

REVIDERING AV AMA-17 BERGSCHAKT

En förstudie

Mats Olsson
Urban Åkeson

REVIDERING AV AMA-17 BERGSCHAKT

En förstudie

Revision of AMA-17 Excavation – A pre-study

Mats Olsson, EDZ-Consulting AB

Urban Åkeson, Trafikverket

Förord

I Sverige utgör AMA, RA och MER viktiga dokument som används till att definiera innehållet, styra kvaliteten och reglera ersättningen för utförandentreprenader.

AMA beskriver utförande-och materialkrav på ett systematiskt sätt och de tekniska beskrivningar som följer AMAs struktur utgör viktiga komplement till övriga handlingar som beskriver entreprenadens omfattning. I AMA regleras berguttag i kapitlet CBC Bergschakt.

AMA uppdateras kontinuerligt och ny utgåva kommer var tredje år och för närvarande gäller AMA-17.

Infrastrukturella utbyggnader i närtid kommer att ha mycket fokus på berg och därför är det viktigt att uppdatera nuvarande AMA. I syfte att identifiera frågeställningar så att bättre krav kan ställas, så har en inledande förstudie gjorts av kapitlet CBC Bergschakt i nuvarande AMA-17. Många problem och uppslag till vidare forskning har identifierats. Projektet har utförts i BeFo:s regi.

En projektgrupp bestående av Mats Olsson (EDZ-Consulting) och Urban Åkeson (Trafikverket) har utfört arbetet. Referensgruppen som bistått projektgruppen med värdefullt stöd har bestått av Lars Martinsson (Trafikverket), Daniel Johansson (Swebrec/Luleå tekniska universitet), Hans Hogård (Skanska), Henrik Ittner (SKB), Roger Johansson (Bohus Bergsprängning), Daniel Sundin (Trafikverket) och Per Tengborg (BeFo).

Stockholm i december 2018

Per Tengborg

SAMMANFATTNING

AMA är det referensverk som idag används vid upprättande av tekniska beskrivningar och upphandlingsunderlag. AMA definierar innehållet, styr kvaliteten och reglerar ersättningen för utförandentreprenader. AMA Anläggning består av tre delar AMA, RA och MER.

I kapitlet CBC Bergschakt, regleras berggutttag och här finns information om t.ex. hålavvikelse, bergkontur, förförstärkning, bergrensning och teoretisk skadezon.

AMA revideras kontinuerligt och för närvarande gäller AMA-17. Under arbetet med AMA-17 ansåg berggruppen inom AMA att en större översyn av kapitlet Bergschakt borde göras. Som ett första led i detta har denna förstudie genomförts. Många frågeställningar och problem har identifierats och ett antal forskningsfrågor har föreslagits.

Det konstateras bl.a. att ovanjordssprängning ska särskiljas från tunnelsprängning. Vidare måste bergschaktningsklasser och bergrensningsklasserna ses över. Användning av elektroniska sprängkapslar ska skrivas in i ny AMA. Krav som ställs måste vara mätbara och mätregler måste vara tydligare. Det bör också finnas anvisningar hur dokument ska sparas.

För ovan jordssprängning bör utformandet av en ny AMA bl.a. innehålla:

- Införande av fasta hålavstånd kopplat till bergschaktningsklasser bör ge enklare och lättare kalkylerbara jobb
- Teoretisk bergkontur bör separeras från bergschaktningsklasserna
- Slå ihop innehållet i kapitel som har samma innehåll, t.ex. CBC 1 och CBC 4

För tunnelsprängning:

- Se över nuvarande kraven i CBC 6/1. Klass 1 mycket svårt att uppnå. Behövs det mer än en bergschaktningsklass?
- Separat skadezonstabell för tunneldrivning
- Införande av standardsalvlängder

Resultatet av denna förstudie ska ge underlag till att ta fram ett förbättrat regelverk, ”AMA-20”, därför kommer förstudien att följas av en genomförandedel då de nya AMA reglerna för sprängarbeten ska tas fram.

Nyckelord: AMA, upphandling, entreprenader, bergschakt, bergsprängning

SUMMARY

AMA is the reference documents used in Sweden for establish technical descriptions and procurement documents in entrepreneur contracts. AMA defines the content, controls the quality and regulates compensation for the contracts. AMA consists of three parts AMA, RA and MER.

In the chapter “CBC Bergschakt” rock excavations are regulated and in the chapter there is information including hole deviation, rock contour, scaling, pre-reinforcement, and theoretical damage zone.

AMA is continuously revised and currently edition is AMA-17. During preparation of AMA-17 it became clear that a major review of AMA was necessary. The first step of this work is this pre-study. This report has identified many problems in “CBC Bergschakt”. Furthermore a lot of research issues have been proposed.

The major conclusions of the report are that tunnel excavation should be separated from other forms of excavation. Rock excavation classes and classes for scaling must be reviewed.

Requirements stated in AMA must be measurable and measurement rules must be clearer.

The result of this pre-study will provide the basis for developing the new AMA-20.

Key words: AMA, technical descriptions, entrepreneur contracts, rock excavation

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND	1
2	MÅLSÄTTNING	3
3	GENOMFÖRANDE	5
3.1	Uppläggnig.....	5
3.2	Struktur på AMA-17	5
4	IDENTIFIERING AV PROBLEM, FORSKNINGSFÖRSLAG, KONTROLL OCH UPPFÖLJNING.....	7
5	REGELVERK I ANDRA LÄNDER	35
5.1	Regelverk i Finland.....	35
5.2	Regelverk i Norge	37
6	WORKSHOP	41
7	DISKUSSION, SLUTSATSER	45
7.1	Sammanfattning	46
8	BEHOV AV FORTSATTA STUDIER	47
9	ERKÄNNANDE	49
10	REFERENSLISTA.....	51

1 BAKGRUND

AMA är det referensverk som idag används vid upprättande av tekniska beskrivningar och upphandlingsunderlag. AMA definierar innehållet, styr kvaliteten och reglerar ersättningen för utförandeentreprenader.

AMA Anläggning består av tre delar:

- AMA- Allmän material-och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten
- RA- Råd och anvisningar till AMA- Anläggning
- MER- Mät-och ersättningsregler

I kapitlet CBC Bergschakt, regleras sprängarbeten och här finns information om t.ex. hålavvikelse, bergkontur, förförstärkning, bergrensning och teoretisk skadezon. En viktig del av sprängningsresultatet är att begränsa skador på berget i slänt och tunnelkontur. I AMA anges bl.a. teoretisk skadezon för olika bergschaktningsklasser. Tyvärr saknas en entydig definition av skadezon och tabellen gäller egentligen endast för 45-51 mm hål. Underlag för beräkning av grövre håldimension saknas. Tabellen har många ytterligare begränsningar och den säger t.ex. inget om vare sig hålsättning eller tändspridning, men har trots dessa begränsningar varit ett praktiskt verktyg för design av skonsam sprängning.

AMA revideras kontinuerligt och för närvarande gäller AMA-17. I AMA-17 gjordes en uppdatering av skadezonstabellen men tiden medgav inte den mer omfattande uppdateringen av kapitlet Bergschakt som branschen efterfrågar. Under arbetet med AMA-17 ansåg berggruppen inom AMA att en större översyn av kapitlet Bergschakt borde göras och som ett första led i detta har denna förstudie genomförts.

Förstudien är ett BeFo-projekt och kommer att följas av ett andra delsteg där en revidering av AMA-17 CBC Bergschakt kommer att genomföras. Arbetet är sanktionerat av Svensk Byggtjänst.

Det är viktigt för branschen att ha ett uppdaterat verktyg för kravställning då det leder till en bättre konkurrens.

2 MÅLSÄTTNING

Syftet med denna förstudie är främst att identifiera problem och frågeställningar så att bättre krav kan ställas och kontrolleras i kommande regelverk. Förstudien ska även ta fram forskningsförslag samt identifiera behov av kontroll och uppföljning

Förstudien kommer senare att följas av ett projekt där de nya AMA reglerna för CBC-Bergschakt ska tas fram.

3 GENOMFÖRANDE

3.1 Uppläggnig

Arbetet har bestått av följande delar:

- Identifiering av problem, forskningsförslag samt behov av kontroll och uppföljning
- Regelverk i Finland och Norge
- Workshop

Arbetet med denna förstudie har pågått under 2017 och arbetet startade i februari genom tillgång till remissversionen av AMA-17 (Olsson, E). Den tryckta versionen av AMA-17 utkom i april 2017.

3.2 Struktur på AMA-17

CBC Bergschakt omfattar 20 sidor i AMA-17. Kapitlet inleds med allmänna uppmaningar och beskriver därefter innehållet i sprängplan och sprängjournal. Därefter följer allmänna krav på sprängning intill nygjuten betong, borrhning, laddning, bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon, förförstärkning, förtätad konturhålsborrning, bergyta lossjord utan sprängning, bergrensning samt öppen sprängning. Under dessa rubriker finns tabeller som t.ex. visar högsta tillåtna laddningskoncentration och motsvarande teoretisk skadezon. Vidare hittas tabeller som visar rekommenderat avståndet mellan bultar för olika förstärkningsklasser och en speciell tabell för bergrensningsklasser. Under rubriken Öppen sprängning finns definition av hålavvikelse illustrerad samt en illustrerad definition på bl.a. teoretisk bergkontur och schaktad bergkontur. Det finns även en tabell som visar tillåtna schaktad bergkontur och teoretisk skadezon i förhållande till olika bergschaktningsklasser.

Efter detta följer en indelning i olika delkapitel samt underkapitel till dessa enligt följande:

- | | |
|-------|---|
| CBC.1 | Bergschakt för väg, plan o.d. samt vegetationsyta |
| CBC 2 | Bergschakt för byggnad |
| CBC 3 | Bergschakt för ledning, kabel m.m. |
| CBC 4 | Bergschakt för spåranläggning |
| CBC 5 | Bergschakt för bro, brygga, kaj, kassun o.d. |

Det sista delkapitlet CBC.6 i Bergschakt omfattar bergschakt för tunnel och berggrum. Här finns tabell för största tillåtna hålavvikelse för olika bergschaktningsklasser, figurer som bl.a. illustrerar teoretisk och schaktad bergkontur, olika borrhålstyper samt definition av förförstärkning.

4 IDENTIFIERING AV PROBLEM, FORSKNINGSFÖRSLAG, KONTROLL OCH UPPFÖLJNING

Uppläggningsen av detta kapitel baseras på innehållet i AMA-17 CBC Bergschakt. För varje del beskrivs först texten i AMA-17 och därpå redovisas de identifierade problemen i AMA-17, behov av kontroll och uppföljning samt framtida forskningsfrågor. Om texten i AMA-17 bedömts bra så lämnas ingen kommentar. Texten från AMA-17 är i detta kapitel kursiverad och följer rekommendationer från universitetet med avseende på långa citeringar med indragna höger och vänster marginaler samt mindre teststorlek.

CBC BERGSCHAKT

Anmälan ska göras till beställaren, vederbörande myndighet och berörd anläggningsägare innan sprängningsarbete påbörjas.

Godkännande från vederbörande myndighet och berörd anläggningsägare ska finnas innan arbetet påbörjas.

Sprängning ska utföras med hänsyn till markvibrationer, stenkast, vatten och luftstövågor. Laddning och täckning ska anpassas till förhållanden i omgivningen.

Berget ska schaktas till teoretisk bergkontur och så att fast berg inte förekommer inom teoretisk bergkontur.

Utförda mätningar av vibrationer, luftstövågor, buller och damm ska fortlöpande följas upp och redovisas för beställaren. Vid överskridande av gränsvärde ska beställaren informeras omgående.

Om förstärkning av berg eller befintliga konstruktioner bedöms vara erforderlig före sprängning, utöver vad som anges i handlingarna, ska detta anmälas till beställaren.

Sprängplan

En preliminär sprängplan ska lämnas till beställaren före sprängningsarbetet påbörjas. Sprängplanens utformning ska ta hänsyn till ställda krav och till den information om bergets geologi som beställaren tillhandahållit. Sprängplan ska innehålla uppgift om håldimension, hålsättning, håldjup, sprängämnessorter och dimensioner, laddningskoncentrationer, laddningsmängd per hål, beräknad största samverkande laddning, tändartyp, tändplan och intervallnummer och där så erfordras stickmått. Sprängplanen ska också innehålla uppgift om hur hänsyn tagits till bergets geologi, struktur och sprickgeometri.

Om aktuell bergschaktningsklass och övriga krav inte innehålls ska justering av sprängplan snarast göras. Beställaren ska informeras omgående då behov av justering föreligger. Justerad sprängplan lämnas till beställaren och ska omfatta uppgifter enligt ovan.

Sprängjournal

Underlag för sprängjournal ska vara nedtecknad innan salva avlossas. Sprängjournal ska innehålla

- salvnummer med tidpunkt för sprängning
- antal hål och hålradar i salvan
- största och minsta håldjup
- total samverkande laddningsmängd
- salvans läge
- kortaste avstånd mellan salva och mätpunkt
- mätvärden från vibrationsmätare
- avvikelser från borrh- och laddplan.

Sprängning intill nygjuten betong

Sprängning intill nyuppförd betongkonstruktion (yngre än 28 dygn) ska utföras med beaktande av betongens hållfasthetstillväxt och avståndet mellan sprängplats och nyuppförd betongkonstruktion och med beaktande av riktvärden för maximal svängningshastighet, beräknade enligt SS 4604866, och betongens härdning.

Forskningsförslag för sprängning intill nygjuten betong

- Luftstöt vågens inverkan på nygjuten sprutbetong (främst tunnel)

Borring och laddning

Kalibrerade riktinstrument ska användas vid borring av konturhål och hjälparhål.

Hålavstånd, borrhåldiameter och laddningskoncentration ska anpassas till angiven bergschaktningsklass. Ingen del i salvan får överskrida krav på teoretisk skadezonens utbredning i kontur.

Inget vatten får förekomma i hjälparhål eller konturhål.

Då berguttaget föreskrivs att tas ut i etapper och i flera pallar eller då detaljschakt ska utföras, ska erforderliga åtgärder vidtas. Innan borring för nästa salva påbörjas ska förberedande arbete utföras så att eventuella dolor undanröjs. Kvarstående borrhålspipor ska blåsas rena.

Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon

Tabell AMA CBC/1. Högsta tillåtna laddningskoncentration vid öppen sprängning och vid sprängning för tunnel, bergrum o d i förhållande till krav på teoretisk skadezon

Skadezon teoretisk	Laddningskoncentration DxM
(m)	(kg/m)
0,2	0,10
0,3	0,15
0,4	0,20
0,5	0,25
0,6	0,30
0,8	0,40
1,0	0,55
1,1	0,70
1,2	0,75
1,4	1,00
1,6	1,20
1,8	1,40
2,0	1,60
2,2	1,80
2,4	2,00

Teoretisk skadezon beräknad för håldimension 48–51 mm.

Utöver angivna förhållanden i tabell AMA CBC/1 tillåts för strängemulsion

- max 0,35 kg/m i konturhål
- max 0,5 kg bottenladdning i konturhål
- att bottenhål får laddas fulla.

För frikopplade hål som initieras momentant reduceras skadezonen.

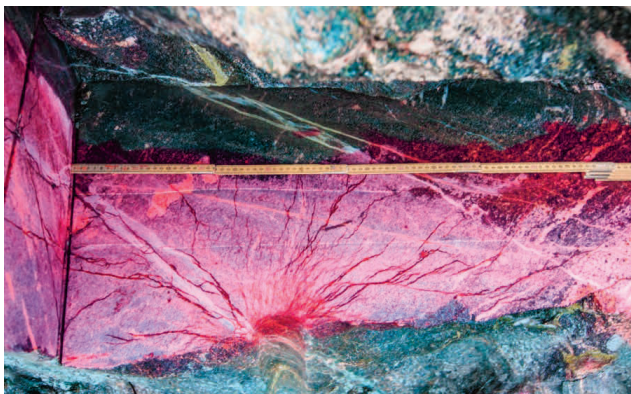
Teoretiska förhållanden som anges i tabell AMA CBC/1 fräntar inte ansvaret för att kraven i vald bergschaktningsklass ska uppnås.

Identifierade problem för Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon

I AMA-17 har det införts en uppdaterad tabell för den teoretiska skadezonen och motsvarande högsta tillåtna laddningskoncentration. Tabellen kom till efter önskemål från bl.a. BEF som ville ha tillbaka en skadezonstabell igen. I en tidigare utgåva av AMA (AMA-83) fanns en tabell där olika sprängämnen, dess laddningskoncentration och bedömt skadezon djup fanns listade. I AMA 98 togs sprängämnesnamnen bort och där redovisades endast olika laddningskoncentrationer och dess teoretiska skadezon djup. AMA10 är ännu mer renodlad och här finns en indelning i bergschaktningsklasser och dess maximala skadezon angivna för slätsprängning.

Skadezonstabellen i AMA 17 har fortfarande många begränsningar. Den gäller definitionsmässigt egentligen endast för håldimension 48-51 mm (dimension för tunnlar), definition på skadezon saknas och skadezonen kan därför inte kontrolleras. Den teoretiska skadezonen tar t.ex. inte hänsyn till frikopplingens inverkan, vatten i borrhål och inverkan av momentan initiering. Sprängningen och hur dess ingående parametrar påverkar skadezonen har flitigt undersökts, se t.ex. (Olsson & Ouchterlony, 2003) eller TrV rapport Skadezonutbredning vid skonsam sprängning samt i flertalet utredningar från SKB och Posiva.

Gemensamt för dessa undersökningar är att den s.k. ”skadezonen” bestäms genom att mäta spricklängder och sprickfrekvens. Figur 1 visar ett exempel på sprickutbredning.



Figur 1. Sprickutbredning från Detonex 80. *Fractures from blasting with detonating cord 80g/m*

Identifierade problem för Bergschaktningsklasser och teor. skadezon

Det finns ett stort behov av nya tabeller för att visa vad som kan uppnås och vilka krav som ska ställas på skonsam sprängning. De identifierade problemen i AMA 17 är:

- Teoretisk skadezon går inte att mäta
- Begreppet teoretisk skadezon ska tas bort och ersättas med uppmätt spricklängd
- Begreppet bergschaktningsklass bör utgå och ersättas med ”skonsamhetsklass”
- Separata tabeller ska finnas för öppen sprängning och för tunnel. Tabell CBC/1 bör därför utgå

Forskningsförslag för bergschaktningsklasser och teor. skadezon

- Hjälparradens inverkan på bergkonturen (inkl. spricklängder)
- Naturliga sprickors (foliationens) påverkan på sprickbildning vid berguttag
- Hålavvikelsens påverkan på bergkontur och uppsprickning
- Ny tabell för skador i bergvägg efter sprängning

Behov av kontroll och uppföljning

- Bättre kontroll av sprängplan och sprängjournal
- Stickprovskontroll av spricklängder i bergkonturen

Förförstärkning

Förförstärkning, för att begränsa bakåtbrytning, ska utföras i samråd med beställaren. Efteravtäckning och innan sprängning för kontur påbörjas ska beställaren beredas tillfälle att avgöra om förförstärkning, utöver vad som föreskrivits i handling, ska utföras, särskilt inom områden med mindre gynnsamma bergförhållanden.

Förförstärkning ska utföras enligt angiven förförstärkningsklass, tabell AMA CBC/2. Bultar för förförstärkning ska sättas parallellt med teoretisk bergkontur enligt figur AMA CBC/3 eller med vinkel från teoretisk bergkontur enligt figur AMA CBC.6/3. Bultar ska monteras i cementbruk med vattencementtal (vct) $\leq 0,35$. Sprängning närmare än 3 m från en ingjuten bult får utföras tidigast efter tre dygn.

För bultstålskvalitet, cementkvalitet och för utförande av ingjutning, se CDC.14.

Bultarnas bärande verkan, som permanent förstärkning efter sprängning, avgörs av beställaren.

Tabell AMA CBC/2. Förförstärkning före sprängning för att begränsa bakåtbrytning

Förförstärkningsklass	Avstånd mellan bultar, m
1 a; b; c; d	0,3
2 a; b; c; d	0,5
3 a; b; c; d	0,7
4 a; b; c; d	1,0

Bulldiameter vid förförstärkningsklass
a: Ø 12 mm
b: Ø 20 mm
c: Ø 25 mm
d: Ø 32 mm

Identifierade problem för förförstärkning

- Är håldimensionen densamma för samtliga bultdimensioner?

Förtätad konturhålsborrning

Utöver att hålavstånden i konturhålsraden alltid ska anpassas till krav på bergschaktningssklass kan särskilda krav på förtätad konturhålsborrning ställas, till exempel för extra skonsamhet eller ur en arkitektonisk aspekt. Med förtätad konturhålsborrning avses ett borrhålsavstånd med max centrumavstånd 300 mm.

Identifierade problem för förtätad konturhålsborrning

Med förtätad konturhålsborrning avses i AMA-17 ett borrhålsavstånd med max centrumavstånd på 300 mm.

- Gäller detta öppen sprängning eller tunnel eller både och?
- Behövs så tät borrning vid öppen sprängning?
- Det står max c-c 300 mm. Det kan inte vara rimligt!

Figur 2 visar en förskärning till en tunnel med hålavstånd 0,3 m. Här hade resultatet troligen blivit lika bra med hålavstånd 0,6 m och till en betydligt lägre kostnad.



Figur 2. Tunnelpåslag med tätt hålmönster. *Slope blasting with narrow spacing*

Bergyta lossjord utan sprängning

Schaktyta kan utföras med alternativa metoder till sprängd yta såsom sågning, kilning, spräckning, slitsborrning och dylikt.

Identifierade problem för bergyta lossjord utan sprängning

- Mer information av alternativa bergguttagsmetoder bör finnas

Forskningsförslag för lossjord bergyta utan sprängning

- Hur mycket reduceras vibrationer från sprängning med en sågad slits?
- Behöver slitsen vara helt öppen för att vara vibrationsdämpande?
- Hur mycket reduceras vibrationer om slitsen endast är en blind-cut?

Bergrensning

Bergrensning, såväl maskinell rensning som rensning med spett, ska utföras av personal med dokumenterad erfarenhet. All bergrensning ska avsynas av ansvarig arbetsledare med minst fem års dokumenterad erfarenhet. Bergrensningen ska dokumenteras i protokoll. Protokollens utformning ska godkännas av beställaren. Ifyllda protokoll ska löpande lämnas till beställaren.

Bergrensning ska utföras enligt angiven klass i tabell AMA CBC/3. Bergrensningen ska utföras så att det kvarstående bergets stabilitet och bergkontur inte påverkas negativt. Utförande och utrustning ska anpassas till bergets egenskaper.

Block och stenar som är instabila och som inte kan eller inte bör rensas ner ska säkras genom bergförstärkning i form av bultning eller nät enligt aktuell kod och rubrik under CDC.1 eller med sprutbetong enligt aktuell kod och rubrik under EBF.3 eller EBF.4. Åtgärderna utförs enskilt eller i kombination med varandra. Vid öppen sprängning får alternativt instabilt berg tas ner genom sprängning.

Åtgärder ska avgöras i samråd med beställaren.

Tabell AMA CBC/3. Bergrensningsklasser

Bergrensningsklass	A Väggar/slänter och tak	B Bottnar och terrasser
1	Lossbrytning av berg från färdigsprängd yta som kan utföras maskinellt med tyngre hydraulisk hammare (vikt större än 750 kg) och därefter kompletterande rensning av en man med skrotspett	Borttagning av material till fast berg innefattande borttagning av löst material samt maskinell rensning med tyngre hydraulisk hammare (vikt större än 750 kg) och därefter kompletterande rensning av en man med skrotspett
2	Lossbrytning av berg från färdigsprängd yta som kan utföras maskinellt med lätt hydraulisk hammare (vikt 250-450 kg) och därefter kontroll och kompletterande rensning av en man med skrotspett	Borttagning av material till fast berg innefattande borttagning av löst material samt maskinell rensning med lätt hydraulisk hammare (vikt 250-450 kg) och därefter kontroll och kompletterande rensning av en man med skrotspett
3	Lossbrytning av berg från färdigsprängd yta av två man med samverkande skrotspett	Borttagning av löst material till fast berg med maskinell utrustning
4	Lossbrytning av berg från färdigsprängd yta med maskinell utrustning	Borttagning av löst material till en nivå motsvarande teoretisk schaktbotten
5	Bergyta tryckspolas ren med vatten vid minst 1.2 MPa med minst 12 mm munstycke alternativt blåses bergytan ren med tryckluft vid minst 10 bar	Bergyta tryckspolas ren med vatten vid minst 1.2 MPa med minst 12 mm munstycke alternativt blåses bergytan ren med tryckluft vid minst 10 bar

Kvarsittande lösgjort bergmaterial i schaktytor ska, vid risk för nedfall, schaktas bort i samband med schakt- och utlastningsarbete.

Identifierade problem för bergrensning

- Tabell CBC/3 har 5 klasser. Behövs alla dessa då man ändå inte använder hydraulhammare vid öppensprängning?
- Om man vid skrotning får utfall innanför teor. bergkontur-Hur regleras detta?
- Särskilj öppen sprängning från tunnel. Det finns behov av separata tabeller för ”skadezoner”

Öppen sprängning

Vid sprängning inom 50 meters avstånd från väg eller järnväg ska trafiken vara avstängd. Väghållaren och banhållaren ska i god tid före sprängning kontaktas så att det finns en rutin och plan för avstängning av trafiken.

Den avtäckta bergytan ska karteras före sprängning och vid avvikelser, från den information om bergets geologi som beställaren tillhandahållit, ska beställaren kontaktas. Dokumentation av karteringen ska tillhandahållas beställaren löpande.

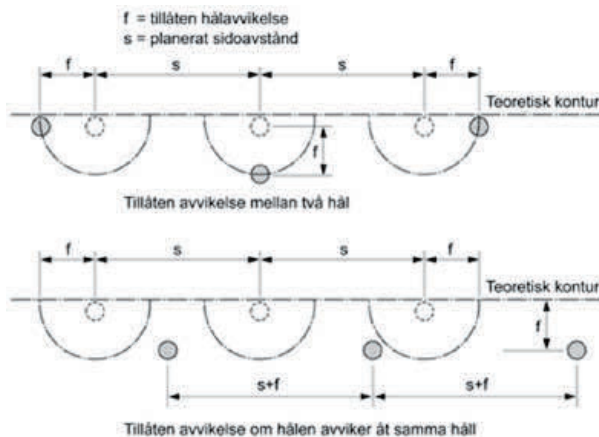
Beställaren ska kallas och ges möjlighet att närvara vid karteringstillfället. Teoretiskt släntrökn ska markeras före ansättning vid borring.

Identifierade problem för öppen sprängning

- Definition på öppen sprängning saknas

Borring och laddning

Konturhåls avvikelse får i hålbotten vara högst 3 procent av hållets totala längd.



Figur AMA CBC/1. Definition av borrhålsavvikelse

Laddningarna i hålen ska vara frikopplade.

Identifierade problem för borrning och laddning

- Behövs Figur CBC/1 eller kan den göras bättre?
- Hålavvikelse högst 3 % av hållängd är inte bra. Om hålen avviker åt olika håll så blir avvikelserna 0,6 m vid 10 m hållängd. Vid 0,8 m planerat hålavstånd blir hålavståndet då 1,4 m. Utslagsproblem!

Forskningsförslag för borrning och laddning

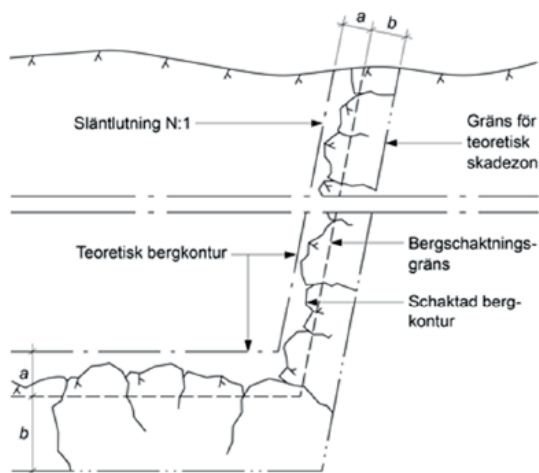
- Hålavvikelsens inverkan på bergkonturen (släthet och spricklängder).

Behov av kontroll och uppföljning

- Finns behov av kontroll?
- Hur ska detta utföras? Inmätning av hållägen/skanning?

Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon för slänter brantare än 1:1

Schaktad bergkontur och teoretisk skadezons utbredning enligt figur AMA CBC/2 ska för öppen sprängning uppfylla krav enligt angiven bergschaktningsklass i tabell AMA CBC/4.



a = Största tillåtna mått för schaktad bergkontur i förhållande till teoretisk bergkontur

b = Största tillåtna mått för teoretisk skadezons utbredning i förhållande till bergschaktningsgräns

Avseende släntlutning N:1, se figur AMA CBC/3

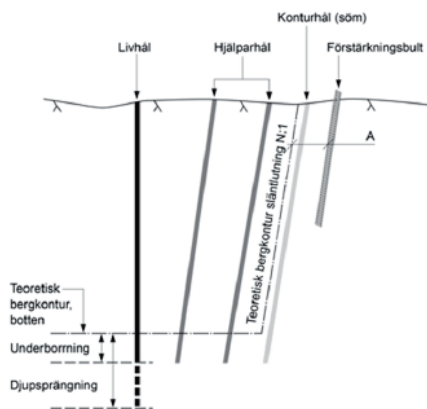
Figur AMA CBC/2. Relationer för teoretisk bergkontur, schaktad bergkontur, bergschaktningsgräns och gräns för teoretisk skadezon i öppen sprängning

Tabell AMA CBC/4. Bergschaktningsklasser, öppen sprängning

Bergschaktnings- klass ²⁾	Schaktad bergkontur Mått (a) i figur AMA CBC/2		Teoretisk skadezon Mått (b) i figur AMA CBC/2	
	Slänt/vägg A	Botten B	Slänt/vägg A	Botten B
1	0,1	0,3	0,2	0,5
2	0,3	0,4	0,3	0,7
3	0,6	0,7	0,5	1,1
4	0,8	1,0	1,1	1,7
5	1)	1)	1)	1)

1) Schaktad bergkontur ska ligga utanför teoretisk bergkontur

2) Vid val av bergschaktningsklass (1-5) kombineras siffran med därefter följande bokstav för den del som kräver på schaktad bergkontur och teoretisk skadezon avser, för slänt/vägg (A) och för botten (B)



A = avståndet mellan teoretisk bergkontur för slänt och förstärkningsbult

N = N i uttrycket N:1 preciserar vald släntlutning

Figur AMA CBC/3. Definition av borrhål, förstärkning, släntlutning vid öppen sprängning

Identifierade problem för slänter brantare än 1:1

- Tabell CBC/4. Varför så många bergschaktningsklasser?
- Nya klasser (skonsamhetsklass) och spricklängder.
- Schaktad bergkontur är ett ekonomiskt begrepp. Ska den delen finnas med i tabellen?

Forskningsförslag för slänter brantare än 1:1

- Utfall av berg i olika geologier och från olika typer av kontursprängning

Förspräckning

Vid förspräckning ska konturhål borrar och sprängas före livhål och hjälparhål, se definitioner i figur AMA CBC/3.

Identifierade problem för förspräckning

- Behövs specifikation för håldimension och hålavstånd?

Forskningsförslag för förspräckning

- Förspräckningens inverkan på bergkonturen (inkl. spricklängder). Jämförs med slätsprängning

Slätsprängning

Vid slätsprängning ska konturhål och hjälparhål initieras sist i salvan, se definitioner i figur AMA CBC/3.

Forskningsförslag för slätsprängning

- Slätsprängningens inverkan på bergkonturen (inkl. spricklängder). Jämförs med förspräckning

Identifierade problem allmänt för den inledande texten i AMA-17

- Varför finns en inledande del i AMA-17? Är texten här allmän och i så fall omfattar den även tunnel?
- Ovan jord sprängning bör särskiljas från tunnelsprängning

CBC.1 Bergschakt för väg. Plan o d samt vegetationsyta

Bergrensning ska utföras enligt klass 2A i slänter med lutning brantare än 1:1 och enligt klass 4B i terrass, tabell AMA CBC/3.

CBC.11 Bergschakt för väg, plan o d

CBC.111 Bergschakt kategori A för väg, plan o d

Djupsprängning ska utföras till 1,5 m under terrassnivå.

Då schaktbottennivå är en annan än terrassnivå, i enlighet med figur AMA CBC.111/1, får fast berg endast förekomma i enstaka toppar, högst 50 mm, över schaktbotten.

Fast berg får inte försvåra vattenavrinning.

Utlastning ska utföras enligt alternativ 1 eller 2.

Alternativ 1 – Utlastning ska utföras i en etapp ned till 0,2 m under terrassnivån.

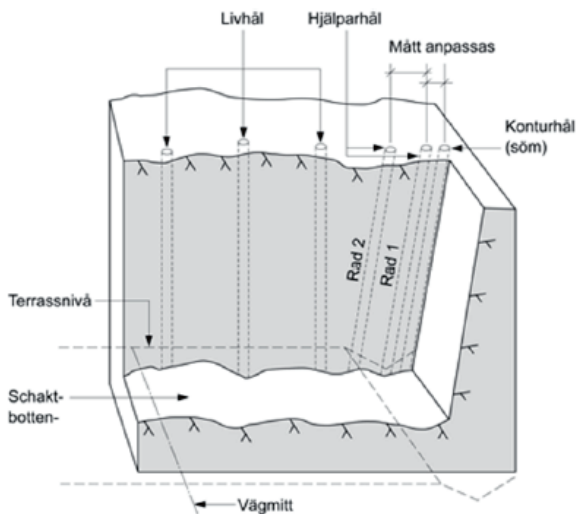
Alternativ 2 – Utlastning ska utföras i två etapper först till 1,0 m över terrassnivån, sedan ned till terrassnivå. Därefter får ingen byggtrafik förekomma på terrassytan.

Inga upplag, krossningsaktiviteter eller föroreningar får förekomma på terrassnivån före eller efter tätning och avjämning.

För slänt i lutning 1:1 eller brantare ska angiven förspräckning av konturhål eller angiven slätsprängning utföras.

Laddningskoncentrationen i hjälparhålen ska proportioneras så att skadezonen inte blir större än teoretisk skadezon för angiven bergschaktningsklass.

Avstånd hjälparhålsrader till konturhålsrad anpassas efter krav på bergschaktningsklass och bergkvalitet, figur AMA CBC.111/1.



Figur AMA CBC.111/1. Definition av livhål, hjälpårhål och konturhål. Avstånd hjälpårhålsrader till konturhålsrad anpassas för att uppnå ställda krav

Identifierade problem för Bergschakt väg

- Kategori A finns men vad är kategori B och C?
- Definition på terrassnivå saknas
- ”Laddningskoncentrationen i hjälpårhålen ska proportioneras så att skadezonen inte blir större än teoretisk skadezon för angiven bergschaktningsklass”. Behöver inte upprepas igen!

CBC.12 Bergschakt för vegetationsyta

Schaktbotten ska utföras på ett sådant sätt att vatten inte blir stående.

Identifierade problem för bergschakt vegetationsyta

- CBC 12 ej kalkylerbart

CBC.2 Bergschakt för byggnad

Schaktning intill och under grundläggningsnivån för befintlig byggnad, anläggning eller i gräns mot granntomt ska utföras enligt bergschaktningsklass 1, tabell AMA CBC/4.

CBC.21 Bergschakt för grundläggning av byggnad på sprängbotten

Bergrensning ska utföras enligt klass 4B, tabell AMA CBC/3.

Snö och is i sprängbotten ska tas bort före packning. Packning av sprängbotten ska utföras med minst tio överfarer med vibrerande envalsvalt med statisk linjelast 25 kN/m eller med sex överfarer med vibratorplatta vikt minst 600 kg. Om riklig vattenbegjutning utförs får antalet överfarer minskas till sex respektive fyra.

Identifierade problem för bergschakt byggnad

- En stor del (2:a stycket i texten) handlar inte om sprängning

CBC.22 Bergschakt för grundläggning av byggnad på fast berg

Den avtäckta bergytan ska karteras och fotograferas före sprängning och efter sprängning, efter att bergytan rensats.

Beställaren ska kallas och ges möjlighet att närvara vid karteringstillfället.

Dokumentationen ska tillhandahållas beställaren efter respektive karteringstillfälle.

Bergrensning ska utföras enligt bergrensningssklass 2B i tabell AMA CBC/3.

CBC.222 Bergschakt för grundläggning av byggnad på fast berg, detaljschakt

Detaljschakt för gropar och ledningar ska utföras från ovanförliggande schaktbottennivå.

Efter bergrensning ska bergytan besiktigas och borrhålsbottnar avvägas. Resultaten av kontroll, angiven fotodokumentation och avvägning ska ingå i dokumentation av egenkontroll. Därefter ska beställarens kontroll av bergets tryckupptagande förmåga påkallas.

CBC.3 Bergschakt för ledning, kabel m.m.

Ledningsgrav ska schaktas med erforderlig breddökning och fördjupning för ledning, brunnar och andra anordningar så att dessa kan utföras på avsett vis.

Bergrensning ska utföras enligt klass 4B, tabell AMA CBC/3.

Vid avsättning för framtida servis- eller anslutningsledningar och vid lednings ändpunkt ska schaktning utföras till 2,0 m utanför avsättningens rörände.

Snö och is i schaktbotten ska tas bort före packning. Packning av schaktbotten ska utföras med sex överfarter med vibratorplatta vägande minst 600 kg. Om riklig vattenbegjutning utförs får antalet överfarter minskas till fyra.

Kvarstående berggadd får inte finnas närmare lednings underkant än 0,15 m.

CBC.31 Bergschakt för rörledning

Schaktbotten för ledning ska ha jämn lutning mellan angivna nivåer.

I de fall ledningsgrav övergår från jord till berg ska schakt för utspetsning utföras enligt figur AMA CBB.31/1.

Identifierade problem för bergschakt ledning, kabel m.m.

- Delar av texten handlar inte om berguttag

CBC.4 Bergschakt för spåranslagning

CBC.41 Bergschakt för järnväg

Bergrensning ska utföras enligt klass 1A i slänter med lutning brantare än 1:1 och enligt klass 3B i terrass enligt tabell AMA CBC/3.

Borrning och sprängning ska utföras så att berget kan loss hållas till angivet djup under terrassnivå, så kallad djupsprängning.

Största kornstorlek får vara högst 0,5 m i de efter utlastning kvarvarande massorna.

Då schaktbottennivå är en annan än terrassnivå, i enlighet med figur AMA CBC.111/1, får fast berg endast förekomma i enstaka toppar, högst 50 mm, över schaktbotten.

För slänt i lutning 1:1 eller brantare ska angiven förspräckning eller angiven slätsprängning utföras.

Avstånd hjälparhålsrader till konturhålsrad anpassas efter krav på bergschaktningssklass och bergkvalitet, figur AMA CBC.111/1.

Konturhål och hjälparhål ska borraras med max borkrona 70 mm.

Identifierade problem för bergschakt för spåranläggning

- Tabell CBC/3 har 5 klasser. Behövs alla dessa då man ändå inte använder hydraulhammare vid öppen sprängning?
- ”Största kornstorlek får vara högst 0,5 m”. Vad menas med kornstorlek?
- Varför begränsning av håldimension just för järnvägar (max 70 mm i kontur/hjälpare)?
- Varför så mycket info specifikt bergschakt järnväg (pallhöjd, förspräckning t.ex.)?
- Står inte hur djupt det ska djupsprängas. Angivet däremot under Bergschakt för väg i CBC 111

CBC.5 Bergschakt för bro, brygga, kaj, kassun o d

Identifierade problem för bergschakt för bro, brygga, kaj, kassun o d

- Hela kapitlet bör ses över. Mycket av texten är densamma under delrubrikerna

CBC.51 Bergschakt för grundläggning av bro

KONTROLL

Kontroll avseende sprickor, hålrum, nivå, lutningar samt bergart vid bergschakt för grundläggning av bro ska minst omfatta

- *kontroll av sprängd bergyta efter rensning*
- *kontroll av naturlig bergyta efter rensning.*

Identifierade problem för bergschakt för bro

- Varför finns just här den enda inskrivna kontrollen i CBC Bergschakt?

Är detta en bra grundläggning av bro på berg, se Figur 3. Har man följt anvisningarna i AMA?



Figur 3. Bergschakt för bro. *Blasting for a bridge*

CBC.511 Bergschakt för grundläggning av bro på sprängbotten

Bergrensning ska utföras enligt klass 4B, tabell AMA CBC/3.

Snö och is i sprängbotten ska tas bort före packning. Packning av sprängbotten ska utföras med minst tio överfarer med vibrerande envalsvalt med statisk linjelast 25 kN/m eller med sex överfarer med vibratorplatta vägande minst 600 kg. Om riklig vattenbegjutning utförs får antalet överfarer minskas till sex respektive fyra.

Identifierade problem

- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?
- Största delen av texten handlar inte om bergguttag. Texten borde flyttas till annat kapitel i AMA

CBC.512 Bergschakt för grundläggning av bro på fast berg

Den avtäckta bergytan ska karteras och fotograferas före sprängning och efter sprängning, efter att bergytan rensats.

Beställaren ska kallas och ges möjlighet att närvara vid karteringstillfället.

Dokumentationen ska tillhandahållas beställaren efter respektive karteringstillfälle.

Mätning och redovisning av bergschaktningsresultat ska utföras. Beställaren ska kallas till mätningen.

Bergschakt ska utföras enligt bergschaktningsklass 1, tabell AMA CBC/4.

Bergrensning ska minst utföras enligt klass 2A och 2B, tabell AMA CBC/3.

Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon

Teoretisk bergkontur ska markeras före ansättning.

Borrning ska utföras med användning av riktinstrument.

Identifierade problem för bergschakt grundläggning av bro på fast berg

- Hänvisning till Bergschaktningsklass 1? Ses över inför AMA-20
- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?
- Varför underrubrik bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon här?

CBC.513 Bergschakt för grundläggning av bro med packad fyllning på fast berg

Bergrensning ska utföras enligt klass 3A och 3B enligt tabell AMA CBC/3.

Identifierade problem för grundläggning av bro med packad fyllning på fast berg

- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?

CBC.52 Bergschakt för grundläggning av brygga, kaj o d

CBC.521 Bergschakt för grundläggning av brygga, kaj o d på sprängbotten

Bergrensning ska utföras enligt klass 3B, tabell AMA CBC/3.

Snö och is i sprängbotten ska tas bort före packning. Packning av sprängbotten ska utföras med minst tio överfarter med vibrerande envälsvält med statisk linjelast 25 kN/m eller med sex överfarter med vibratorplatta vägande minst 600 kg. Om riklig vattenbegjutning utförs får antalet överfarter minskas till sex respektive fyra.

Identifierade problem för grundläggning av brygga, kaj o d

- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?
- Största delen av texten handlar inte om berguttag. Texten borde flyttas till annat kapitel i AMA

CBC.522 Bergschakt för grundläggning av brygga, kaj o d på fast berg

Den avtäckta bergytan ska karteras och fotograferas före sprängning och efter sprängning, efter att bergytan rensats.

Beställaren ska kallas och ges möjlighet att närvara vid karteringstillfället.

Dokumentationen ska tillhandahållas beställaren efter respektive karteringstillfälle.

Mätning och redovisning av bergschaktningsresultat ska utföras. Beställaren ska kallas till mätningen.

Bergschakt för brygga, kaj och dylikt ska utföras enligt bergschaktningsklass 1, tabell AMA CBC/4.

Bergrensning ska utföras enligt klass 2B, tabell AMA CBC/3.

Identifierade problem för grundläggning av brygga, kaj o d på fast berg

- Hänvisning till Bergschaktningsklass 1? Ses över inför AMA-20
- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?

CBC.54 Bergschakt för mur, trappa o d**CBC.541 Bergschakt för mur, trappa o d på sprängbotten**

Bergrensning ska utföras enligt klass 3B, tabell AMA CBC/3.

Snö och is i sprängbotten ska tas bort före packning. Packning av sprängbotten ska utföras med minst tio överfarter med vibrerande envälvält med statisk linjelast 25 kN/m eller med sex överfarter med vibratorplatta vägande minst 600 kg. Om riklig vattenbegjutning utförs får antalet överfarter minskas till sex respektive fyra.

Identifierade problem för bergschakt mur, trappa o d

- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?
- Hänvisning till Bergschaktningsklass 1? Ses över inför AMA-20
- Största delen av texten handlar inte om bergguttag. Texten borde flyttas till annat kapitel i AMA

CBC.542 Bergschakt för mur, trappa o d på fast berg

Den avtäckta bergytan ska karteras och fotograferas före sprängning och efter sprängning, efter att bergytan rensats.

Beställaren ska kallas och ges möjlighet att närvara vid karteringstillfället.

Dokumentationen ska tillhandahållas beställaren efter respektive karteringstillfälle.

Mätning och redovisning av bergschaktningsresultat ska utföras. Beställaren ska kallas till mätningen.

Bergschakt för mur, trappa och dylikt ska utföras enligt bergschaktningsklass 1, tabell AMA CBC/4.

Bergrensning ska utföras enligt klass 2B, tabell AMA CBC/3.

Identifierade problem för bergschakt av mur, trappa o d på fast berg

- Hänvisning till Bergschaktningsklass 1? Ses över inför AMA-20
- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?

CBC.56 Bergschakt för fundament**CBC.561 Bergschakt för grundläggning av fundament på sprängbotten**

Bergrensning ska utföras enligt klass 4B, tabell AMA CBC/3.

Snö och is i sprängbotten ska tas bort före packning. Packning av sprängbotten ska utföras med minst tio överfarter med vibrerande envälvält med statisk linjelast 25 kN/m eller med sex överfarter med vibratorplatta vägande minst 600 kg. Om riklig vattenbegjutning utförs får antalet överfarter minskas till sex respektive fyra.

Identifierade problem bergschakt för fundament

- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?
- Hänvisning till Bergschaktningsklass 1? Ses över inför AMA-20
- Största delen av texten handlar inte om berguttag. Texten borde flyttas till annat kapitel i AMA

CBC.562 Bergschakt för grundläggning av fundament på fast berg

Den avtäckta bergytan ska karteras och fotograferas före sprängning och efter sprängning, efter att bergytan rensats.

Beställaren ska kallas och ges möjlighet att närvara vid karteringstillfället.

Dokumentationen ska tillhandahållas beställaren efter respektive karteringstillfälle.

Mätning och redovisning av bergschaktningsresultat ska utföras. Beställaren ska kallas till mätningen.

Bergschakt för brygga, kaj och dylikt ska utföras enligt bergschaktningsklass 1, tabell AMA CBC/4.

Bergrensning ska utföras enligt klass 2B, tabell AMA CBC/3.

Identifierade problem bergschakt för grundläggning av fundament på fast berg

- Hänvisning till maskinskrotning? Maskinskrotas botten?
- Hänvisning till Bergschaktningsklass 1? Ses över inför AMA-20

CBC.6 Bergschakt för tunnel, bergrum o d

Bergschakt ska utföras enligt angiven bergschaktningsklass, tabell AMA CBC.6/1 och figur AMA CBC.6/1. Kvarstående berg innanför teoretisk bergkontur ska tas bort.

Utmärkning av borrhålen vid tunnelgaveln ska utföras i sådan omfattning att borrplan överensstämmer med beräknad. Om hjälpmedel för ansättning finns inbyggd i borrhägen behöver utsättning inte ske.

Hörnhål mellan vägg och botten ska laddas som vägghål. Bottenhål och hjälparhål nära hörnhål ska laddas med hänsyn till skadezonkravet för vägg. Se definition av borrhål i figur CBC.6/2.

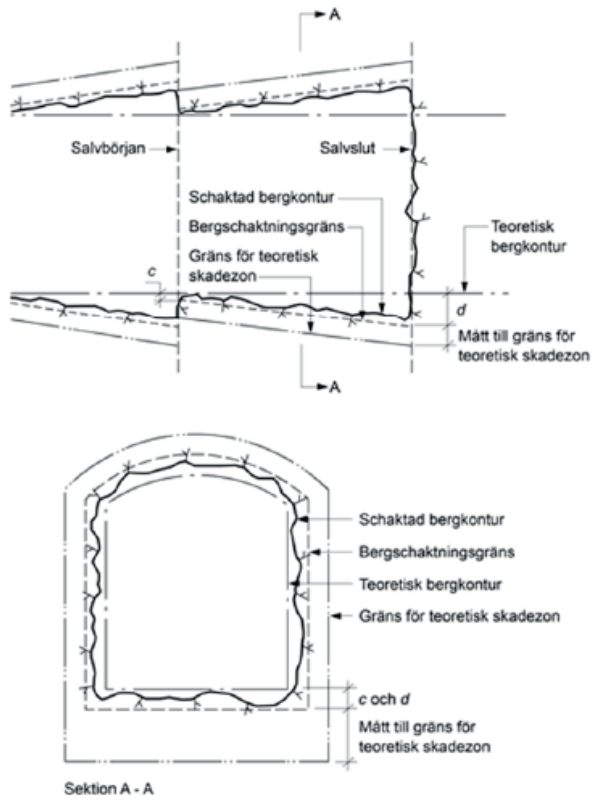
Om vatten eller injekteringsmedel påträffas i samband med salvbörning ska börningen avbrytas. Anmälan ska göras till beställaren för beslut om åtgärd.

Beställaren ska beredas tid att successivt utföra bergkartering.

Tabell AMA CBC.6/1. Bergschaktningsklasser för tunnel, bergrum o d

Bergschaktningsklass	Största tillåtna mått – uttryckt som medelvärde ¹⁾ av c och d – för avstånd mellan schaktad bergkontur och teoretisk bergkontur. <small>Se figur AMA CBC.6/1</small>	Största tillåtna avvikelse för enskilt borrhål i vägg och tak i förhållande till teoretisk bergkontur	Största tillåtna avvikelse för enskilt borrhål i botten i förhållande till teoretisk bergkontur
1	0,25 m	0,60 m	0,70 m
2	0,30 m	0,70 m	0,80 m
3	0,35 m	0,80 m	0,90 m
4	0,40 m	0,90 m	1,00 m

1) Medelvärde för mått c och d i figur AMA CBC.6/1 beräknas enligt formeln $\frac{c+d}{2}$

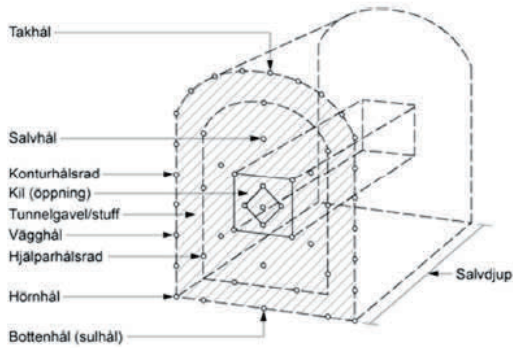


Sektion A - A

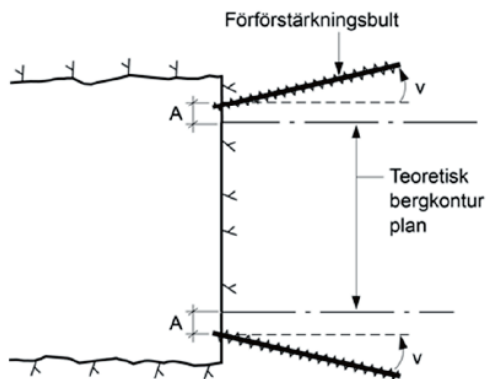
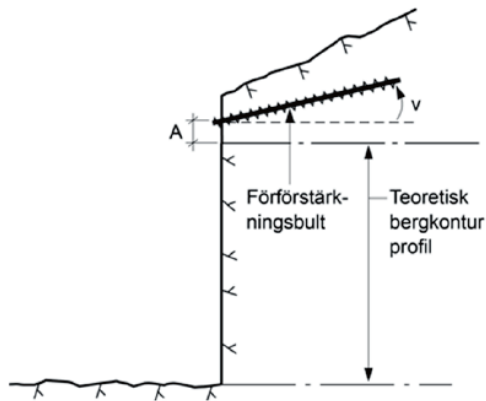
c = Största tillåtna medelvärde för avstånd mellan teoretisk bergkontur och schaktad bergkontur vid salvbörjan

d = Största tillåtna medelvärde för avstånd mellan teoretisk bergkontur och schaktad bergkontur vid salvslut

Figur AMA CBC.6/1. Definition av teoretisk bergkontur, schaktad bergkontur, bergschaktningsgräns och teoretisk skadezon, för tunnel, bergrum o d



Figur AMA CBC.6/2. Definition av borrhål i en salvborming för tunnel, ort och bergrum.



Figur AMA CBC.6/3. Definition av förförstärkning, tunnelkontur. A = avståndet mellan teoretisk bergkontur och förförstärkning och v = borrhinkel för bult ut från teoretisk bergkontur, för tunnel, ort och bergrum

Identifierade problem bergschakt för tunnel, bergrum o d

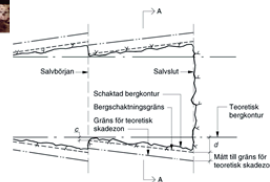
- Varifrån kommer måtten i tabell AMA CBC.6/1?
- ”Utmärkning av borrhål...”. Moderna borrhägar har inriktningshjälpmedel. Texten bör utgå.
- ”Hörnhål mellan vägg och botten ska laddas som vägghål”. Bör utgå och ersättas med ”Samtliga hål i väggen ska laddas som vägghål”.
- Gör om Figur AMA CBC.6/1 (begreppet skadezon ersätt med skonsamhetsgräns)
- Vilka krav på bergschaktningsklasser ska ställas och vad kan uppnås? SKB följde upp kraven i Äspö och man kunde konstatera att trots noggrann koll gick det inte att hålla kraven, se Figur 4
- Hänvisning till Figur CBC 6.3 saknas. Varför finns figuren?

Kravuppfyllnad för bergschakt?

AMA 10 & 13

Bergschaktningsklass	Största tillåtna mått – uttryckt som medelvärde ¹⁾ av c och d – för avstånd mellan schaktad bergkontur och teoretisk bergkontur. Se figur CBC/5	Största tillåtna avvikelser för enskilt borrhål i vägg och tak i förhållande till teoretisk bergkontur	Största tillåtna avvikelser för enskilt borrhål i botten i förhållande till teoretisk bergkontur
1	0,25 m	0,35 m	0,40 m
2	0,30 m	0,70 m	0,80 m
3	0,35 m	0,80 m	0,90 m
4	0,40 m	0,90 m	1,00 m

1) Medelvärde för mått c och d i figur CBC/5 beräknas enligt formeln $\frac{c+d}{2}$



Vilken bergschaktningsklass uppnåddes vid Äspö utbyggnad?

Ansättning +5 cm
Stick 30 cm
Hållavvikelse <20 cm

Största tillåtna...medelvärde...c och d...



Teoretisk BP: $(5+35)/2=20$ cm?

Mv inmätt borrhög: $(7+32)/2=20$ cm?

Mv scanning (start+slut)/2: $(24+31)/2=28$?

Mv scanning: 0,26 cm?

Annat?

20, 35, 55 cm alt. annat?

Största tillåtna avvikelser

för enskilt borrhål i tak och vägg...



Workshop: AMA-Bergschakt

Figur 4. Krav och uppnått resultat i Äspö. Demands and result in SKB:s research facility in Äspö

Forskningsförslag för tunnel och bergrum

- Ger en ökad laddningsmängd i konturhål en reduktion av antalet ”glasögon”
- Är kraven på stickning vettiga?

Behov av kontroll och uppföljning

Om krav ställs på mått, avvikelser och spricklängder ska det kontrolleras.

Bergyta lossjord utan sprängning

Schaktyta kan utföras med alternativa metoder till sprängd yta såsom sågning, kilning, spräckning, slitsborrning och dylikt.

Identifierade problem för bergyta lossjord utan sprängning

- Behövs mer detaljer och krav för alternativa uttagsmetoder?

CBC.61 Bergschakt för tunnel

Begränsat borrhjup, pilotunnel eller uppdelning av salva ska tillämpas
 – för minst de första 5 m vid tunnelpåslag, gäller även vid tunnelpåslag från befintlig tunnel
 – vid tunnelförgreningar och pelarnos
 – vid mindre bergtäckning än tunnelns halva spännvidd.

Vid utsprängning av pilotunnel ska minst konturraden i väggar och tak samt en hjälprad sparas till strossning i en separat sprängning.

Vid borrning ska eftersträvas att frontprofilen blir bågformig så att konturhål och närmaste strosshål ligger något efter övriga salvhål.

Identifierade problem för bergschakt tunnel

- ”Ange om hörnhål vid övergången mellan vägg och botten ska utföras avfasade”. Definition på avfasade hörnhål saknas
- Texten i CBC 6.1.1 avseende bergschaktningsklasser ersätts av ny text då tunnel och öppen sprängning bör särskiljas
- Hela kapitlet bör ses över. Mycket av texten är i stort densamma under delrubrikerna

CBC.611 Bergschakt för väg-och järnvägstunnel

Efter bergkartering ska det exakta läget för tunnelpåslaget samt omfattning av eventuell förstärkning av tunnelpåslag före tunnelsprängning bestämmas i samråd med beställaren.

Bergschakt ska utföras så att schaktad bergkontur uppfyller krav enligt bergschaktningsklass 2, tabell AMA CBC.6/1. Teoretisk skadezon enligt figur AMA CBC.6/1 ska vara högst 0,4 m i väggar och tak samt 1,1 m i botten.

Där betongkonstruktioner ska grundläggas på fast berg ska bergrensning utföras enligt klass 2B, tabell AMA CBC/3 och i övrigt ska bergrensning utföras enligt klass 2A och 4B, tabell AMA CBC/3.

All slutlig bottenkontur ska borras med horisontal borrhning (liggarvall). Separat sprängning av gravar, kulvertar och gropar får utföras som stående borrhning.

Nischsprängning ska utföras med samma bergschaktningsklass, utbredning av teoretisk skadezon och bergrensningsklass som sprängningen av omgivande kontur.

Identifierade problem för bergschakt väg-och järnvägstunnel

- Separata tabeller för öppen sprängning och tunnel
- Hänvisning till Bergschaktningsklass 2. Ses över inför AMA-20.
- Begreppet teoretisk skadezon ska ersättas

Forskningsförslag för bergschakt väg-och järnvägstunnel

- Ny tabell för skador i bergvägg efter sprängning; se Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon

Behov av kontroll och uppföljning

Om krav ställs på mått, avvikelser och spricklängder ska det kontrolleras.

CBC.612 Bergschakt för va-tunnel, servicetunnel o d

Bergschaktning ska utföras så att schaktad bergkontur uppfyller krav enligt bergschaktningsklass 3, tabell AMA CBC.6/1. Teoretisk skadezon enligt figur AMA CBC.6/1 ska vara högst 0,4 m i väggar och tak samt 1,1 m i botten.

Bergrensning ska utföras enligt klass 2A och 4B, tabell AMA CBC/3.

Nischsprängning ska utföras med samma bergschaktningsklass, utbredning av teoretisk skadezon och bergrensningsklass som sprängningen av omgivande kontur.

Forskningsförslag och behov av kontroll och uppföljning

Se, Bergschakt för väg-och järnvägstunnel

CBC.62 Bergschakt för bergrum

Efter anfordran ska en plan lämnas på hur uttaget av bergrummet avses att utföras. Indelning i galleri och pallar samt uppdelning av sprängsalvorna ska redovisas.

Bergschaktning ska utföras så att schaktad bergkontur uppfyller krav enligt bergschaktningssklass 2 tabell AMA CBC.6/1. Teoretisk skadezon enligt figur AMA CBC.6/1 ska vara högst 0,4 m i väggar och tak och 1,1 m i botten.

Bergrensning ska utföras enligt klass 2A och 4B, tabell AMA CBC/3.

Forskningsförslag och behov av kontroll och uppföljning

Se, Bergschakt för väg-och järnvägstunnel

5 REGELVERK I ANDRA LÄNDER

Regelverken i Finland och Norge påminner om svenska AMA. I Finland regleras byggandet i InfraRYL. I Norge pågår en uppdatering av Standard Norge för berggutttag kallad NS 3420. Statens vegvesen har två handböcker, Håndbok R761 Prosesskode 1 samt Håndbok R762 Prosesskode 2.

5.1 Regelverk i Finland

InfraRyl finns endast på finska och kan därför vara svår att direkt översätta. I Swebrec-rapporten ”Guidance document for tunnel blast design with focus to minimize the damage zone” (Olsson, 2010) finns några av reglerna i InfraRyl beskrivna. Dessa har i detta kapitel uppdaterats av Tomi Kouvonen på Forcic.

5.1.1 Drilling

For walls, roof and floor in tunnels where high quality is required the demands of look out should be as given in Table 1 and Table 2.

Table 1. Accuracy demands for walls and roof

Classes	Accuracy (mm)
1. Special class	0 ... 200
2. Normal class	0 ... 400
3. Access tunnel	0 ... 600
4. In special cases	Unspecified

Table 2. Accuracy demands for the floor

Classes	Accuracy (mm)
1. Special class	0 ... 500
2. Normal class and access tunnels	0 ... 900
3. In special cases	Unspecified

The maximal distance between holes in the roof and walls are specified in Table 3.

Table 3. Maximal allowed distance between holes in roof and wall (in mm)

Classes	Start of tunnel ¹⁾	Rest of the tunnel/cavities
1. Special class	200	200
2. Normal class	300	600
3. Access tunnel	400	800

¹⁾ The first 10 m of the tunnel

In the tunnel floor, the maximal distance between the holes 600 mm for class 1 and 900 mm for class 2.

5.1.2 Charging

The damage zone quality class is shown in Table 4. The classes are defined into different parts. There is even a special class, class 4. The damage zone from any interior hole must not exceed the damage zone from the contour holes.

Table 4. Damage zone classes

Classes	Max. damage zone (mm)	Max. damage zone (mm)
	Wall and roof	Floor
1. Special class	200	1500
2. Normal class	400	1800
3. Access tunnel	800	1800
4. In special cases	> 800	1800

No rock within the theoretical profile is allowed.

5.1.3 Scaling

Scaling of the rock according to Table 5.

Table 5. Scaling classes in InfraRyl

Scaling class	Wall and roof	Floor
1.	Mechanical scaling with hammer Water flushing with 1.2 MPa pressure Manual scaling	Removal of loosen rock with a hydraulic hammer and flushing with water or compressed air
2	Manual scaling Water flushing with 1.2 MPa pressure	Removal of loosen rock
3	Manual scaling Removal of loosen rock	Removal of loosen rock down to planned level

5.2 Regelverk i Norge

Då det pågår en uppdatering av Standard Norge beskrivs här endast handböckerna från Statens Vegvesen, Håndbok R761 Proseskode 1 och Håndbok R762 Proseskode 2. Dessa två böcker kan laddas ner gratis. Standard Norge för berguttag, NS 3420, kostar 15200 NOK (exkl. moms).

Statens vegvesens Håndbok R761 Proseskode 1 består av följande huvudrubriker:

- Hovedprosess 1: Forberedende tiltak og generelle kostnader
- Hovedprosess 2: Sprengning og masseflytting
- Hovedprosess 3: Tunneler
- Hovedprosess 4: Grøfter, kummer og rør
- Hovedprosess 5: Vegfundament
- Hovedprosess 6: Vegdekke
- Hovedprosess 7: Vegutstyr og miljøtiltak

Det är framförallt i kapitlen Hovedprosess 2 och 3 och viss del i 4 som berguttag beskrivs.

Under kapitlet 2-”Sprengning og masseflytning” finns två särskilt intressanta underrubriker som handlar om berguttag nämligen ”Sprengning i dagen” samt ”Rensk og sikring i dagen”.

5.2.1 Sprengning i dagen

Under sprängning i dagen finns följande underrubriker:

- Sprengning i linjen
- Sprengning med konturhullavstånd 0,7 m
- Sprengning med konturhullavstånd 1,0 m
- Sprengning uten krav til skånsom sprengning mot kontur
- Tiltak ved spesielle krav til kontur
 - ✓ Kontursprengning
 - ✓ Sömborning
- Sprengning i sidetak
- Uskadeliggjøring av forsager fra bergsprengningsarbeid i tidligere entreprise

Generellt ska hålavståndet i konturen vara 0,7 m, men vid bra berg kan detta ökas till 1,0 m. Följande finns angivet för 0,7 m hålavstånd:

”Konturhull skal ha maks. avstand c/c 0,7 m. Nærmeste rad skal ha maks. avstand (forsetning) 1,0 m fra vegg (konturen) og skal bores parallelt med veggplanet. Innbyrdes c/c hullavstand i nærmeste rad skal ikke være mer enn dobbelt så stor som i konturen. Begge rader skal ansettes med nøyaktighet på 100 mm og retningsavvik ved ansett skal være mindre enn 2 %. Effekt av ladning (ladningens energi dividert på tiden det tar å detonere 1 m ladning) i konturhull skal ikke overstige 4 GW. Effekt av ladning i nærmeste rad skal maksimalt være 11 GW. Det skal benyttes slettsprengning”.

Man använder ett effektmått (laddningens energi/detonationstid för 1 m). Ett exempel på detta:

Pipeladning med 300 g/m dynamittekvivalenter i c/c 0,7 m kontur i dagen:			
Ladningskonsentrasjon:	0,3	kg/m	Prosesskodekrav 2007
Energi på Dynamitt	4,5	kJ/kg	
Energi per meter kontur	1,35	kJ/m	
Detonasjonshastighet (VOD):	2.900	m/s	
Tid for å detonere 1 m ladning	0,0003448	s	
Effekt W= J/s			
Effekt per meter kontur:	3.915	MW	Prosess 22.21: 4 GW/c-c 0,7 m
	3,92	GW	Prosesskodekrav 2012: 4 GW
			Prosesskodekrav 2012: 5,7 GW/m ²

Problem med denna typ av beräkningar för ”skadezonen”:

- Uppgifter om energi och detonationshastighet kommer från sprängämnestillverkarna och kan beräknas på olika sätt. Detonationshastigheten brukar ofta anges för friliggande laddning och inte i håll.
- Beräkningen tar inte hänsyn till vare sig frikoppling eller initieringstyp. Effekten blir således densamma även om laddningen är frikopplad. Detta är inte riktigt! Omfattande försök visar att såväl frikoppling som initieringstid starkt påverkar sprickbildningen vid sprängning.

5.2.2 Sprengning av tunnler

”Omfatter sprengning av tunnellop med nisjer, bergrom, grøfter, kumutvidelser og sjakter, inkludert boring, lading, sprengning og driftsrensk med maskin. Omfatter også etablering, drift og fjerning av provisoriske installasjoner for vann inn og ut, kraft til borrhigg, lys, trykkluft, ventilasjon, redningsutstyr og alt som ellers er nødvendig for driften. Omfatter også tiltak for skånsom sprengning av kontur. Omfatter også opplasting av steinmasser, transport, tipping, ev. utlegging og ev. komprimering. Omfatter også ev. fullprofilboring. Omfatter også innmåling og laserskanning av utført tunnelgeometri og registrering av sikring. Der redningsrom installeres skal kapasiteten være tilstrekkelig til at minimum to av byggherrens personell har plass”.

Vidare står det:

”Kontursprengning skal utføres slik at en får jevnest mulig vegger og heng. Det benyttes hullavstand c/c 0,7 m. Avstand c/c (forsetning) til nest ytterste hullrast skal være maksimalt 0,9 m. Tiltak ved sprengning med alternativ kontur er medtatt i prosess 32.12. Det skal utføres spesielt nøyaktig boring av de to ytterste rastene mot konturen. Nest ytterste rast skal bores parallelt med konturrast. Også den tredje rasten skal avpasses til rast utenfor hva gjelder forsetning, borenøyaktighet og ladning. For å redusere innspenning og lette utslag ved minimert bunnladning, skal det ved etablering av fullt tunneltverrsnitt fra jevn stoff, tilstrebes en torisfærisk eller elliptisk form på stoffen. Kutthull bores til full salvedybde mens øvrige hull avtrappes på lengde elliptisk ut mot konturen som på odd da skal ligge omlag 1 m (i lengderetningen) bak odd på kutten”.

Samt:

”Av miljøhensyn skal det så langt mulig benyttes emulsjonssprengstoff (slurry) ved sprengning av tunnel. I kontur, nest ytterste hullrast og liggerrast tillates emulsjonssprengstoff kun dersom effekt av ladningskonsentrasjon per lengdeenhet ladehull kan dokumenteres for ethvert punkt i ladnings-strengen. I konturen benyttes sprengstoff som gir minimert skadesone på gjenstående berg. Nest ytterste hullrast skal ha redusert ladning tilpasset avstanden til kontur slik at skadesonen ikke overlapper onturhullene. Effekt av ladning i konturhull (ladningens energi dividert på tiden det tar å detonere 1 m ladning) skal ikke overstige 3 GW. Bunnladning i konturhull og hull i nest ytterste rast skal maksimalt være henholdsvis 200 g og 400 g uttrykt i dynamittekvivalenter. Ev. krav til maksimalt vibrasjonsnivå er angitt i den spesielle beskrivelsen. Konturhull skal ansettes med en nøyaktighet på 100 mm og ikke innenfor prosjektert kontur (jff figur i håndbok R761, kap 7.7). Retningsavviket ved ansett skal ikke overstige 6 %”.

”Berg som stikker innenfor teoretisk sprengningsprofil skal fjernes. Toleranser for øvrig er angitt i den spesielle beskrivelsen.

Dokumentasjon på laddningskonsentrasjon for konturhull, hull i nest ytterste rast og liggerhull uttrykt som effekt av 1,0 m ladning, skal vedlegges salverapport for hver salve. Profilkontroll skal utføres som laserskanning etter rensk. Profilkontroll skal skje så nær stoff at innstikkende knøler kan fjernes sammen med tunnelsprengningen. Bergets beskaffenhet og utført permanent sikring skal registreres, dokumenteres og overleveres byggherren fortløpende. All dokumentasjon skal leveres på åpnet lesbart format”.

En sammanfattning:

- Konturhålen ska ha ett hålavstånd på 0,7 m och med försättning 0,9 m
- Hjälpårhålen ska vara parallella med konturhålen
- Elliptisk form på stuffen, dvs. öppningshålen borras till fullt djup medan övriga hål borras kortare
- Vid emulsionsladdning måste laddningskoncentrationen per meter kunna kontrolleras längs hela laddsträngen. Detta gäller såväl konturhål som hjälpare
- Effekten av laddningen i konturen får maximalt vara 3 GW
- Bottenladdningen i konturen får maximalt vara 200 g och 400 g i hjälpare
- För alternativ kontur gäller 0,5 m hålavstånd och 0,7 m försättning samt effekten maximalt 2,2 GW

Statens Vegvesens Håndbok R762 Prosesskode 2 omfattar broar och kajer. För sprängning berörs endast undervattenssprängning.

Swebrec har gjort en utredning om effektbegreppet. Slutsatsen av utredningen var:

“A basic empirical equation was introduced to convert the energy per unit mass of explosive to power per meter of charge in a column (Eq. 5). The equation can only provide an approximation of the power of emulsion explosives of Forcīt; but it is not scientifically reliable since it is basically derived from test results of emulsion explosives other than those manufactured by Forcīt. It is strongly recommended to conduct a series of tests on target explosives to evaluate the *V_{oD}* of them in different diameters. Such tests not only provide useful information for determination of power of the explosives, but also might lead to useful conclusions regarding the effect of diameter and confinement on the energy and power of the explosives. “

Formlerna för effekten hos sprängämnet är beroende av VOD (detonationshastigheten) för olika dimensioner på sprängämnet. Tyvärr saknas oftast kontrollerade data på VOD för olika sprängämnen och dimensioner. Därför bör inte effektbegreppet enligt den norska definitionen användas. Formeln tar heller inte hänsyn till de sprängtekniska effekter som kan uppnås vid olika initieringstyper. Det är tidigare visat att momentan initiering av hål ger kortast spricklängd (Olsson, Ouchterlony, 2003).

6 WORKSHOP

En viktig del av projektet var att samla beställare, konsulter och entreprenörer till en work-shop för att diskutera hur AMA kan bli bättre. Denna work-shop, som anordnades av BeFo under en halv dag i slutet av oktober 2017, samlade ca 30 deltagare. Ett antal frågor hade skickats ut som diskussionsunderlag och dessutom hade deltagarna uppmanats att bidra med egna synpunkter på AMA.

Här redovisas några av de synpunkter som diskuterades på work-shopen. Synpunkterna är indelade i olika områden utan någon viktning.

AMA-CBC Bergschakt-Inledande text

- Viktigt att se över denna text. Behövs den? Stor skillnad på ovanjord och tunnel

Bergschaktningsklasser

- Kanske ska man ha en Bergklass 0 för uttag med spräckning eller wiresågning
- Uppföljning av bergschaktningsstoleranser? Hur fungerar bergschaktnings-toleranserna i tunnelkorsningar?
- Utfall ska inte kontrolleras med skanning
- Vad är geologiskt utfall? Definition saknas
- Kanske ska man bara ha tre klasser: Bra berg, dåligt berg, vatten

Skadezon

- Varför har man bergschaktningsklasser?
- Varför finns teoretisk skadezon? Nuvarande skadezonstabell går inte att använda för OJ-sprängning
- Teoretisk skadezon går inte att mäta

Förförstärkning

- I AMA är förförstärkning kopplat till sprängningen. Varför det? Förförstärkningen är inte sprängrelaterad och berget kan tas ut på annat sätt
- Förförstärkningen görs för att undvika bakåtbrytning men bergutfall beror mer på geologin
- Varför finns förförstärkning med i CBC Bergschakt? Det borde finnas en speciell kod både för tillfällig och permanent förstärkning
- Förförstärkning bör stå under rubriken bergförankring - ej konsekvent idag
- Det finns risker med att förförstärka en slänt. Bättre att låta det falla ut. Vad är problemet? Beror utfall på borrhningen, sprängningen eller berget? Dålig klarhet hos beställaren. I Västsverige gör beställaren undersökningar men inte i öst.

Ovan jord

- Bestämt hålavstånd för OJ bör finnas. Krav på annat hålavstånd skrivs in separat
- Ange redan i AMA hålavstånd och hur det ska sprängas

Tunnel

- För tunnel är den teoretiska tunnelkonturen viktigast
- Konstigt designade bottnar i tunnlar som inte går att borra
- Saknas definierade krav på kontur som kan följas upp i samband med utförandet
- Bra att skilja OJ och tunnelsprängning
- Vid tunneldrivning har man ett incitament att spränga skonsamt. Man får mindre överberg, mindre förstärkning, mindre massor att lasta ut
- Standard-salvlängder bör anges och sedan tillägg för om salvorna måste kortas
- Entreprenören vill själv välja om och när kortare salvor ska tillämpas
- Om man har beskrivning med har då entreprenören tillräckligt för att avgöra om behovet av kortare salvor?
- Dagens borrhiggar har dokumentation men varför ska allt samlas och skickas till TrV. I Förbifarten kommer det att bli miljoner borrhplaner. Så länge inga vibrationsövertramp eller utfall/infall så borde det inte behöva sparas
- Svårt att borra tigt då borrhstöd tar i väggen
- Intressant med ”geologiska infall”, dvs. sådant som sticker in i tunneln

Elektroniska sprängkapslar

- Nu allt längre salvor och längre hål. Krav på elektroniska sprängkapslar
- I väst skrivs alltid in elektroniska sprängkapslar. TrV betalar för att dess ska användas
- TrV bör ställa krav på EPD

Bergrensningsklasser

- I CBC/3 står klass 5 reglerat vid vilket tryck som man ska spola med. I klass 2 står vikt på maskin. Varför?
- Man använder inte hydraulhammare för rensning vid OJ-berguttag
 - ✓ Behövs tydlighet i bergrensningsklasserna – bättre logik i de olika stegen
 - ✓ Föreskrivs t ex 750 kg hammare. Varför inte lättare hammare och större tryck eller tvärt om ...?
- Det är inte vikten på maskinen som avgör bergrensningsklassen
- Det är kravet som ska fastställas
- Bergschaktningsklasserna i CBC/3 måste ses över. Kanske bara texta i stolpar de krav man har

Krav och uppföljning

- Krav måste vara mätbara för att kunna följas upp
- Ofta är det beställarens fel att resultatet blir dåligt
- Kanske produktionskrav och 3 alternativ för entreprenören. Man jobbar nu med funktionskrav i andra delar av AMA
- Det är vibrationskraven som styr mest
- Riskanalyser görs efter vibrationskraven
- Vibrationskraven ger lämpliga salvlängder. Reducering av vibrationer möjlig även med andra åtgärder som t.ex. blockning eller användning av elektroniska sprängkapslar
- Mycket tid åtgår för att anpassa till vibrationskrav
- Kanske bör det finnas ett tillägg för andra förhållanden, t.ex. för lerzoner
- Observationsmetoden
- Tydligare mätregler i AMA-MER

Kontrollanter

- Dåliga kontrollanter hos beställaren
- Vid krav på t.ex. laddningskoncentration så ställs stora krav på kunskaper hos beställaren
- Beställarna behöver kontrollera/följa upp bättre – för slappa med det idag
- Bra att ha kompetenta beställare och kontroller – mer rättvist för entreprenören och för konkurrensen

Projektering

- Projektera något som går att bygga. Rita något som är byggbart
- Vad ska man reglera mot, modellen eller den teoretiska sektionen?
- Vilken teoretisk sektion är det som gäller? I förbifarten är det modellen som gäller
- Det går inte att bygga efter modeller. Rita 3D modeller som man kan bygga mot
- Långa projekteringstider. Detta innebär att t.ex. Förbifarten är projekterad efter AMA-10

Geologi

- Hur bedömer man geologiskt utfall?
- Hur ofta ändras borplanen efter de geologiska förhållandena?
- Ingenjörsgelogisk prognos utnyttjas av entreprenören för att bedöma ev. problem i drivningen framöver

Undvik samma text på flera ställen

- Gemensam CBC för väg och järnväg

AMA -17 och tidigare AMA

- Under C står ”En skriftlig entreprenadteknisk specifikation ska upprättas som komplement till entreprenörens arbetsberedning...” Vad menas med den texten?
- I AMA -96 krävdes borring och tolerans på stickning och vinkel. I Norge rena utförandekrav

Övrigt

- Finns en fara att skriva in allt för mycket. Kanske ska detaljer stå i RA
- Teoretisk yta finns i MER
- Entreprenören får inte se avvikelser från prognosen
- Allt i AMA regleras mot teoretisk mängd men man är i själva verket hela tiden utanför profilen.
- I AMA står inget om hur dokument ska sparas
- Bör AMA ges ut på engelska?
- Kan vara svårt att få till allt i AMA
- Dokumentation – vi uppfinner hjulet i varje projekt. Behövs det ett standarddokument som minimum?
- AMA-20 remiss ut innan semester 2019
- Kan man ha med olika alt 1) detaljerade utförandekrav, 2) funktionskrav?
- Sv. Byggtjänst kommer snart att börja jobba med Funktions-AMA

Det var en bred uppslutning kring de förslag som projektgruppen hade redovisat. Synpunkter från work-shopen kan sammanfattas med:

- Identifieringen av problem och forskningsförslag visar på stort behov att förbättra AMA
- Mycket arbete kvarstår med att ta fram ett förslag till ny AMA-Bergschakt
- Särskilj ovanjordssprängning från tunnelsprängning
- Se över såväl bergschaktningsklasser som bergrensningsklasser
- Skriv in användning av elektroniska sprängkapslar
- Kraven som ställs ska vara mätbara
- Slå ihop text som nu finns på många ställen i AMA till gemensamma kapitel

7 DISKUSSION, SLUTSATSER

I kapitel 4 identifierades många problem och forskningsförslag. Tabell 6 visar en sammanställning på detta. I tabellen har även ett försök till prioritering av problemen gjorts där siffrorna 2 och 3 är viktigast och behöver åtgärdas inför AMA 20.

Sammanlagt har 65 problem identifierats varav 12 problem återkommer på flera ställen i AMA-17 Bergschakt.

Tabell 6. Sammanställning av identifierade problem, behov av uppföljning och FoU-förslag

Problem	Antal identifierade problem	Behov av kontroll och uppföljning	Antal forskningsförslag	Prioritering 1-3 (3 viktigast)
Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon	4	Ja	4	3
Förförstärkning, för att begränsa bakåtbrytning	1	-	-	2
Förtätad konturhålsborrning	3	-	-	3
Bergyta lossgjord utan sprängning	1	-	3	2
Bergrensning	3	-	-	2
Öppen sprängning	1	Ja	1	2
Borrning laddning	2	Ja	1	2
Bergschaktningsklasser och teoretisk skadezon för slänter brantare än 1:1	3	-	1	2
Förspäckning	1	-	1	2
Slätsprängning	1	-	1	2
Allmänt inledande text	2	-	-	3
CBC 1-CBC 5	33	-	-	3
CBC.6 Bergschakt för tunnel, bergrum o d	4	Ja	3	3
Bergyta lossgjord utan sprängning		-	-	2
CBC 61 Bergschakt för tunnel	3	-	-	3
CBC 611 Bergschakt för väg-och järnvägstunnel	3	Ja	1	3
CBC 612 Bergschakt för va-tunnel, servicetunnel o d		Se CBC 611		
CBC 62 Bergschakt för bergrum				
Summa	65		16	

7.1 Sammanfattning

Probleminventeringen har identifierat många förslag till förbättringar av AMA. På Work-shopen diskuterades många av dessa förslag och många nya synpunkter på förbättringar framfördes.

Det konstaterades bl.a. att ovanjordssprängning ska särskiljas från tunnelsprängning. Vidare måste bergschaktningsklasser och bergrensningssklasserna ses över. Användning av elektroniska sprängkapslar ska skrivas in i ny AMA. Krav som ställs måste vara mätbara. Kompetenta beställare och uppföljning av de krav som ställs. Tydligare mätregler. Anvisning hur dokument ska sparas.

För ovan jordssprängning bör utformandet av en ny AMA bl.a. innehålla:

- Införande av fasta hålavstånd kopplat till bergschaktningsklasser bör ge enklare och lättare kalkylerbara jobb
- Teoretisk bergkontur bör separeras från bergschaktningsklasserna
- Slå ihop innehållet i kapitel som har samma innehåll, t.ex. CBC 1 och CBC 4?

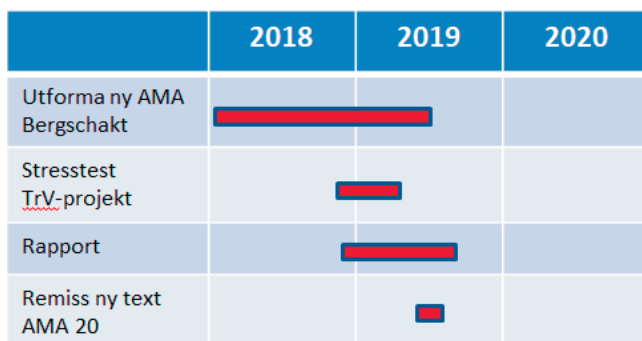
För tunnelsprängning:

- Se över nuvarande kraven i CBC 6/1. Klass 1 mycket svårt att uppnå. Behövs det mer än en bergschaktningsklass?
- Separat skadezonstabell för tunneldrivning
- Införande av standardsalvlängder

8 BEHOV AV FORTSATTA STUDIER

Syftet med denna förstudie var att identifiera frågeställningar så att bättre krav kan ställas och kontrolleras i kommande regelverk.

Denna förstudie bör följas av ett projekt där de nya AMA reglerna för sprängarbeten tas fram. Det är önskvärt att de nya framtagna reglerna testas i något TrV-projekt innan den nya AMA-Bergschakt går ut på remiss. Figur 5 visar ett utkast till ett förslag på tidplan för projektets del 2.



Figur 5. Tidplan för AMA-projektet. *Schedule for the project*

9 ERKÄNNANDE

Författarna riktar ett varmt tack till projektets referensgrupp samt till Elisabet Olsson, Ramböll, Arhild Neby, Statens Vegvesen, Vegdirektoratet Norge samt till Tomi Kouvonon OY FORCIT AB, Finland.

Projektets referensgrupp:

Lars Martinsson	Trafikverket
Henrik Ittner	SKB
Hans Hogård	Skanska
Daniel Johansson	Swebrec
Per Tengborg	BeFo
Daniel Sundin	Trafikverket
Roger Johansson	Bohus Bergsprängning

10 REFERENSLISTA

AMA-17. Allmän material-och arbetsbeskrivning för anläggningsarbeten. Svensk byggtjänst 2017.

Beyglou, Ali. Empirical conversion of emulsion explosives energy per unit mass to power per unit length of charge. Technical memorandum. Swebrec LTU.

Olsson M, Ouchterlony F. Ny skadezonsformel för skonsam sprängning. SveBeFo Rapport 65, 2003.

Olsson M. Guidance document for tunnel blasting design with focus to minimize the damage zone. Swebrec Report 2010:4.

Kouvonen, Tomi. InfraRyl 2014, comments.

Neby, Arhild. Håndbok R761 och 762 Proseskode Standard beskrivelse for vegkontrakter.



Box 55545
SE-102 04 Stockholm

info@befoonline.org • www.befoonline.org
Besöksadress: Sturegatan 11, Stockholm

ISSN 1104-1773