

AFRY

Å F P Ö Y R Y

Hans-Åke Mattsson och Tomas Karlberg

Vattenkraftens bergfrågor, Bergseminarium, 2020-11-25

Tekniska krav vid dimensionering och utformning av berganläggningar

VÄGVAL FÖR VATTENKRAFTBRANSCHENS
FRAMTIDA BERGBYGGANDE

Arbetet är slutredovisat i Energiforsks Rapport 2020:668, "TEKNISKA
KRAV VID DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV BERGANLÄGGNINGAR"

Agenda

Kap 1. **Bakgrund** (2 sid)

Kap 2. **Projektbeskrivning** (2 sid)

Kap 3. **Kravhierarki** (2 sid)

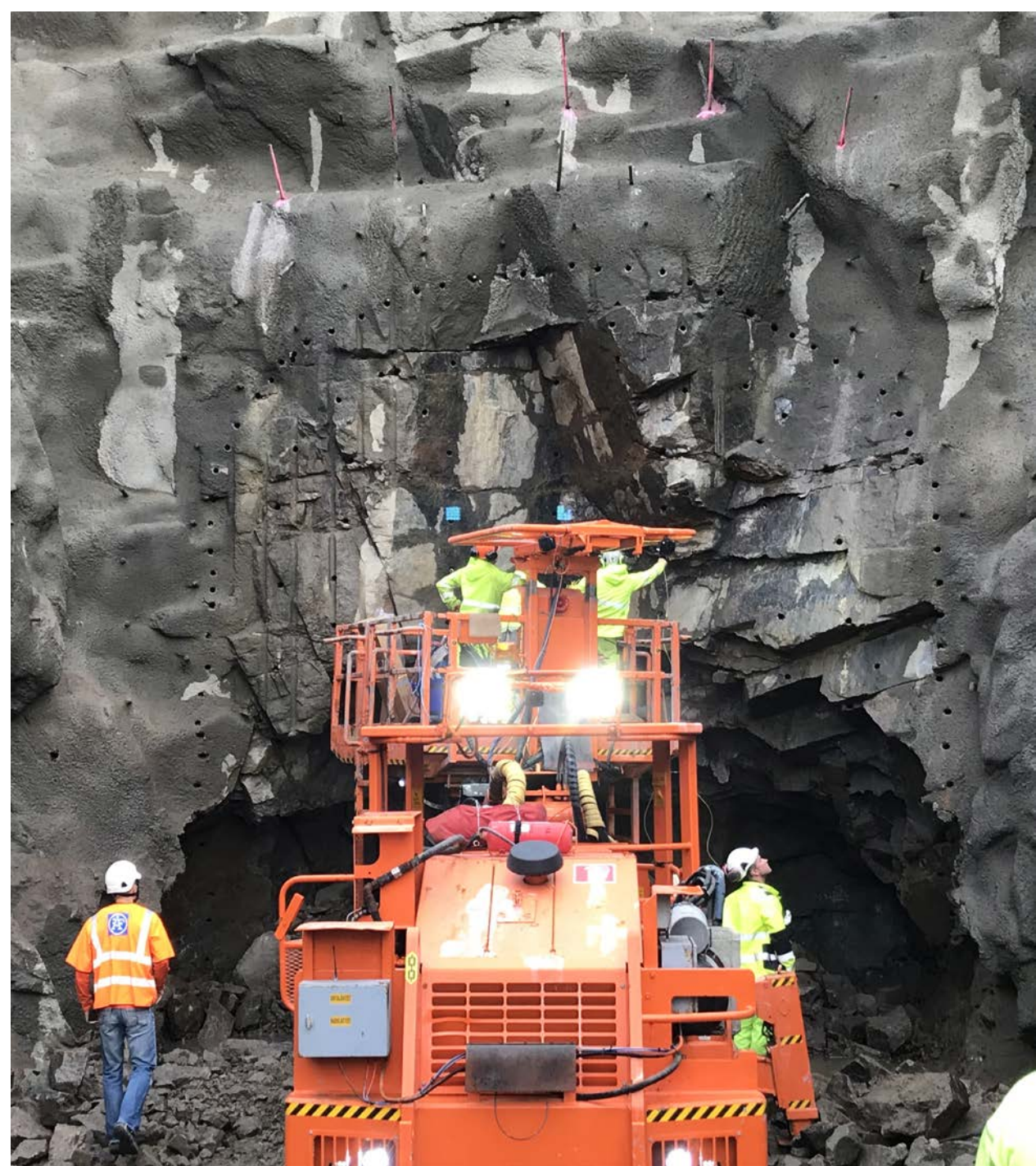
Kap 4. **Genomgång av utvalda kravdokument** (7 sid)

Kap 6. **Anläggningars tekniska livslängd** (2 sid)

Kap 8. **Analys av utvalda anläggningar** (3 sid)

Kap 9. **Diskussion och analys** (2 sid)

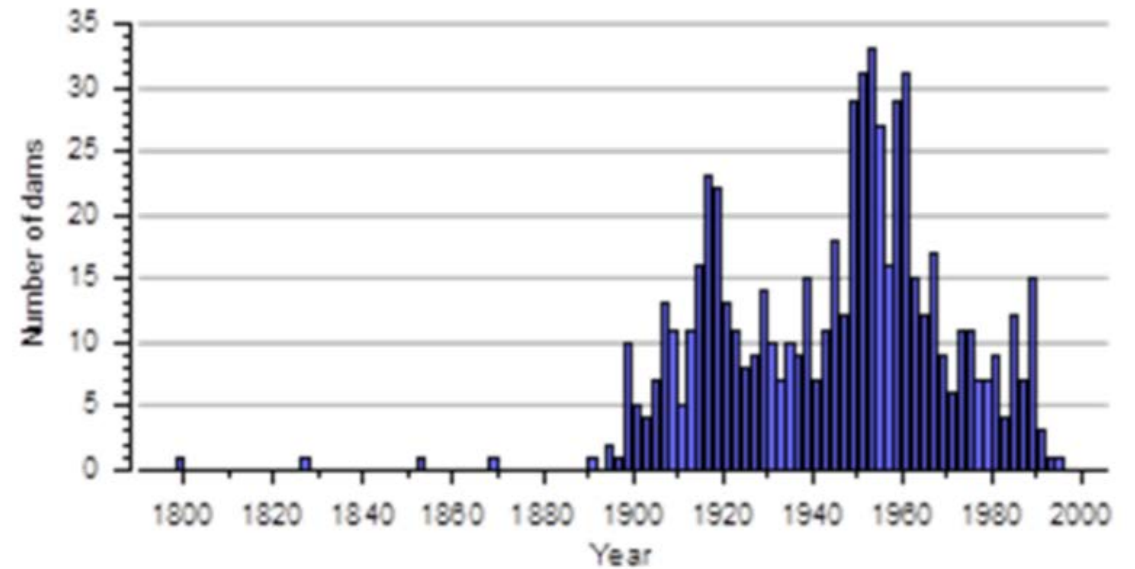
Kap 10. **Vägval för vattenkraftbranschens framtida bergbyggnad** (3 sid)



Inledning

Då: En stor aktör i den svenska bergbranschen.

Nu: En relativt liten beställare av tjänster och entreprenader.



- Dominerande kravställare idag → **infrastruktur aktörer** → ger konsekvenser för projektering och byggande
- Vattenkraftens behov kan komma att tillgodoses utifrån andra aktörers krav.
- Behoven sammanfaller delvis, men i vissa fall kan dock krav som är relevanta att ställa utifrån infrastrukturens säkerhetskrav resultera i stora kostnader utan att bidra med direkt nytta utifrån vattenkraftens kontext. → **Vilka krav kan bortses ifrån?**

Uppdragsbeskrivning

1. Göra en analys av den kravställning inom bergområdet som tillämpas idag → Kravhierarki.
2. Enskilda krav i utvalda regelverk som kan leda till kostsamma insatser.
3. Kartläggning av kravställning i nyligen genomförda projekt inom vattenkraft.
4. I rapportform sammanfatta arbetet och utifrån en analys lämna rekommendationer på prioriterade utvecklingsaktiviteter som kan bedrivas i projektform inom ramen för Energiforsk Bergprogram Vattenkraft.

Arbetet i projektet har utförts av AFRY med stöd av en referensgrupp

Uppdragsledare: Hans-Åke Mattsson

Medförfattare: Tomas Karlberg

Projektet utfördes under perioden augusti 2019 till maj 2020.

Referensgrupp

Anders Isander, Uniper

Andreas Karlstedt, Jämtkraft

Christian Bernstone, Vattenfall

Daniel Sjöstedt, Skellefteå Kraft

Kjell Nilsson, Statkraft

Magnus Svensson, Fortum

Mats Persson, Vattenfall

Monika Adsten, Energiforsk

Niklas Widenberg, Vattenregleringsföretagen

5 st referensgruppsmöten.

Genomförande och upplägg

Anpassningar och kompletteringar av projektet längs vägen

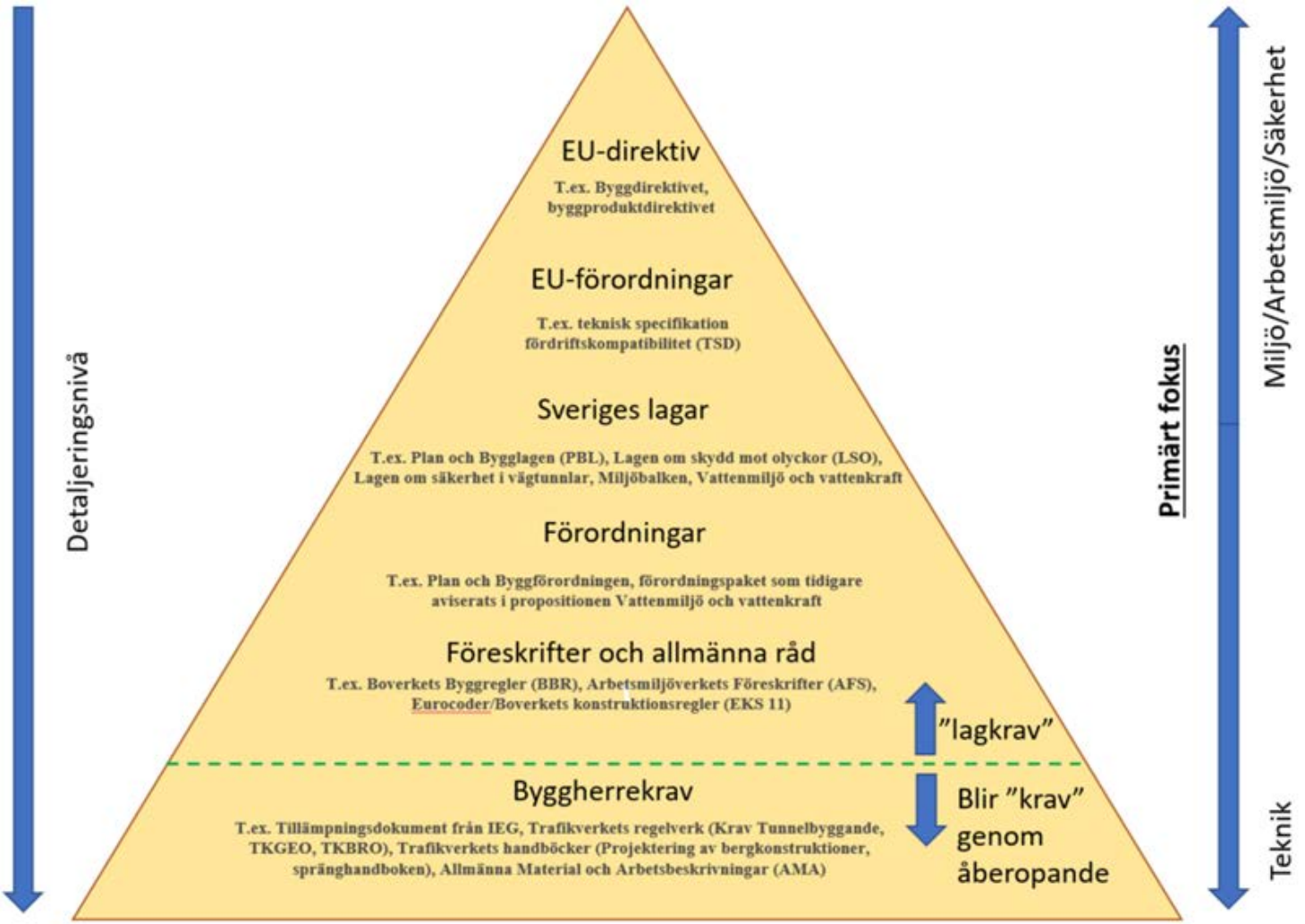
”Kartläggning av kravställning i nyligen genomförda projekt inom vattenkraft”

- Visade sig i praktiken svårt
- Reviderad strategi – kravutveckling beskrivningsdokument

Kompletterande delar i projektet:

- RIDAS.
- Teknisk livslängdsklass (TLK).
- Erfarenheter från gruvsektorn.
- Internationella projekt (Norge och Panama).

Kravhierarki för byggande i Sverige



Byggherrekrav:

- Mer detaljerade och fokuserade på teknik
- Syftar till att de lagkrav som finns högre upp i pyramiden ska uppfyllas.

Byggherrekrav blir gällande när dessa åberopas i exempelvis ett förfrågningsunderlag

Trafikverket har ingen föreskriftsrätt över tunnlar utformning!

Byggherrekrav - Trafikverkets tekniska krav och råd

Två huvudgrupper, **Krav** och **Råd**.

För tunnelbyggande: Krav Tunnelbyggande (2016:0231) och Råd Tunnelbyggande (2016:0232)

För berg- och tunnelprojekt där **Trafikverket är byggherre** ska dessa regelverk normalt alltid tillämpas!

Syftet med Trafikverkets tekniska krav är att dessa ska kunna åberopas i kontrakt.

Fristående rådsdokument (Rapporter eller Handböcker), exempelvis: Projektering av bergkonstruktioner (2019:062).

Utveckling av Trafikverkets regelverk pågår ständigt! TRVINFRA är ett begrepp på intåg. <https://puben.trafikverket.se/dpub>

- Krav tunnelbyggande utgår och ersätts av nytt regelverk tunnel inom TRV Infra – 11:e januari 2021

Tre huvudkategorier

- Övergripande byggherrekrav
- Krav för projektering av bergkonstruktioner
- Krav för utförande

Övergripande byggherrekrav: Krav Tunnelbyggande, TDOK 2016:0231

Krav Tunnelbyggande anger krav för utformning och dimensionering vid nybyggnad och förbättring av vägtunnlar, järnvägstunnlar och undermarkstationer.

Kraven i Krav Tunnelbyggande finns samlade i del A-H enligt nedan. Delarna kompletterar varandra.

- A. *Allmänna förutsättningar*
- B. *Vägtunnlar – generell utformning*
- C. *Järnvägstunnlar – generell utformning*
- D. *Verifiering av bärförmåga, stadga och beständighet – allmänt*
- E. *Bergkonstruktioner*
- F. *Betong- och stålkonstruktioner*
- G. *Installationer och utrustningar i vägtunnlar*
- H. *Installationer och utrustningar i järnvägstunnlar*

Kapitel C och H helt utanför tillämpningsområdet för vattenkraftanläggningar. I övriga kapitel finns många skrivelser som är relevanta även för vattenkraftanläggningar.

Vattenkraftanläggningar och därtill hörande tunnlar med vägar är inte allmän väg → flertalet krav kopplat till tredje man antas inte vara relevanta.

Kravgenomgång, några exempel

A.3.3.3 Skydd mot inläckning av vatten

- Omfattning av tätning kontra funktionskrav?
- Omgivningspåverkan -Vattenkraftstunnelar byggs oftast i en helt annan miljö än väg/järnväg.

A.3.3.4 Säkerhet mot skador på grund av frysning

- I väg-/järnvägstunnelar kan frost sällan stängas ute – för ett kraftverk är förutsättningarna annorlunda.

B.1.1 Avsedd teknisk livslängd och beständighet

- "Bärande huvudsystem ska dimensioneras med teknisk livslängd (TLK) 120 år."

Kravgenomgång, några exempel

B.1.3 Utformning med avseende på drift och underhåll

- Ofta en brist i befintliga vattenkraftverk.

D.3 Laster

- I vissa fall tillämpligt (laster från jord, berg, konstruktioner) i andra fall inte (olika exceptionella lastfall).
- Specifik last inom vattenkraft – strömmande vatten, tas ej upp i Trafikverkets regelverk.

E Bergkonstruktioner

- Bergbultar ska ha minst 20 mm stångdiameter
- Tak i tunnlar ska alltid vara ytförstärkta

Krav för projektering av bergkonstruktioner

Eurokod och IEG Rapport 5:2010

Eurokod 7 del 1 (Allmänna regler) och del 2 (geotekniska utredningar och provningar) blev Svensk standard 2005-2006. **Tillämpning av Eurokoder för byggande av tunnlar och bergrum är omtvistat** → IEG Rapport 5:2010 Tillämpningsdokument Bergtunnel och bergrum

Innehåll: - metoder, standarder och redovisning av:

- Projektering
- Kontroller
- Dokumentation

Den kritiska frågan blir sedan att välja rätt metoder och rätt omfattning av undersökningar med hänsyn till förutsättningarna för det projekt som ska utföras. Av alla kostnadsdrivande faktorer är denna en av de absolut mest kritiska och ständigt återkommande i bergbyggnadsprojekt. Av tänkbara skäl till fördyring av projekt är avvikande geologiska/bergtekniska förhållanden mycket vanligt.

Krav för utförande AMA Anläggning 17

Grund för Tekniska beskrivningar → del av kontraktet i en **utförandeentreprenad**.
AMA = beprövad "Branschstandard"

Kopplar ihop med

- MER Anläggning ("Mät- och ersättnings regler")
- RA ("Råd och anvisningar")

Förenklat anger den tekniska beskrivningen enligt AMA **kvalitet** medan mängdförteckningen enligt MER anger **kvantitet**.

AMA Anläggning 17 är idag ersatt av AMA Anläggning 20!

Kostnadsdrivande kravställningar i AMA

Väg- och järnvägsprojekt dominerar branschen – detta skiner i viss mån igenom i AMA!

Exempel där vattenkraftbranschens förutsättningar och behov bör beaktas:

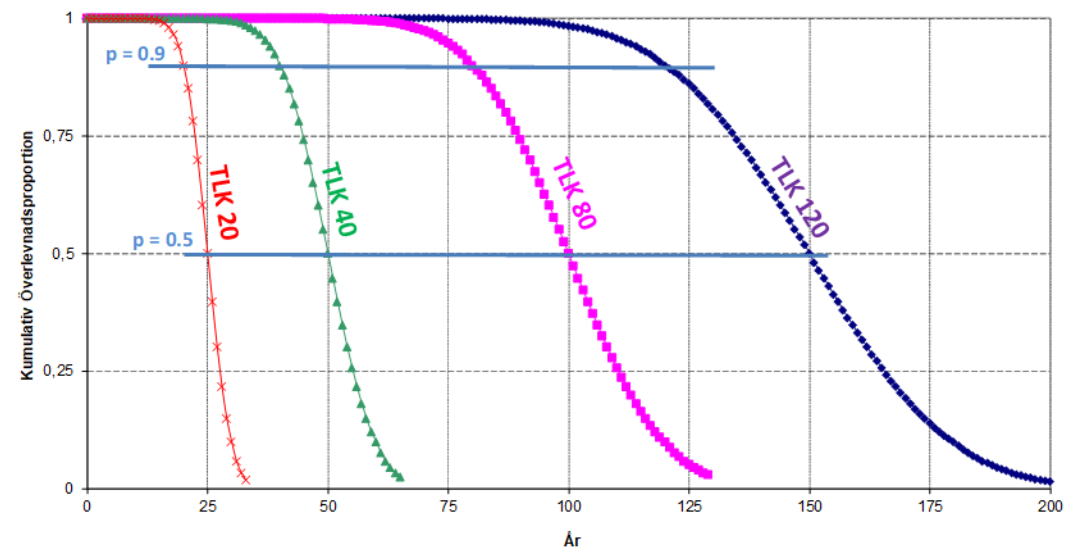
- **Vibrationsmätning** – skillnad på kontroll mot 3:e man och egna anläggningar
- **Bergschakt** – kvalitet på uttag, kartering, dokumentation
- **Bergförstärkning** – läckande bulthål, provningsmetoder
- **Injektering** – Vilket inläckage kan tillåtas?, provningsmetoder

Teknisk livslängd i ATB Tunnel 95

Teknisk livslängd är en tidsperiod under vilken en byggnad, anläggning eller del av den med normalt underhåll kan utnyttjas för avsedd funktion.

Det finns ett tydligt beroende mellan teknisk livslängdsklass (TLK) och hur kravställningen ska formuleras. Trafikverkets kravdokument tydligt kopplat mot olika TLK för olika delar i en tunnelkonstruktion. För att bedöma ett regelverks tillämpbarhet för en vattenkraftsanläggning behövs en uppfattning om avsedd förväntad teknisk livslängd.

Byggnadsdel/Installation	TLK
<i>Tunnel längre än 1000 m</i> Bärande huvudsystem, undergrund	120
<i>Tunnel kortare än 1000 m</i> Bärande huvudsystem, undergrund	80
Inredning exklusive inklädnad	80
Inklädnad enligt avsnitt 5.5	40
Ventilationsanläggning, huvudfläktar enligt avsnitt 6.4	
Vatten och avloppsledningar, brunnar etc enl. avsnitt 6.5	
Dräneringsledning enligt avsnitt 6.5	
Säkerhetsutrustning enligt avsnitt 6.2	20
Ventilationsanläggning, övrigt enligt avsnitt 6.4	
Belysningsanläggning	
Mekanisk utrustning för vatten och avlopp såsom pumpar m.m enl avsnitt 6.5	



Förslag på Teknisk livslängdsklass för vattenkraftens berganläggningar

Vattenkraftföretagen har idag inga officiella tekniska livslängdsklasser för sina värdefulla och samhällsviktiga anläggningar. Ett förslag är att Trafikverkets krav på avsedda tekniska livslängder införlivas.

Anläggningsdel	TLK (år)
Bärande huvudsystem inklusive i detta ingående inklädnad och undergrund	120 år
Bärande konstruktion som inte ingår i tunnelns bärande huvudsystem.	80 år

Uppdelas förslagsvis med olika livslängdskrav för vattenvägar, driftutrymmen och övriga utrymmen.

1960-talet, 1970-talet, 1980-talet

1960/70-talet:

Bergarbeten finns ännu ej med i AMA

Beskrivning av utförande i ord:

"All sprängning ska utföras med försiktighet så att begränsningsytor blir så släta, jämna och täta som möjligt"

Samverkan och förtroende:

"Kontursprängning skall ske efter en väl utarbetad metod och med hänsynstagande till bergsprängningsteknikens senaste rön."

1980-talet: Nu finns tekniska krav i AMA som kan åberopas genom att koder för relevanta arbeten anges.

Fortfarande liten omfattning på beskrivningstext, men karaktären mer lik dagens beskrivningar.

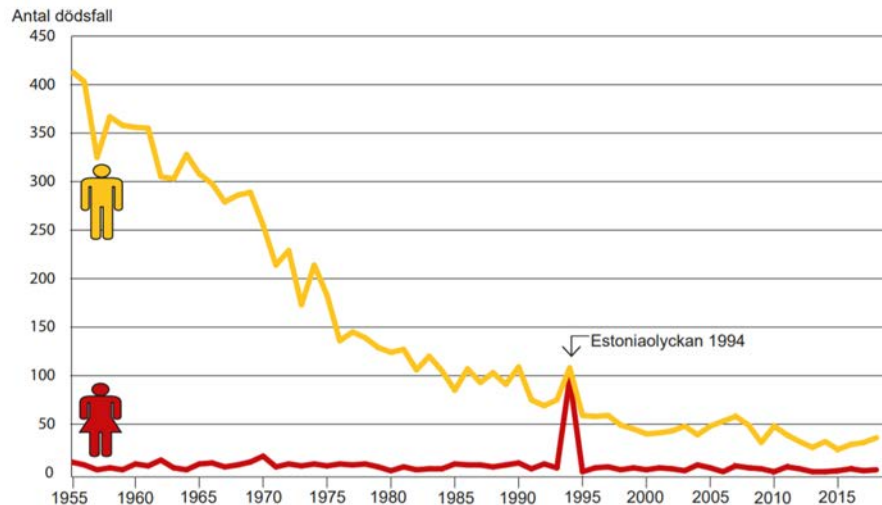
2000-talet

- Dokumentationens mycket mer omfattande, både designdokument och FU-handlingar.
- Metodik kan anses följa en kombination av tillämpliga metoder enligt IEG rapport 5:2010 (beräkningar, hävdvunna metoder och observationsmetoden).
- Inte fullt ut "Trafikverksnivå" på handlingar, men i vissa frågor skiner kopplingen igenom
 - Vattendomen (→injekteringskrav) relaterar till infrastrukturtunnlar i storstadsmiljö.
 - TLK 120 år föreskrivs
 - GK3 – för trafikutrymmen

Reflexioner rörande referensprojektstudie

- Första AMA-versionen utgavs 1950
- Bergarbeten med i AMA från Mark AMA 72
- AMA 98 – ATB väg inarbetas och AMA sväller avsevärt

Dödsolyckor i arbetet 1955-2018 efter kön. Arbetstagare



- De tunnlar som byggdes under 1980-talet och tidigare → föregångaren till dagens samverkansentreprenader?
- Omfattning på förstärkning, kontroller, mm har ökat kraftigt.
Orsaker:
 - Att teknik och metoder utvecklats – exempelvis sprutbetong.
 - Samhället kräver att större hänsyn tas – exempelvis Arbetsmiljö och miljö.

Kravställning inom bergområdet

- **Fokus och omfattning har ökat** – det är inte längre bara bergteknik och bergmekanik



Tätning och injektering med koppling till miljö och omgivningspåverkan, tunnelinklädning, klimatfrågor, säkerhet vid användande, brandskydd, tekniska installationer och underhållsaspekter

- **Dagens dominerande kravställare är Trafikverket** – konsekvenser att beakta för vattenkraftbranschen?



LOU, Markanspråk, Vattenkraftanläggningar ska inte beträddas av allmänheten



- **Trafikverkets regelverk kan tillämpas** – men det gäller att välja ut relevanta delar

Krav som kan vara kostnadsdrivande

- Begränsning av inläckage kopplat till miljödom.
 - Hantering av vatten har även betydande påverkan på möjlighet till lång livslängd på anläggningar och underhållsbehov
- Materialkrav och livslängd
 - Vilken livslängd ska vattenkraftverk ha?
- Kontroller och provningar
 - Är de AMA-standardiserade nivåerna rimliga?

Övergripande byggherrekrav

1. Tillämpa Trafikverkets Krav/Råd tunnelbyggande rakt av i sin helhet – låta kravverket styra hela processen från projektering till utförande.
2. Tillämpa Trafikverkets Krav/Råd tunnelbyggande i valda delar som beslutas från projekt till projekt.
3. Ta fram ett för vattenkraftbranschen specifikt kravdokument som motsvarar Trafikverkets Krav/Råd tunnel, för inkludering i RIDAS. Dokumentet skulle lämpligen fastslå en miniminivå och kunde tas fram genom att del-vis bryta ut relevanta krav från Trafikverkets krav och råd.
4. Ta fram ett för vattenkraftbranschen specifikt kravdokument motsvarande punkten 3 ovan, men ej inkludera detta i RIDAS, utan ett fristående regelverk. Detta skulle exempelvis kunna vara ett regelverk framtaget inom Energiforsks försorg.

— **Vägval om få projekt → 1 eller 2**

— **Vägval om många projekt → 3 eller 4**

Krav för projektering av bergkonstruktioner

1. Följ Eurokoderna och tillämpningsdokument IEG 5:2010.
2. Tillämpa Trafikverkets handbok "Projektering av bergkonstruktioner".
3. Ta fram egna projekteringsanvisningar för berganläggningar i vattenkraft-branschen. Detta skulle kunna vara ett helt fristående dokument, alternativt i delar hänvisa till innehåll i regelverken i punkterna 1 och 2 ovan.

— **Vägval om få projekt → 1 eller 2**

— **Vägval om många projekt → 3**

Kravdokument för utförande

1. Tillämpa AMA Anläggning utan speciella ändringar eller tillägg.
2. Ta fram ett nytt system för teknisk beskrivning och kravställning av anläggningsarbeten specifikt för vattenkraftbranschen.
3. Ta fram en "vattenkraft-AMA" på motsvarande vis som Trafikverket har en Trafikverks-AMA, se kapitel 4.3, där ändringar och tillägg utifrån ett vattenkraftbehov till AMA Anläggning beskrivs. Texterna i vattenkraft-AMA kan sedan kopieras i den omfattning som krävs vid projektering av tekniska beskrivningar enligt AMA Anläggning.

— **Vägval om få projekt → 1**

— **Vägval om många projekt → 3 (eller möjligen 2)**

Betydande svårighet – De regelverk som denna studie baserats på är delvis redan utdaterade eller på väg att bli det – tempot i utvecklingen av regelverk har höjts avsevärt de senaste 10-15 åren!

Making Future