



**Svenska
fyllningsdammar av
”äldre utförande”**

En kunskapssammanställning

Projektets arbetsgrupp

Arbetsgrupp: AFRY, Anders Enqvist, Susanna Jannung Bolin, Tina Pålstorps, Gunnar Sjödin (GS Damsafety)

Referensgrupp: Maria Bartsch (SVK), Olle Runnéus (Fortum), Daniel Sjöstedt (Skellefteå kraft), Peter Viklander (Vattenfall)

Projektets omfattning och avgränsningar

- Fyllningsdammar uppförda innan moderna riktlinjer inom dammsäkerhet
- Med begreppet "äldre utförande" avses i denna rapport fyllningsdammar som är byggda innan ca 1950-talet
- Sammanställning av information om uppbyggnadssätt och grundläggningsmetoder
- Av identifierade dammtyper gjordes en avgränsning inom projektet till homogena fyllningsdammar och fyllningsdammar med tätkärna av lera (lutande och stående)
- Övergripande information har framtagits om aktuella felmoder, undersökningar, övervakning och reparationer

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer
- Frågor?

Presentationens struktur

Del 1

- **Underlag och litteratur**
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer

Frågor?

Underlag och litteratur

- Vägledande litteratur, anvisningar, handböcker, uppslagsverk mfl
 - Handboken Bygg Väg och vattenbyggnad (1949), tidigaste utgåvan med detaljerade utförandebeskrivningar
- Dokument om fyllningsdammar erhållna av dammägare, anonymiserade i rapporten
- Tekniska tidskrifter som beskriver olika typer av dammkonstruktioner från sent 1800-tal till tidigt 1900-tal
- Internationell litteratur, Energiforskrapporter samt RIDAS 2019 för framtagning av aktuella felmoder, metoder för undersökning och övervakning samt reparationer

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- **Användningsområden**
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer

Frågor?

Användningsområden

Vattenkraftsdamm

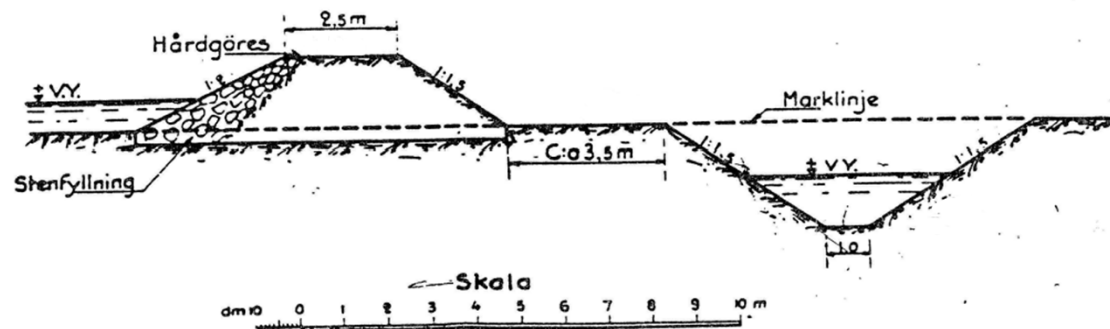
- Utnyttjande av vattenkraft i Sverige sedan medeltiden
- Under 1400- och 1500-talen utvecklades svensk järnindustri
- Ytterligare användningsområden uppkom följande århundraden
- På 1870-talet började vattenturbiner användas
- Ca 20 år senare uppfanns växelströmgeneratorn
- I början av 1900-talet påbörjades kraftverksutbyggnaden i bland andra Lagan, Gullspångsälven och Helgeå

Användningsområden

Kanaldamm

- Transport av gods och människor vattenvägen gav upphov till kanaldammar, uppgifter finns om konstruktioner sedan slutet på 1500-talet
- Vallar uppfördes längs med kanalernas slänter, av framschaktat jordmaterial

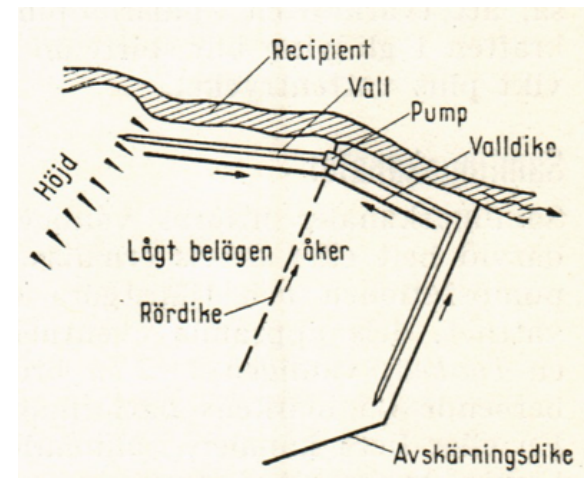
Tvärsektion av kanaldamm



Användningsområden

Invallningsdamm

- En invallning består vanligen av vallar, samlingskanaler och avledningsdike/pumpstation
 - Torrläggning av åkermark
 - Översvämningsskydd
 - Komplettering till vattenkraftsanläggning

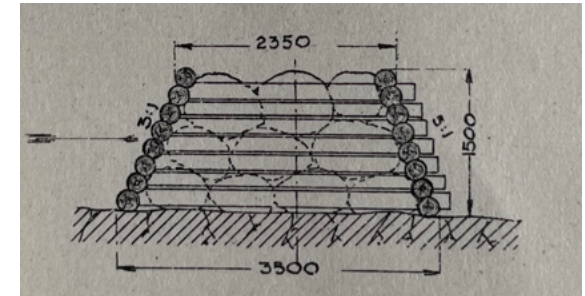


Planskiss över invallning

Användningsområden

Flottningsdamm

Sektion av trækista

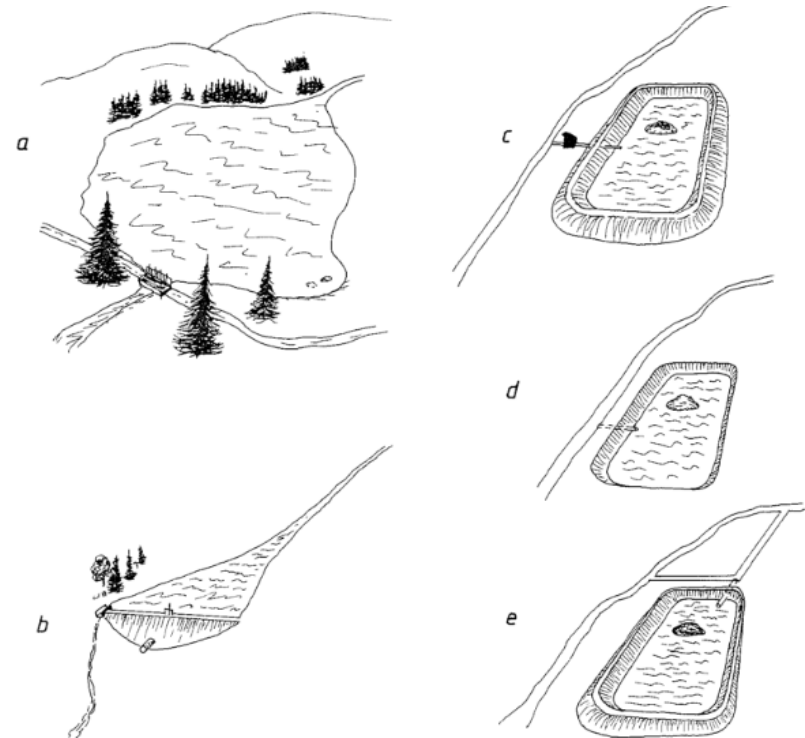


- Flottning var ett sätt att transportera timmer i strömmande vattendrag, stor skala under 1300- och 1400-talen
- Timmer till sågverk i mitten av 1700-talet, strömbyggnader av bland annat fyllningsdammar
- Uppfördes både i flottleden samt i mindre vattendrag
- Hejddamm för omledning av vatten från exempelvis sjö
 - Uppfördes av jordfyllning med trä eller sten på uppströmssidan
 - Grusbankar med eller utan tätning
 - Mindre dämmen av pålar, ris och jord med ett utskov med planlucka i mitten
 - Stenfyllda trækistor

Användningsområden

Vattenförsörjningsdamm

- Sjöreglering (a)
- Damm i vattendrag (b)
- Friliggande bassäng med pumpning (c)
- Lågt placerad bassäng som fylls genom självfall i samband med högvatten (d)
- Lågt belägna friliggande bassänger som fylls genom självfall från högre belägna vattenkällor (e)



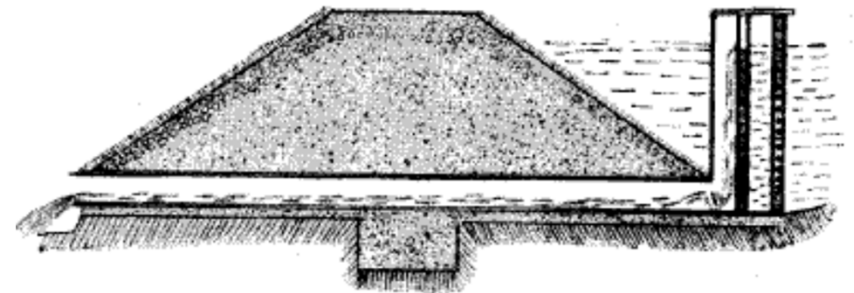
Olika typer av vattenmagasin för bevattning

Användningsområden

Fiskdamm

- Blivande magasinsbotten undersöktes, täthet viktig för att säkerställa vattennivå
- Munk med galler kunde användes för tillopp/avbördning av vatten
- Lera och grus för konstruktionen, morän att föredra men svårt att schakta i

Tvärsektion genom fiskdamm med munk för vattentillförsel



Användningsområden

- Skogsbruk
- Branddamm
- Krigsbranddamm
- Lagra processvatten till industrier
- För dricksvatten
- Snöproduktion.

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- **Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning**
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

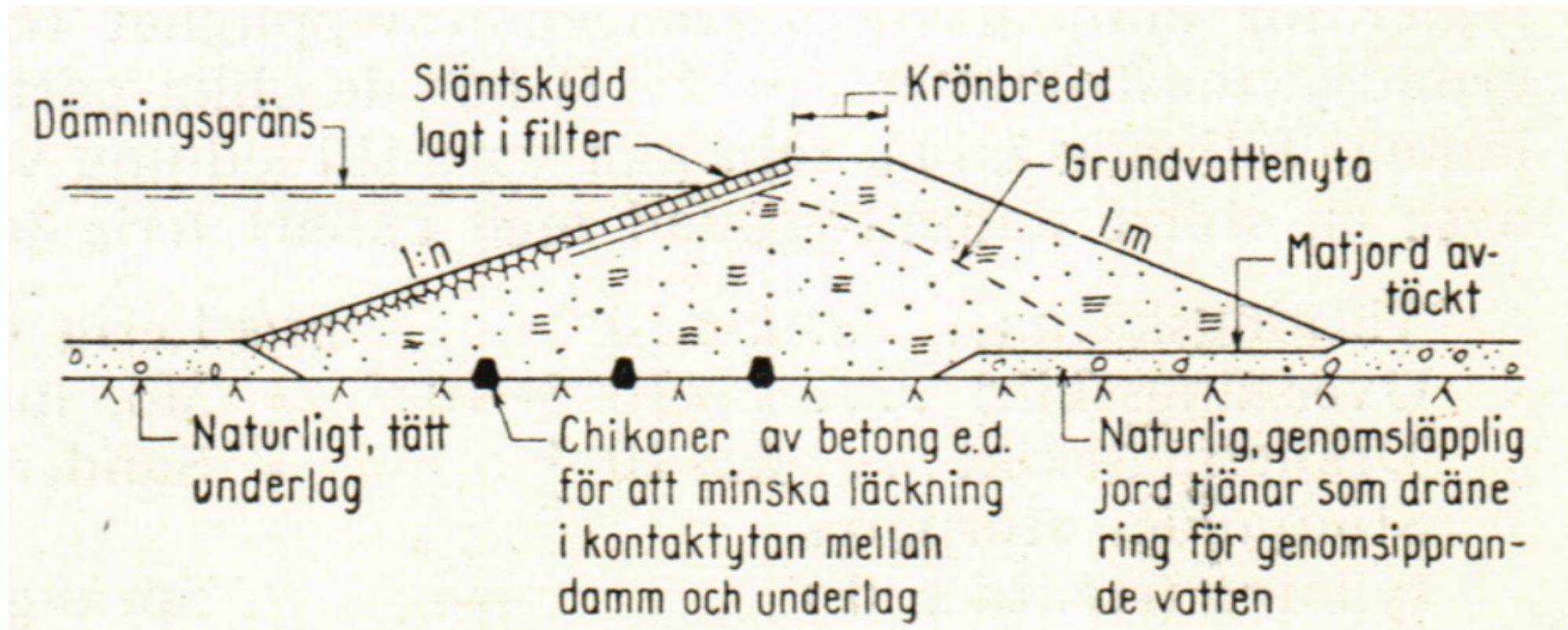
- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer

Frågor?

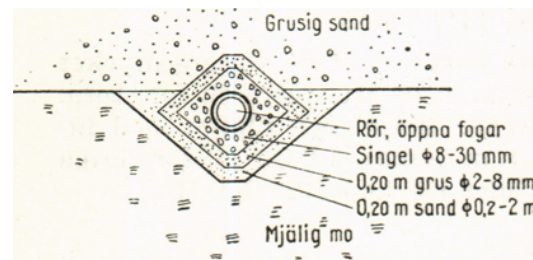
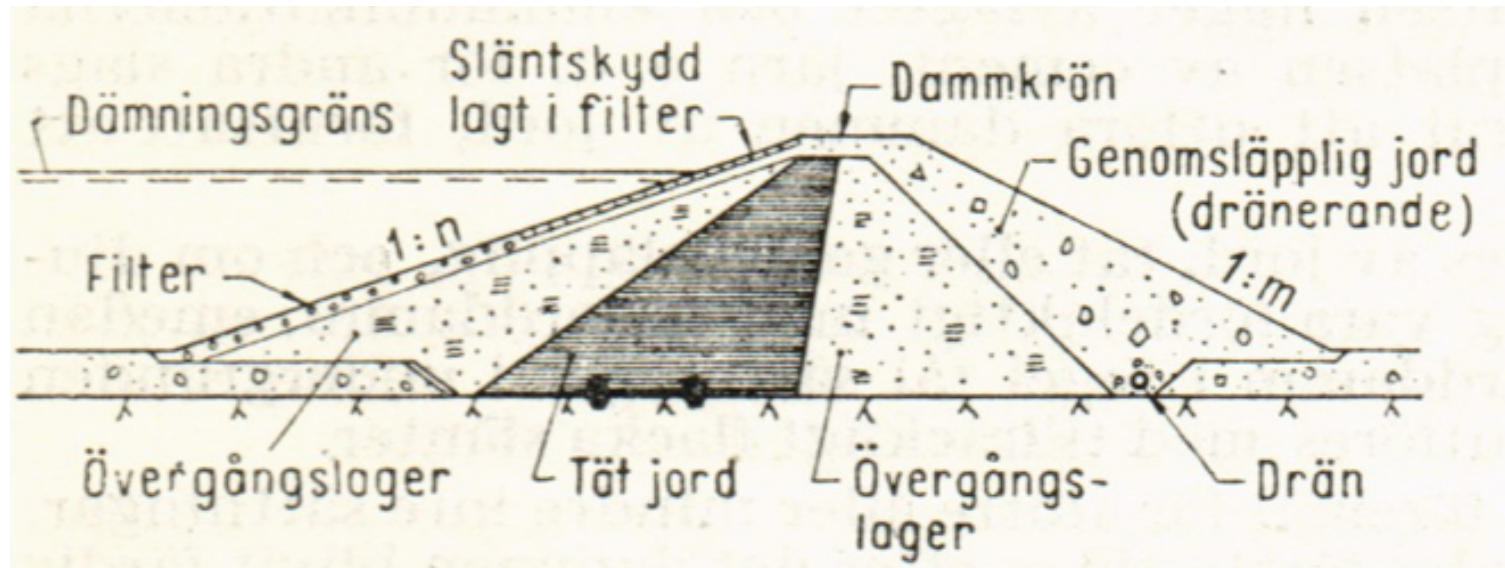
Identifierade fyllningsdammar av "äldre utförande"

- Homogena fyllningsdammar
- Fyllningsdammar med moräntätning
- Fyllningsdammar med lertätning
- Fyllningsdammar med spont eller tätskärm
- Strandtätning/panur/tätmatta

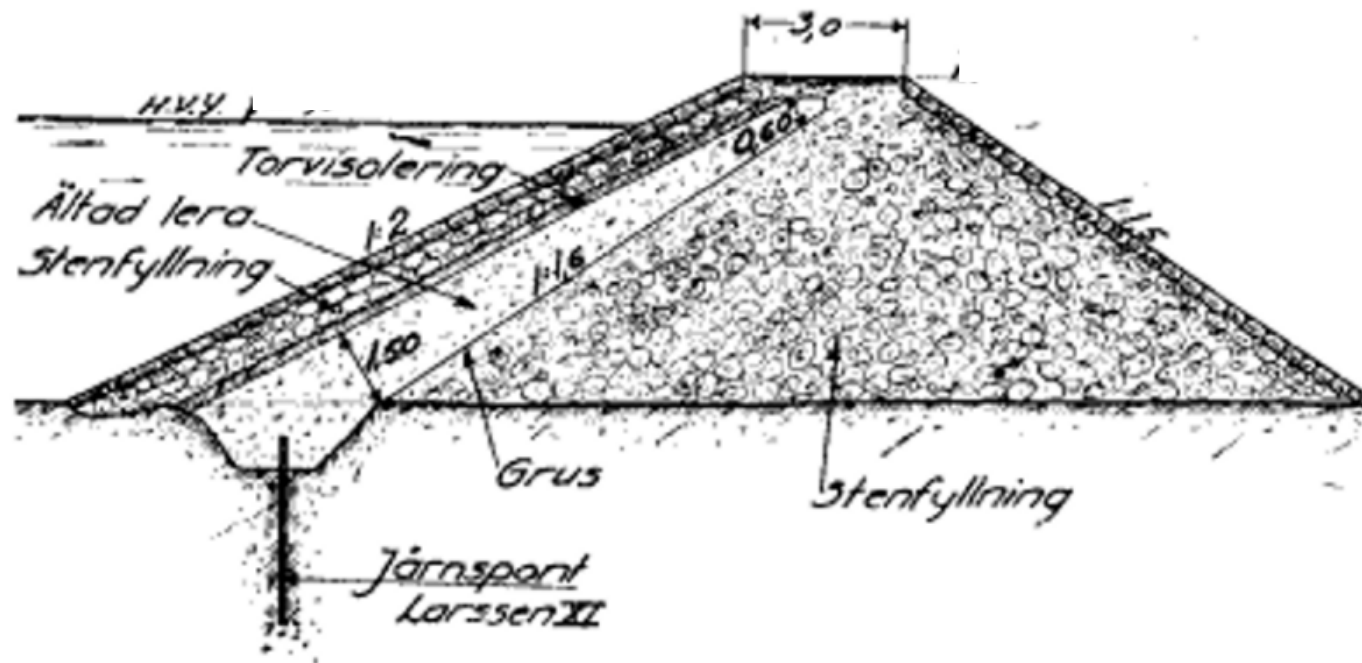
Exempel - Homogena fyllningsdammar



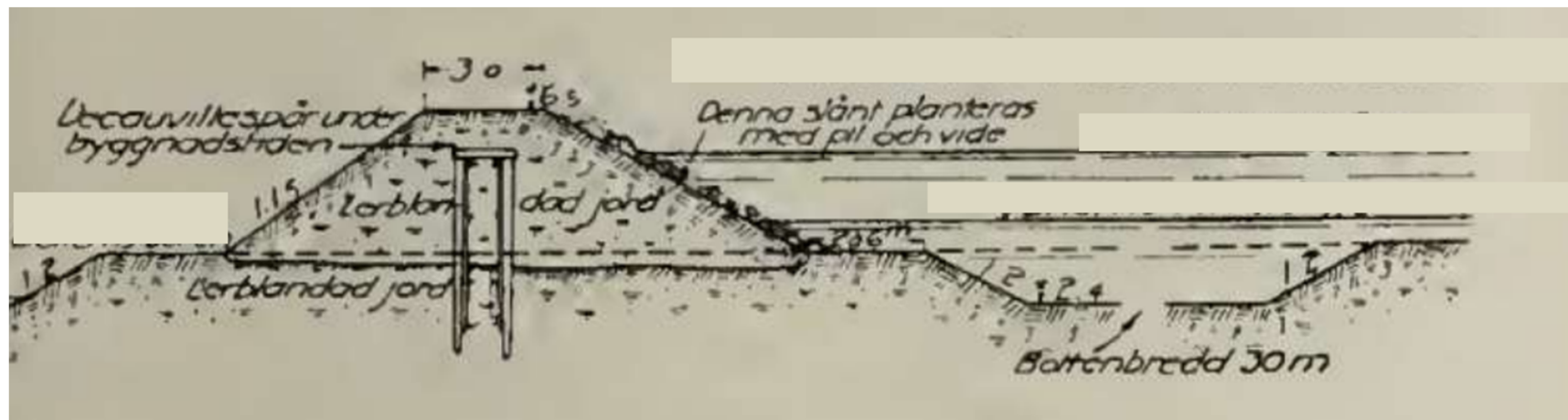
Exempel – Fyllningsdammar med tät kärna av morän



Exempel – Fyllningsdamm med tätning av lera

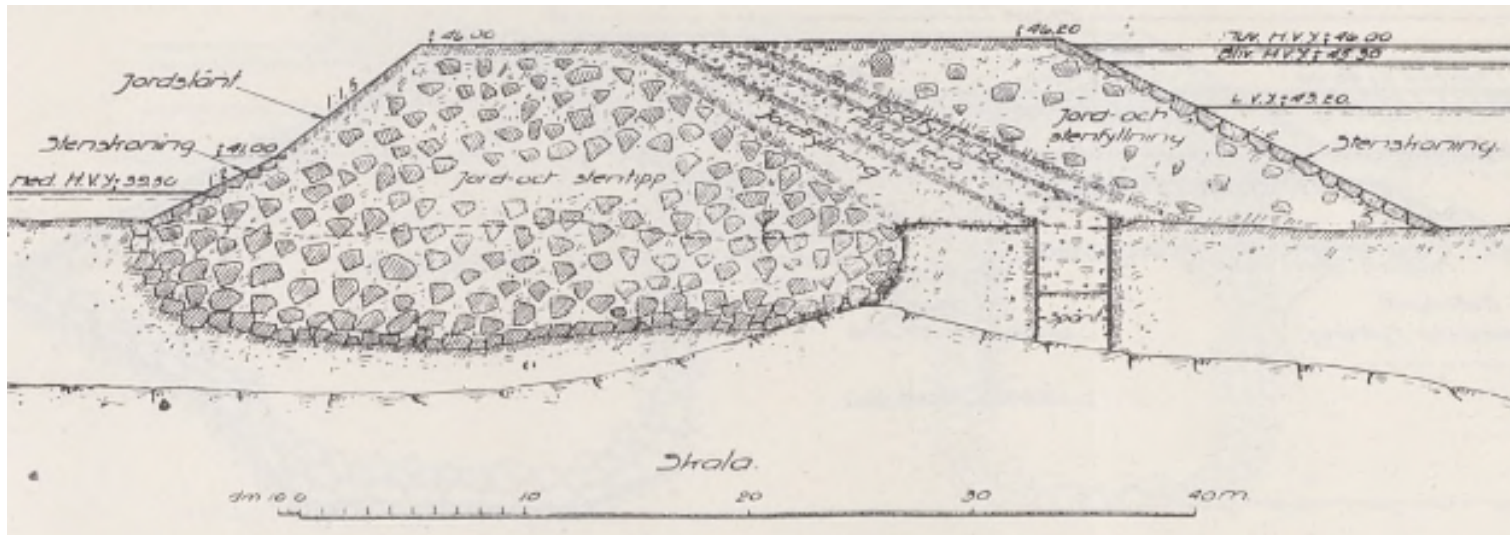


Exempel – Fyllningsdamm med träspont



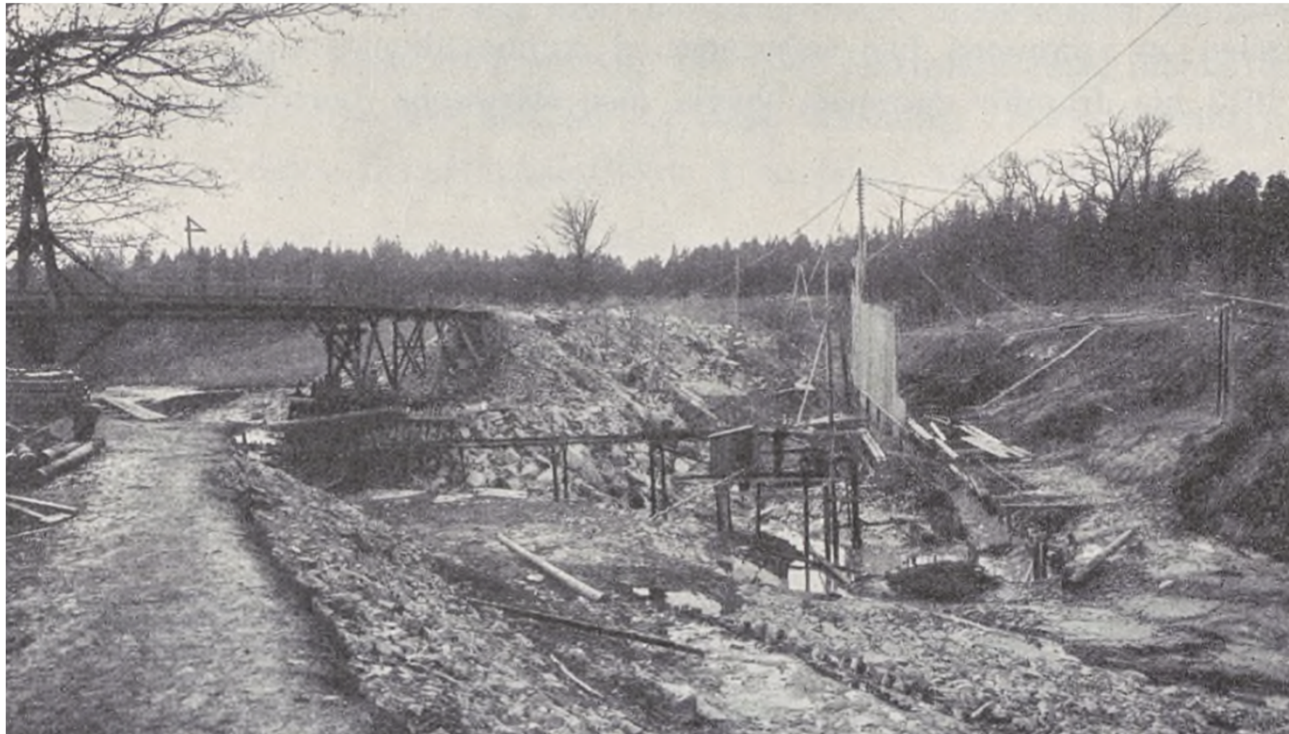
Exempel – Fyllningsdamm med träspont

Utformning av damm utförd av stenbank och uppströmsliggande tätning av lera.



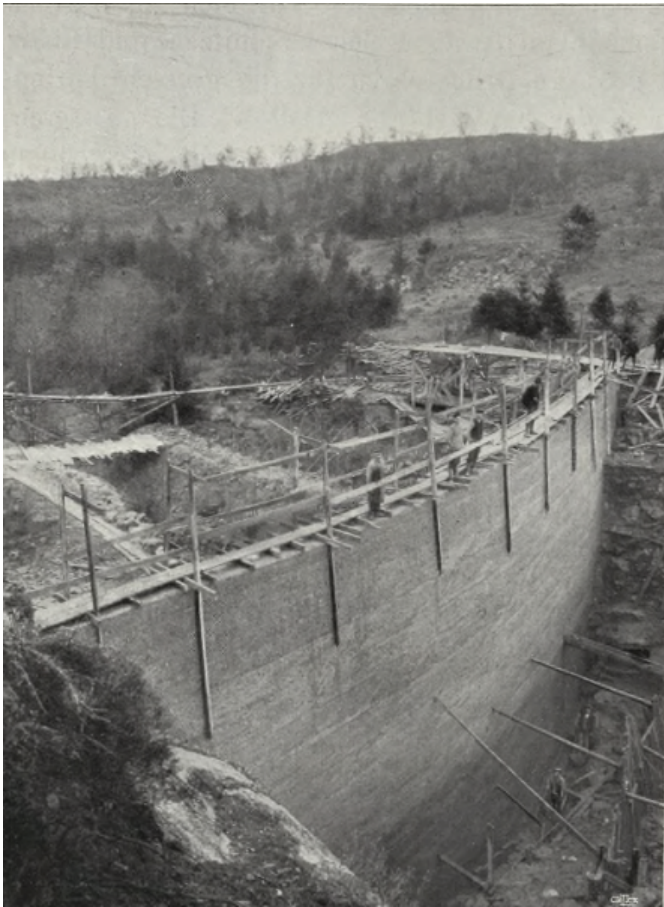
Exempel – Fyllningsdamm med träspont

Spontningsarbete,
två spontväggar av
trä slogs ned till fast
botten.



Exempel – Fyllningsdamm med tätskärm av betong

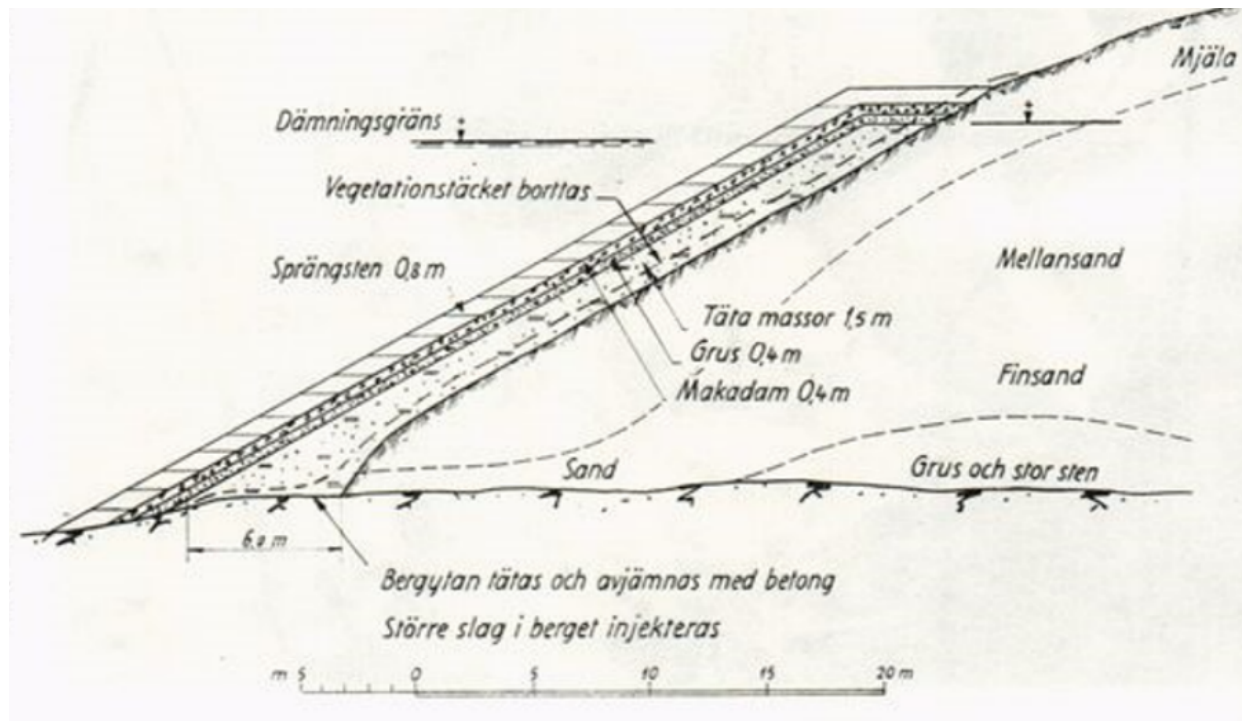
Spontningsarbete,
konstruktion av
välvd
betongskärm



Dammens
nedströmssida
av fyllning



Exempel – Strandtätning/panur/tätmatta



Slutsatser från kunskapssammanställningen

- Dammens inledande användningsområde, tidsperiod för uppförande samt omkringliggande terräng kan ge viss vägledning om hur dammen kan tänkas vara konstruerad, men ofta har ombyggnationer skett
- Komplicerat att bestämma hur en fyllningsdamm av "äldre utförande" är utformad om underlag saknas
- Många olika tekniska lösningar och material har använts för att konstruera fyllningsdammar. Grundläggningssätten skiljer sig åt

Slutsatser från kunskapssammanställningen

- Fyllningsdammar har uppförts i samband med anläggandet av kanaler, utskovsdammar och torrläggning m.m, ofta utförda av uppschaktat material vilket kan skifta längs dammens sträckning
- Av genomgången underlag har det framkommit att fyllningsdammars tätande skikt uppförda fram till ca 1950-talet ofta har utförts med spont/skärm av trä, stål eller betong. Kunskapen om bland annat packningsmetoder var ej tillräcklig innan ca 1950-talet och sättningar uppkom ofta vid uppdamning. Sponten/skärmen ansågs utgöra en extra säkerhet i dammen
- I många fall har fyllningsdammarna också utförts med en lutande eller stående tätkärna av lera eller som homogena dammar
- Grundläggningen av dammarna har i många fall beaktats noga då dammens tätande skikt förts ned till tät grund

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- **Felmoder**
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer

Frågor?

Potentiella felmoder/felorsaker

CHECKLISTA FÖR IDENTIFIERING AV FELMODER		
ÖVERGRIPANDE FELMOD	FELMOD	FEL / FELORSAK
ÖVER-STRÖMNING SOM LEDER TILL FORTGÅENDE EROSION	Otillräcklig avbördningsförmåga	<ul style="list-style-type: none"> Tillrinningen överstiger summan av avbördningsförmågan och magasineringsförmågan Magasinet regleras inte på föreskrivet sätt
	Otillgänglig avbördningsförmåga	<ul style="list-style-type: none"> Bristfälligt underhåll av avbördningsanordningarna Slumpmässigt funktionsfel
	Otillräckligt fribord	<ul style="list-style-type: none"> Vind / våg belastning överstiger erosionsskyddets kapacitet Överskridande av fribord till följd av dammhaveri uppströms eller jordskred i magasinet
	Oförmåga att upptäcka och åtgärda	<ul style="list-style-type: none"> Fel och brister i avbördande funktion och fribord upptäcks eller åtgärdas inte. Fel och brister i dämmande funktion upptäcks eller åtgärdas inte.
BRISTANDE MOTSTÅNDSKRAFT SOM LEDER TILL SÖNDERFALL	Otillräcklig stabilitet	<ul style="list-style-type: none"> Massrörelser (stjälpling, glidning, vridning, ras & skred) Förlust av stöd / bärkraft från grund och anslutningar
	Otillräcklig täthet	<ul style="list-style-type: none"> Läckage genom tatkärna, anslutningar, tätningar, sprickor & grund Otillräcklig / förlust av dräneringskapacitet i filter, dränerings- och pumpsystem
	Otillräcklig beständighet och hållfasthet	<ul style="list-style-type: none"> Gradvis försvagning (inre erosion, krossning, nedbrytning, kemisk urlakning) Momentan tillståndsförändring (sprickbildning, skjuvning, hydraulisk spräckning & likvifaktion)

Checklista för identifiering av felmoder i RIDAS 2019 TV 4 – Bilaga H (Energiföretagen Sverige - Swedenergy AB, 2019). Felmoder och felorsaker som beskrivs inom detta kapitel har markerats med blå rektangel.

Potentiella felmoder/felorsaker

- Inre erosion bedöms vara en relevant felorsak för dessa dammtyper då filterfunktionen inte är tillräcklig.
- Homogena dammar bedöms särskilt känsliga för instabilitet då portryckslinjen genom dammen kan bli hög och filtrerande skikt saknas.
- Fyllningsdammar med lutande tätkärna av lera bedöms särskilt känsliga för instabilitet i uppströmsslänten vid avsänkning av uppströmsvattenytan
- Dammar uppförda av lera eller grundlagda på lera bedöms särskilt känsliga mot ändrade lastförhållanden (exempelvis dammtåförstärkningar eller tunga fordon) vilket kan leda till sättningar och uppsprickning av tätande skikt
- Dammarna bedöms kunna vara mer känslig för tjälning, rotsystem/växtlighet och djurhålor än zonerade dammar utförda med friktionsjord. Dammar där tätskikten är smala bedöms särskilt känsliga

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- **Undersökning och övervakning**
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer

Frågor?

Undersökning och övervakning

- Konventionella och inarbetade undersöknings- och övervakningsmetoder bedöms kunna användas för homogena och dammar med lertätning
- Läckagemätning bedöms vara den övervakningsmetod som primärt bör användas för att övervaka dammens tätande förmåga
- Skanning eller fotogrammetri av dammens yta bedöms lämplig för att både undersöka och övervaka dammen utifrån sättningar, erosionsskador, utglidningar m.m
- Okulär kontroll bedöms vara av stor vikt, framför allt av dammar där underhåll och inspektioner återhållsamt utförts. Särskilda risker finns vid geotekniska undersökningar där riskanalys är av stor vikt innan utförande

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- **Förstärkningsåtgärder**
- Rekommendationer

Frågor?

Förstärkningsåtgärder

- Konventionella förstärkningsmetoder bedöms kunna användas för homogena dammar och dammar med lertätning
- Dammar uppförda på "lös" grund och av sättningsbenäget material kan vara känsliga för exempelvis extra belastning av stödbankar och överfart med fordon
- Lättare material som plastspont och geomembran kan i vissa fall vara lämpliga då dessa material inte tillför någon större extra last
- Utskiftning av material kan göra att tilläggslasterna blir låga/försumbara och att dammsäkerheten förbättras avseende stabilitet och/eller täthet

Exempel - reparation

- Homogen kanaldamm av morän
- 2-3 m hög, byggd tidigt 1900-tal
- Träspont mot utskovsparti
- Dammhaveri på våren, bedömd orsak tjällossning intill sponten
- Ombyggnation av utskovsparti, utförande av plastspont i anslutningen



Foton: Mats Lund



Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- **Rekommendationer**

Frågor?

Rekommendationer

En avgränsning utfördes inom projektet där fokus framför allt var på homogena dammar och fyllningsdammar med lertätning. Utöver detta kan fördjupade arbeten utföras inom:

- Fyllningsdammar med betongskärm
- Panurer och strandtätningar (strandskoning med tätning).
- Stabilitet
- Beständighet för olika material som ingår i fyllningsdammar
- Erfarenheter från reparationer/förstärkning med ”nyare” material som geotextiler, geomembran, plastspont.
- Kompletterande arkivgenomgång inom en tidsperiod för att förbättra och komplettera detta arbete

Presentationens struktur

Del 1

- Underlag och litteratur
- Användningsområden
- Exempel - dammkonstruktioner och grundläggning
- Slutsatser från kunskapssammanställningen

Del 2

- Felmoder
- Undersökning och övervakning
- Förstärkningsåtgärder
- Rekommendationer

Frågor?

Frågor?