg under 50 mm/s. For bygninger som er fundamentert med tømmerflåte på silt og leire, er grenseverdien 10-15 mm/s avhengig av avstand til sprengningsstedet.

6.2 Dokumentasjon

Sprengningsrystelsene må kontrolleres ved hjelp av rystelsesmålere som monteres på grunnmuren til de mest utsatte bygningene. Moderne målere har innebygget modem slik at de rapporterer måleverdiene automatisk til en database etter hver salve. Databasen sender automatisk ut målerapport til aktuelle personer kort tid etter sprengning.

I tillegg til måling på grunnmurer, kan det være aktuelt med rystelsesmåling på utsatte bergblokker.

Kostnadene for rystelsesmåling har vi anslått til 250.000 kroner.

Kostnader for dokumentasjon / varslings av eventuelle bevegelser i bergblokker i skrentene kan beløpe seg til kr 150.000 kroner.

6.3 Måling av spisstrykk fra sprengning

Ved sprengingen vil det bli frigjort store mengder sprenggasser som kommer ut av tunnelåpningene med stor hastighet. Høye gasstrykk kan gi vindusskader og i verste fall også bygningsmessige skader og bør derfor overvåkes med målere inntil man får sprengt seg godt inn i hallene. Også disse målerne har automatisk innsamling, overføring og rapportering av data.

Kostnadene for måling av spisstrykk har vi anslått til 40.000 kroner.

6.4 Støymåling

Etablering av de to adkomstene til parkeringshallen vil forårsake kraftig støy tett inntil boliger og støynivået vil sannsynligvis overstige støygrensene i Miljøverndepartementets retningslinjer *T 1442*. Vi anbefaler derfor at støynivået overvåkes i startfasen.

Kostnader for støymåling vil beløpe seg til anslagsvis 30.000 kroner.

7. Kostnader knyttet til angitte tiltak

Som et grovt overslag over kostnader for nødvendige/aktuelle sikringsarbeider/tiltak i området, har vi gjort følgende sammenstilling:

Tiltak	Grovt anslåtte kostnader, ex. mva, kr
Inspeksjon av bergskrenter (på våren) / detaljbeskrivelse av bergsikring	70.000
Kontrahering av bergsikringsfirma, oppfølging	120.000
Bergsikring / renskearbeider	1.000.000
Måling / varslings av eventuelle bevegelser i bergblokker	150.000
Bygningsdokumentasjon, behandling av skadepåstander	310.000
Rystelsesmåling	250.000
Setningsmålinger	60.000
Måling av spisstykke fra sprengning	40.000
Støymåling	30.000
Annet	70.000
Totalt	2.100.000

Et komplisert forhold som ikke er tatt med i kostnadsvurderingen er kostnadseffekten som skjerping av krav til maksimal rystelser ville kunne medføre. En mulighet er å ha alternative rystelseskrav angitt i tilbudsbeskrivelsen for sprengningsarbeidene, med variasjon i sprengningspriser for forskjellige rystelseskrav.

Videre er ikke medtatt kostnader for utbedring / sikring av tak med løse takstein.

Det må bemerkes at noe tilleggssikring er vurdert ønskelig, uavhengig om det anlegges et parkeringsanlegg i Urheia eller ikke, og at dette vil utgjøre en del av angitte kostnader.

8. Kort om forhold knyttet til eventuell grunnvannsdrenering

Et spørsmål er om fjellhaller vil kunne føre til drenering i slikt omfang at grunnvann senkes, med konsekvenser for de to tjernene i Urheia. Vår antagelse er at permeabiliteten i bergmassen generelt er lav og at det neppe vil være fare for at en eventuell grunnvannsenkning ved drenasje inn mot fjellhaller vil påvirke tjernene. En observasjon er at det ene tjernet ligger i en forsenkning som følger den antatt store NØ-SV orienterte forkastningen / svakhetssonen som skjærer opp vest for Risør Museum. På tross av at det denne sonen trolig har den høyeste permeabiliteten i bergmassivet i dette området, samt at terreng-gradientmessige forhold kan tilsi drenering langs sonen, er det likevel et tjern her. Utsprengning av parkeringshaller vil neppe føre til noen endring for tjernene. Dette bør dog vurderes nærmere.

Den samme vurdering gjelder konsekvenser av drenasje inn mot parkeringshaller for vegetasjonen i Urheia. Vi regner ikke med at utsprengning av slike haller vil ha noen merkbar konsekvens for vegetasjonen.

Vi har ikke funnet informasjon om at det eksisterer grunnvannsbrønner som ville kunne påvirkes av drenering inn mot parkeringsanlegg i Urheia.