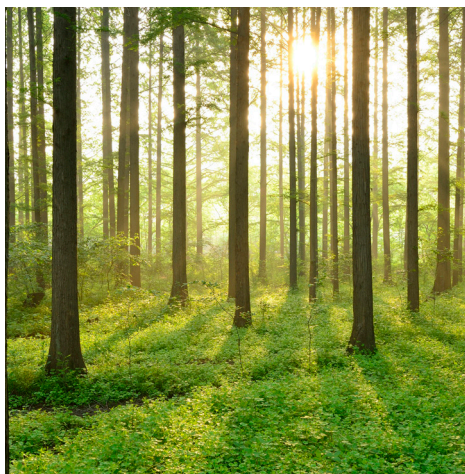


VEGETATION PÅ FYLLNINGSDAMMAR

RAPPORT 2021:736



Vegetation på fyllningsdammar

TINA PÅHLSTORP

ISBN 978-91-7673-736-1 | © Energiforsk mars 2021

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

Vegetation på fyllningsdammar försämrar inspekterbarheten, vilket försvårar möjligheterna att upptäcka tecken på skador i dammar. Dessutom kan vegetationen ha en direkt påverkan på dammens funktion genom exempelvis träd som blåser omkull eller rotsystem som orsakar ett ökat läckage.

Idag saknas riktlinjer för hur vegetation på fyllningsdammar bör bedömas och hanteras, vilket resulterat i att olika dammägare och besiktningsmän bedömer risker med vegetation på olika sätt. I denna rapport presenteras underlag för vilka risker vegetation på fyllningsdammar kan utgöra samt tekniker för att hantera dessa baserat på internationella riktlinjer.

Projektet har genomförts av AFRY med Tina Pählstorp som utförare och följts av en referensgrupp bestående av Peter Viklander (Vattenfall), Johanna Fledtman (Statkraft), Petter Westerberg (Uniper) och Jonas Hammarsson (Fortum).

Projektet har genomförts inom Energiforsks Dammsäkerhetstekniska utvecklingsprogram med medverkan från vattenkraftindustrin och Svenska kraftnät. Författaren ansvarar för rapportens innehåll.

Sammanfattning

Idag saknas det i Sverige riktlinjer för hur vegetation på fyllningsdammar bör bedömas och hanteras. Olika dammägare och konsulter hanterar och bedömer vegetation på fyllningsdammar på olika sätt och ofta behandlas vegetation på dammar som en ren underhållsfråga. Syftet med projektet har varit att få fram bättre underlag för vilka risker vegetation på fyllningsdammar kan utgöra samt beskriva bästa tillgängliga teknik för hantering av vegetation på fyllningsdammar baserat på internationella riktlinjer.

Vegetation på fyllningsdammar påverkar dammsäkerheten genom att den försämrar inspekterbarheten, vilket i sin tur försvårar möjligheterna att upptäcka tecken på skador i god tid. Detta gäller alla typer av vegetation med undantag av välklippt gräs. Träd kan även direkt påverka dammens funktion. I rapporten beskrivs hur träd kan påverka dammsäkerheten på olika sätt. Förenklat kan träd skada dammen genom att de blåser omkull och skapar skador i dammen eller genom att trädens rötter orsakar ökat läckage genom dammen. Inget i litteraturen har hittats som visar att träd har en stabiliserande eller armerande inverkan på fyllningsdammar. Mycket av den pågående forskningen indikerar att det finns en stor variation i rotsystemens egenskaper och deras påverkan på dammarna, beroende på träslag, dammens uppbyggnad, klimat, ålder och kondition på trädet m.m. Eftersom det är många faktorer som inverkar är det mycket svårt att avgöra hur rotsystemet under ett enskilt träd breder ut sig i den enskilda dammen och därmed vilken risk för dammsäkerheten trädet faktiskt utgör.

Vegetation på fyllningsdammar tas på stort allvar internationellt. Det finns skillnader mellan olika länders riktlinjer men generellt är alla överens om att träd och buskar inte hör hemma på eller i nära anslutning till fyllningsdammar och de flesta riktlinjerna tillåter bara vegetation i form av välklippt gräs på dammarna.

Hösten 2019 utfördes omfattande borttagning av träd inkl. stubbar och rötter på en fyllningsdamm i södra Sverige. Såväl grävning som fräsning användes för att ta bort stubbar och rötter. Metoder och iakttagelser från arbetet beskrivs i rapporten.

I november 2020 hölls en workshop med dammägare och konsulter i syfte att samla in synpunkter och erfarenheter kring vegetation på fyllningsdammar. Vid workshopen rådde stor enighet om att vägledning behövs för hantering av vegetation på fyllningsdammar. I slutet av rapporten listas ett antal rekommendationer inför framtagning av riktlinjer och förhoppningen är att rapporten ska kunna användas som underlag för detta.

Nyckelord: Fyllningsdammar, Vegetation, Dammsäkerhet, Rötter, Nedbrytning, Underhåll.

Summary

In Sweden there are no guidelines for evaluating and handling vegetation on embankment dams. Among dam owners and consulting engineers vegetation on embankment dams is handled and evaluated in different ways and often vegetation on dams is handled as a pure question of maintenance. The aim of this project has been to get better knowledge of what risks vegetation pose on embankment dams and describe best available technology for handling vegetation on embankment dams based on international guidelines.

Vegetation on embankment dams influence dam safety by hindering effective dam inspections and hence making it more difficult to notice signs of damage at an early stage. This is true for all types of vegetation except well-maintained grass. Trees can also directly effect the function of the dam. The report describes different ways a tree can effect dam safety. Simplified trees can harm the dam in two different ways - uprooted trees create damage to the dam or seepage ways develop along living or decaying roots. Nothing has been found in literature showing that trees have a stabilizing or armouring effect on embankment dams. Much of the ongoing research indicate a great variation in the characteristics of root systems and their influence on embankment dams, depending on tree type, construction of the dam, climate, age and condition of the tree. Since there are so many influencing factors it is very difficult to determine the spreading of a root system under a specific tree in a specific dam and what risk that tree actually pose on dam safety.

Internationally vegetation on embankment dams is taken seriously. There are differences between the guidelines in different countries but generally there is agreement that trees and bushes do not belong on or nearby embankment dams and most guidelines only allow vegetation in the form of well-maintained grass on the dams.

In the autumn of 2019 extensive removal of trees, including stumps and roots, were performed at an embankment dam in southern Sweden. Both excavation and milling were used for removing stumps and roots. Methods and observations made during the project is described in this report.

In November 2020 a workshop was held with participants from dam owners and engineering consultants aiming at collecting views and experiences on vegetation on embankment dams. At the workshop there was agreement that there is a need for guidance for handling vegetation on embankment dams. In the end of this report recommendations for development of guidelines are listed and hopefully the report can be useful when developing these guidelines.

Keywords: Embankment dams, Vegetation, Dam Safety, Roots, Decomposition, Maintenance.

Innehåll

1	Inledning	8
1.1	Bakgrund	8
1.2	Omfattning och mål	8
1.3	Begränsningar	8
2	Kunskapsläget kring vegetation på fyllningsdammar i Sverige och internationellt	10
3	Hur påverkas dammsäkerheten av olika typer av vegetation?	11
3.1	Träd	11
3.2	Buskar och sly	13
3.3	Gräs	13
3.4	Kan vegetation på fyllningsdammar ha en positiv inverkan på dammsäkerheten?	14
3.4.1	Skydd mot erosion	14
3.4.2	Stabiliserande inverkan	14
3.4.3	Stora träd som minskar tillväxt av sly	15
3.5	Exempel på skador i dammar orsakade av vegetation	15
3.6	Andra aspekter på vegetation på fyllningsdammar än dammsäkerhet	20
4	Egenskaper hos träds rotsystem	21
4.1	Fältstudier utförda på fyllningsdammar i Finland	23
4.2	Fältstudie utförd på kanalvallar i Frankrike	24
4.3	Sammanfattning av resultat från litteraturstudie kring egenskapernas hos träds rotsystem	26
5	Riktlinjer för vegetation på fyllningsdammar	27
5.1	Sverige	28
5.2	ICOLD	28
5.3	Internationell handbok för invallningsdammar	28
5.3.1	Gräsbeklädnad	29
5.3.2	Borttagning av träd och buskar	29
5.4	USA	30
5.4.1	FEMA (Federal Emergency Management Agency)	30
5.4.2	USACE (US Army Corps of Engineers)	33
5.5	Kanada	34
5.6	Nederländerna	35
5.7	Frankrike	36
5.8	Tyskland	37
5.8.1	DIN-Norm 19712	37
5.8.2	BAW (Bundesanstalt für Wasserbau)	38
5.9	Norge	39
5.10	Finland	40

5.11	Sammanfattning av resultat från litteraturstudie av internationella riktlinjer	40
6	Vegetation på svenska fyllningsdammar	41
6.1	Exempel på gräsbeklädda dammar	41
6.2	Exempel på dammar beväxta med buskar och sly	42
6.3	Exempel på dammar där det växer träd	47
6.4	Exempel på dammar där gammalt ris från röjning ligger kvar på dammen	50
6.5	Underhåll av fyllningsdammar med avseende på vegetation	50
6.5.1	Exempel rotryckning	51
7	Erfarenheter från fältstudie 2019	52
7.1	Egenskaper hos dammen	52
7.2	Omfattning av dammsäkerhetshöjande åtgärder	53
7.3	Borttagning av stubbar och rötter	56
7.3.1	Borttagning av stubbar med hjälp av grävning	56
7.3.2	Borttagning av stubbar med hjälp av fräsning	57
7.4	Återfyllning av hål efter stubbar och rötter	59
7.5	Rotsystemen hos de borttagna stubbarna	60
7.5.1	Ek	61
7.5.2	Bok	62
7.5.3	Björk	62
7.6	Sammanfattning av gjorda iakttagelser	63
8	Resultat från workshop	65
9	Diskussion och rekommendationer	66
9.1	Hur påverkas dammsäkerheten av olika typer av vegetation	66
9.2	Internationella riktlinjer	67
9.3	Hantering av vegetation på svenska fyllningsdammar idag	67
9.4	Erfarenheter från fältstudie	68
9.5	Rekommendationer inför framtagning av svenska riktlinjer	69
10	Referenser	71
	Bilaga 1 Foton från fältstudie	73
	Bilaga 2 Anteckningar från workshop 2020-11-26	91

1 Inledning

1.1 BAKGRUND

Att vegetation på fyllningsdammar försvårar visuell inspektion av dammarna är uppenbart men vegetationen kan även förväntas ha en direkt påverkan på dammens funktion. T.ex. kan man förvänta sig att träd som blåser omkull kan leda till skador i dammen och att rötter i dammen kan orsaka ökat läckage genom dammen.

Idag saknas det i Sverige samsyn kring hur stort hot olika typer av vegetation på fyllningsdammar utgör mot dammsäkerheten och det saknas riktlinjer för hur vegetation på fyllningsdammar bör bedömas och hanteras.

I stället blir det upp till varje dammägare och besiktningsman att bedöma hur dammsäkerheten påverkas av olika typer av vegetation och hur man ska hantera vegetationen. Detta leder t.ex. till att det skiljer sig åt hur olika besiktningsmän bedömer vegetation på fyllningsdammar vid tillståndskontroller. Samma typ av vegetation bedöms ibland som en underhållsfråga/övervakningsfråga och ibland som ett funktionsfel som direkt kan påverka dammsäkerheten.

Internationellt tas vegetation på fyllningsdammar på stort allvar och i flera länder finns riktlinjer för hantering av vegetation på fyllningsdammar.

1.2 OMFATTNING OCH MÅL

Studien omfattar genomgång av internationell litteratur om vegetation på fyllningsdammar, litteraturstudie om egenskaper hos träds rotsystem, beskrivning av förekommande typer av vegetation på svenska fyllningsdammar samt egna studier i fält. Avslutningsvis förs i rapporten en diskussion och rekommendationer ges inför framtagning av riktlinjer.

I syfte att samla in synpunkter och erfarenheter från dammägare och konsulter genomfördes inom ramen för studien en digital workshop kring vegetation på fyllningsdammar.

Syftet med studien har varit att öka dammsäkerheten genom att få fram bättre underlag för vilka risker vegetation på fyllningsdammar kan utgöra samt beskriva bästa tillgängliga teknik för hantering av vegetation på fyllningsdammar baserat på internationella riktlinjer. Målet är att rapporten ska utgöra diskussionsunderlag, skapa samsyn i branschen och öka kunskapen om betydelsen av vegetation på fyllningsdammar för bedömning av dammsäkerheten.

1.3 BEGRÄNSNINGAR

Mycket av den litteratur och riktlinjer som finns inom området är skriven på tyska, franska och nederländska. Pga. språkbegränsningar har litteraturstudien begränsats till i första hand engelskspråkig och i viss mån tysk litteratur.

Studien behandlar på ett övergripande sätt hur vegetation på fyllningsdammar kan hanteras men går inte in på djupa detaljer kring hur underhåll, reparation och upprustning kan ske.

Vegetation på betongkonstruktioner behandlas inte i studien.

Av sekretessskäl och pga. att det inte bedöms som viktigt i sammanhanget har valts att inte namnge de dammar som i text och bild beskrivs i rapporten.

P.g.a. den rådande Corona-situationen sköts workshopen upp så länge som möjligt men till slut gick det inte att skjuta upp den längre utan den fick genomföras som en digital workshop. Workshopen genomfördes därför i ett sent skede av studien när rapporten i princip var färdigskriven.

2 Kunskapsläget kring vegetation på fyllningsdammar i Sverige och internationellt

I Sverige finns i princip ingen dokumenterad kunskap om vegetation på fyllningsdammar. Olika dammägare och konsulter hanterar och bedömer vegetation på fyllningsdammar på olika sätt och ofta behandlas vegetation på dammar som en ren underhållsfråga i Sverige.

Internationellt pågår forskning inom området. Särskilt i länder som har mycket invallningsdammar och kanaldammar som USA, Tyskland, Frankrike och Nederländerna. Dock finns det fortfarande många obesvarade frågor kring hur olika typer av vegetation påverkar dammsäkerheten och hur man bäst hanterar olika typer av vegetation på och i anslutning till dammarna.

I handboken *The International Levee Handbook* (CIRIA, 2013) anges att såväl formell forskning som dokumenterade observationer och erfarenheter kring vegetation på invallningsdammar är begränsad.

Träds påverkan på dammsäkerheten är i första hand relevant för låga fyllningsdammar (dammar < 15 m) och minskar med ökad dammhöjd pga. rötternas begränsade räckvidd i förhållande till dammens storlek. På invallningsdammar och kanaldammar i t.ex. Centraleuropa förekommer omfattande vegetation och i samband med högflödessituationer har man upplevt allvarliga incidenter orsakat av vegetation på dammarna. I dessa länder har det under senare år därför varit relativt stort fokus på frågan och huvuddelen av den litteratur som hittats inom området kommer från just Centraleuropa men även från USA där det också finns många invallningsdammar.

3 Hur påverkas dammsäkerheten av olika typer av vegetation?

3.1 TRÄD

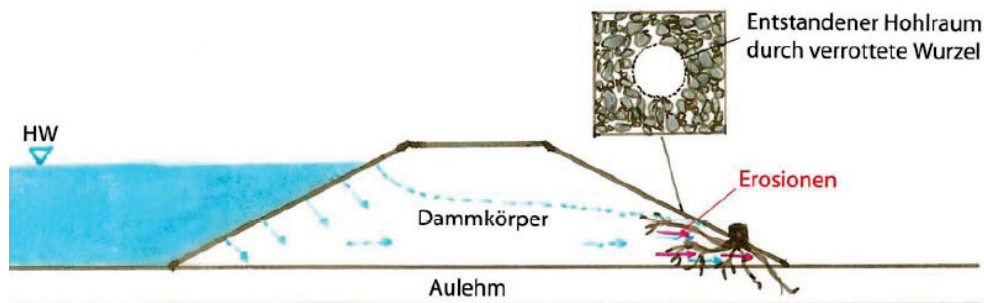
Träds påverkan på dammsäkerheten är i första hand relevant för låga fyllningsdammar och minskar med ökad dammhöjd pga. rötternas begränsade räckvidd i förhållande till dammens storlek. I Sverige är det också framförallt på låga fyllningsdammar som det är aktuellt med träd.

Baserat på genomförd litteraturstudie listas nedan de huvudsakliga risker som träd utgör mot dammsäkerheten:

- Träd som blåser omkull kan skapa omfattande skador i dammen.
- Trädens rötter kan luckra upp jorden i dammen och orsaka ökad permeabilitet och ökat läckage genom dammen.
- Rötter från avverkade träd bryts med tiden ner och kan skapa läckvägar.
- Träd försvårar visuell inspektion vilket leder till förhöjd risk att man missar tecken på skador i ett tidigt skede innan ett allvarligt dammsäkerhetsproblem uppstått.
- Träd och annan vegetation kan dra till sig djur såsom sorkar, mullvadar och vildsvin som i sin tur kan orsaka skador i dammarna.
- Träden kan orsaka extra belastning på dammarna pga. sin egenvikt.
- Rötter från träden kan växa in i dränage och filter och orsaka skador.
- Träden påverkar portryckslinjen genom dammen. Initialt sänks portryckslinjen genom att de friska träden absorberar vatten, vilket kan tyckas positivt för dammens stabilitet. Med tiden riskeras dock att rötterna luckrar upp jorden i dammen och orsakar ökat läckage genom dammen. När träden dör eller avverkas minskar upptaget av vatten och portryckslinjen höjs vilket i sin tur leder till risk att fler träd dör pga. att rötterna hamnar under vatten.

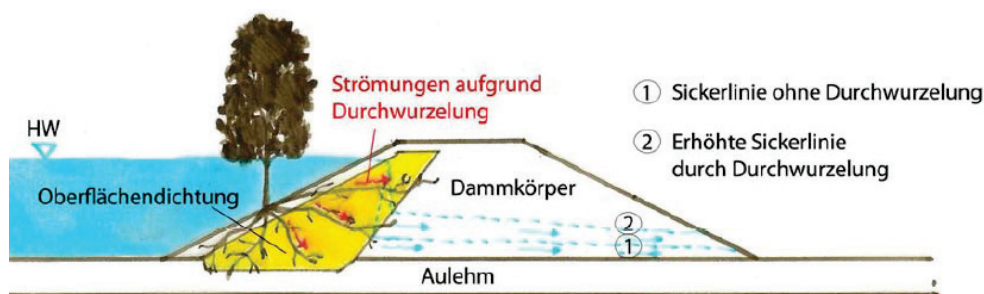
Bilderna i Figur 1 - Figur 5 är hämtade från ett examensarbete från Österrike, *Gehölzstrukturen an hochwasserschutzdämmen und ihr Einfluss auf die Dammstabilität unter besonderer Berücksichtigung der Durchwurzelung* (Sieberer, 2012) och illustrerar hur dammsäkerheten kan påverkas av träd som växer i dammarna.

Figur 1 illustrerar en damm med ett avverkat träd där rötterna med tiden brutits ner och skapat läckvägar genom dammen.



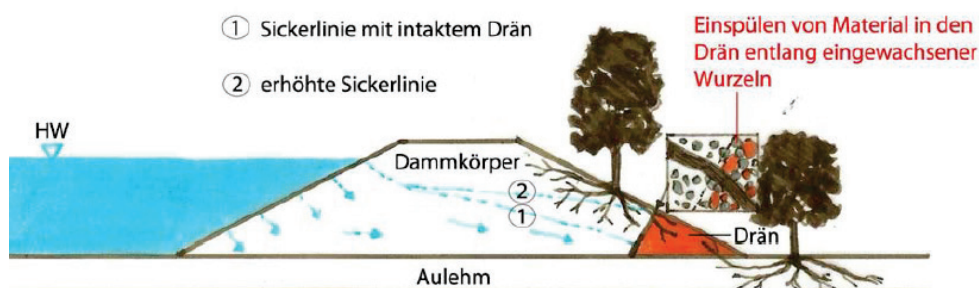
Figur 1 Rötterna från avverkade träd bryts ner och skapar läckvägar genom dammen (från Sieberer, 2012)

Figur 2 illustrerar en damm med en uppströms placerad, lutande tätkärna där rötterna från ett träd i uppströmsslänten växt in i tätkärnan och skapat läckvägar genom tätkärnan.



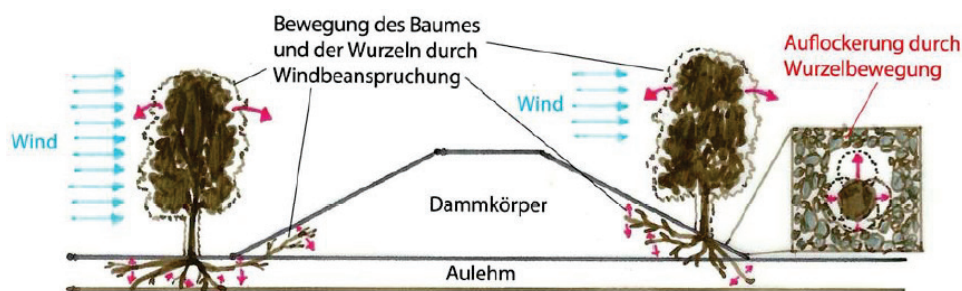
Figur 2 Rötterna växer igenom den tätande delen av dammen och skapar läckvägar genom dammen (från Sieberer, 2012)

Figur 3 illustrerar en damm där rötter från träd i nedströmsslänten och dammtån växt in i dräneringen med försämrad dränering som följd, vilket lett till att portryckslinjen genom dammen höjts.



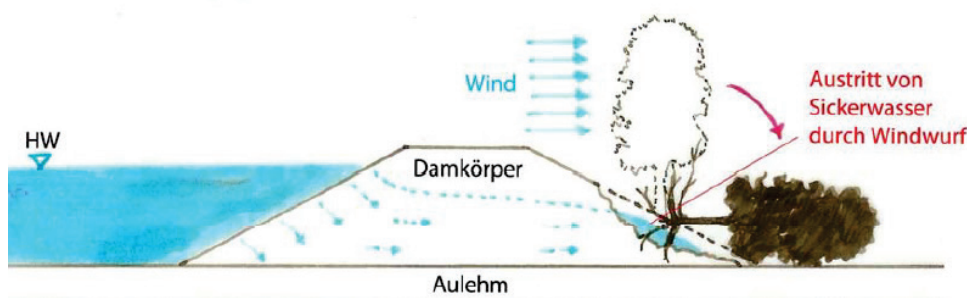
Figur 3 Rötterna växer in i dräneringen i dammtån och sätter igen/skadar den (från Sieberer, 2012)

Figur 4 illustrerar en damm där träden och rötterna rört på sig pga. vindpåverkan vilket lett till att fyllningen runt rötterna luckrats upp, vilket i sin tur kan leda till ökat läckage genom dammen.



Figur 4 Träd och rötter rör sig pga. vindpåverkan vilket leder till uppluckring av jorden runt rötterna (från Sieberer, 2012)

Figur 5 illustrerar en damm där ett träd blåst omkull och orsakat en omfattande skada med källsprång i nedströmsslänten.



Figur 5 Omkullvält träd skapar omfattande skada i dammen (från Sieberer, 2012)

3.2 BUSKAR OCH SLY

Buskar och sly som växer på och i nära anslutning till fyllningsdammar påverkar framförallt dammsäkerheten genom att de försvårar möjligheterna till visuell inspektion och därmed möjligheterna att upptäcka tecken på skador i ett tidigt skede.

Buskar och sly kan även indirekt påverka dammsäkerheten genom att de drar till sig djur såsom sorkar, mullvadar och vildsvin som i sin tur kan orsaka skador i dammarna.

Buskar och sly kan även i sig orsaka mindre omfattande skador i dammen, som det finns tid att åtgärda innan de leder till ett allvarligt hot mot dammsäkerheten. T.ex. kan buskar och sly som växer i uppströmsslänten på en damm skada erosionsskyddet.

3.3 GRÄS

Välklippt gräs lyfts generellt fram som positivt för dammsäkerheten, se vidare avsnitt 3.4.1. Om gräset tillåts växa för högt försvårar det dock möjligheterna till visuell inspektion och därmed möjligheterna att upptäcka tecken på skador i ett tidigt skede.

Det finns även en risk att gräsbeklädnad i nedströmsslänten kan leda till försämrade dränagekapacitet och risk för uppbyggnad av höga porttryck i nedströmsslänten.

3.4 KAN VEGETATION PÅ Fyllningsdammar HA EN POSITIV INVERKAN PÅ DAMMSÄKERHETEN?

Det lyfts ibland fram att vegetation på fyllningsdammar kan utgöra ett skydd mot yttre erosion samt ha en stabiliserande inverkan. Nedan görs en sammanställning av den information som hittats i litteraturstudien angående vegetationens eventuella positiva inverkan på dammsäkerheten.

3.4.1 Skydd mot erosion

Välklippt gräs bedöms generellt ha en positiv effekt på dammens förmåga att motstå yttre erosion – dock måste risken för uppbyggnad av höga porttryck beaktas. Den enda källa som hittats som uttryckligen avråder från gräs på dammar är den norska riktlinjen *Veileder for fyllningsdammer* (NVE, 2012) som endast tillåter gräs på låga dammar i den lägsta konsekvensklassen och då först efter att stabiliteten hos nedströmsslänten kontrollerats för full vattenmättnad i brottsgränstillståndet.

3.4.2 Stabiliserande inverkan

Trots att det kan ifrågasättas om trädrötter har en armerande/stabiliserande inverkan på fyllningsdammar används ibland påståendet som ett argument för att låta träd i dammar stå kvar.

I litteraturen förekommer till viss del motstridiga uppgifter kring trädrötternas armerande inverkan. De flesta källorna menar att rötterna inte har någon stabiliserande inverkan på dammar medan det i vissa källor förekommer uppgifter om att de kan ha en viss armerande inverkan. Det ska dock påpekas att dessa källor refererar till forskning kring stabiliteten hos naturliga slänter och inte hos dammar.

Nedan visas utdrag från några olika källor angående rötters eventuella armerande/stabiliserande inverkan.

Utdrag från FEMA (2005) *Technical Manual for dam owners. Impacts of plants on earthen dams*:

of the geotechnical engineering design concept of soil nailing. ***Root penetration stabilizes the tree and loosens the soil mass within which the tree roots are developing; the converse is a myth and certainly not true.***

I *The International Levee Handbook* (CIRIA, 2013) anges att träd och buskar kan förbättra stabiliteten i skogar och andra vegetationsklädda slänter genom jordarmering och minskat porvattentryck pga. absorbering. Detta avser dock naturliga slänter och inte dammar.

I rapporten *Vegetation som förstärkningsmetod* (SGI, 2002) beskrivs att rotsystem i jorden bidrar till en hållfasthetsökning i jorden dels genom att jorden binds

samman och dels genom att rottrådar motverkar skjuvning längs en glidyta. Vegetation kan hindra erosion och minska risken för skred längs ytliga glidytor. Förmågan hos vegetation att öka säkerhetsfaktorn för djupa glidytor anses däremot vara minimal. Större träd påverkar slänten med sin egen vikt, vilket kan vara positivt eller negativt beroende på var i slänten trädet växer. Kraftiga vindar över höga buskar eller träd kan ge en belastning på slänten och minska stabiliteten. Rapporten från SGI avser naturliga slänter och inte dammar.

I *Vegetation på dammar* (Eliasson, 2017) görs en litteraturstudie av vegetations effekt på naturliga slänter. Bl.a. refereras till rapporten från SGI som beskrivs ovan. Eliasson konstaterar att de farligaste glidyterna hos fyllningsdammar är relativt djupt belägna vilket begränsar vegetationens positiva effekt av ökad skjuvhållfasthet i ytliga lager. Slutsatsen dras att rötters effekt på hållfastheten är marginell och att växter därmed inte kan antas påverka fyllningsdammars stabilitet genom att öka hållfastheten i materialet i någon större utsträckning.

Som en del i ett forskningsprojekt i Kalifornien (California Levee Vegetation Research Program) utfördes stabilitetsanalyser i form av numerisk modellering av en invallningsdamm i syfte att bedöma trädets inverkan på stabiliteten i uppströms- respektive nedströmsslänten (Cobos m.fl., 2015). Stabilitetsanalyserna hade föregåtts av fältstudier från vilka data till modelleringen användes. Slutsatserna från studien var att träd i nedströmsslänten inte hade någon betydande påverkan på den globala släntstabiliteten. Trädets påverkan på släntstabiliteten i uppströmsslänten (som utgjordes av dåligt packad, inhomogen fyllning) visade sig vara minimal.

Sammantaget kan sägas att litteraturgenomgången visar att trädets rötter generellt inte kan sägas ha någon armerande/stabiliserande inverkan på fyllningsdammar.

3.4.3 Stora träd som minskar tillväxt av sly

Det pratas ibland om att behålla en del stora träd på dammarna i syfte att hålla nere tillväxten av sly. Erfarenhet visar är att när man hugger ner större träd är det inte ovanligt att det börjar slå ut mängder med sly som växer 1-2 m per år. I artikeln *Risk of the trees and the stumps to the embankment dam safety* (Laasonen, 2013) nämns att det blivit praxis hos dammägare i Finland att tillåta träd på dammar att växa eftersom det visat sig att förekomst av stora träd minskar tillväxten av sly och buskar och därmed även kostnaderna för röjning.

3.5 EXEMPEL PÅ SKADOR I DAMMAR ORSAKADE AV VEGETATION

I *The International Levee Handbook* (CIRIA, 2013) omnämns att det i Frankrike förekommit över tio dokumenterade fall av läckage varav åtminstone ett fullständigt dammbrott kopplat till koncentrerade läckage som uppstått i anslutning till nedbrutna trädrötter i dammvallar.

I handboken omnämns också översvämningarna av floden Oder i Tyskland och Polen 1997. 15 % av dammbrotten som inträffade då kopplades till yttre erosion orsakat av omkullblåsta träd. Många omfattande dammbrott kunde kopplas direkt till stora träd som växte på krönen av invallningsdammarna.

Även en incident som inträffade 2011 i Nederländerna omnämns i handboken. Efter en väldigt torr period läckte vatten igenom några kanalvallar längs trädrötterna. På ett ställe var man tvungen att förstärka med sandsäckar och vattenytan fick sänkas av för att undvika dammbrott.

Som en del i ett forskningsprojekt i Kalifornien (California Levee Vegetation Research Program) utfördes en studie av inträffade incidenter och dammbrott hos invallningsdammar i USA för att få bättre kunskap om hur vegetation kan påverka funktionen hos invallningsdammar (Cobos m.fl., 2014). Studien kom fram till att vegetation kan påverka funktionen hos invallningsdammar. Hur allvarlig påverkan är beror på trädart, trädets placering, vilka rutiner dammägaren har för hantering av vegetation, materialsammansättning i dammen och yttre laster på dammen. De flesta rapporterade incidenterna handlade om vegetation som förhindrat underhåll och inspektion och inget fall hittades där vegetationen konstaterats orsaka dammbrott.

I *Vegetation på dammar* (Eliasson, 2017) beskrivs resultaten från en enkätundersökning bland dammägare och konsulter i Sverige. Enkätundersökningen visar att skador på dammar till följd av vegetation inte är vanligt. De skador som påtalas är främst kopplade till rotsystem i fyllningsdammar.

Skador orsakade av bökande vildsvin förekommer på flera dammar i södra Sverige. I en artikel i ATL, Lantbrukets Affärstidning (ATL, 2020) beskrivs hur en invallningsdamm längs Helige å i Kronobergs län brast i februari 2020. Kraftig nederbörd och höga vattennivåer ledde till att delar av invallningen översvämmades. På ett ställe hade vildsvin bökat och förstört grässvålen och här ledde överströmningen till att vallen brast och 70 hektar åkermark sattes under vatten. Här var det inte vegetationen i sig som orsakade dammhaveriet men hade det inte förekommit vegetation på dammvallen hade vildsvinen troligtvis inte bökat här.

I Figur 6 - Figur 12 visas exempel på skador i dammar orsakat av träd.



Figur 6 Skador i krön och nedströmsslänt orsakat av trädrötterna på en damm i USA (från FEMA, 2005)



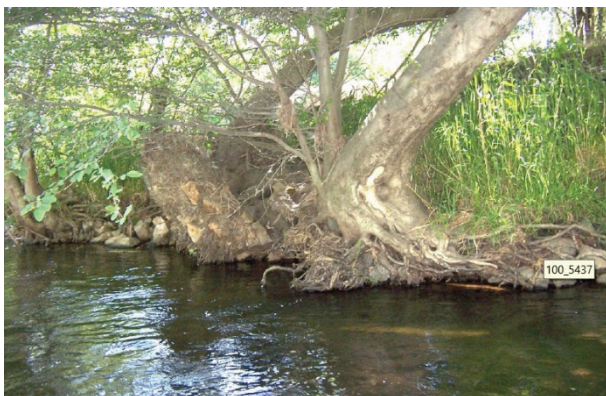
Figur 7 Skador på en dam i USA orsakat av ett omkullvält träd (från FEMA, 2005)



Figur 8 Erosion i anslutning till trädrötterna på en dam i USA. Dammen hade överströmmats vid ett högflöde. Oklart om det är något samband mellan rötterna och erosionsskadorna (från Cobos m.fl., 2014)



Figur 9 Hål i en damm orsakat av en rot som brutits ner (från Zanetti m.fl., 2012)



Figur 10 Omkullvält träd i uppströmsslänten på en damm i USA (från Cobos Roa m.fl., 2014)



Figur 11 Omkullvält träd i uppströmsslänten på en damm i södra Sverige



Figur 12 Erosionsskador i uppströmsslänten i anslutning till trädrötter (damm i Mellansverige)



Figur 13 Damm i södra Sverige där vildsvin bökat upp såväl krön som uppströmsslänt och nedströmsslänt



Figur 14 Sättning i uppströmsskanten av dammkrönet på en damm i Mellansverige



Figur 15 Håligheter efter totalt förmultnade rötter hittades under sättningen i Figur 14

3.6 ANDRA ASPEKTER PÅ VEGETATION PÅ FYLLNINGSDAMMAR ÄN DAMMSÄKERHET

Det kan även finnas andra aspekter än dammsäkerhet att ta hänsyn till vid hantering av vegetation på fyllningsdammar. Det kan handla om ekonomi, estetik eller natur- och kulturmiljöaspekter. En hel del dammar används som gångstråk av allmänheten och pga. eftersatt underhåll av vegetationen under lång tid har det ibland uppstått en grön och lummig miljö i anslutning till dammarna, som upplevs som estetiskt tilltalande.

Träd väcker ofta mycket känslor och att ta bort stora vackra träd från en damm kan upplevas som negativt av allmänheten. I Figur 16 visas foton på några stora tallar som växte i en svensk fyllningsdamm och där frågan om att ta bort träden av dammsäkerhetsskäl väckte mycket starka känslor hos allmänheten.

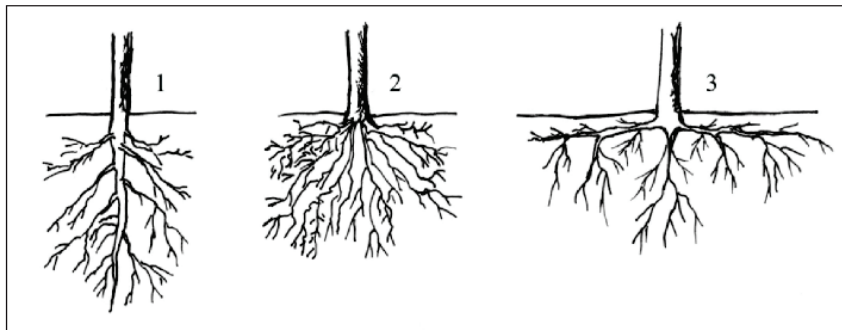


Figur 16 Träd som planerats att tas bort från en damm av dammsäkerhetsskäl har försetts med skyltar "Rör inte min kompis" och "Jorden vi ärvde".

4 Egenskaper hos trädets rotsystem

Träd kräver tillgång till syre, vatten, näring och ljus för att kunna växa. Träd kan alltså inte växa i hårt packad jord utan håligheter. Träd kan inte heller växa i jord med stående vatten eftersom det orsakar syrebrist hos rotsystemet. I *Technical Manual for dam owners. Impacts of plants on earthen dams* (FEMA, 2005) anges att rotsystemet hos träd inte kan utvecklas i jordar med vattenkvot som under en lång tid har en vattenkvot < 12 % respektive > 40 %. Detta innebär att trädens rötter inte söker sig ner under grundvattenytan. Om grundvattenytan höjs så att rötterna hamnar under vatten under lång tid kommer trädet att dö av syrebrist. Finns det inte tillräckligt med vatten tillgängligt i jorden pausar rotutvecklingen tills det finns tillräckligt med vatten igen. I samma riktlinjer beskrivs också att mängden vatten som ett träd kan absorbera är stor. Det är inte ovanligt att friska fullvuxna träd hos de flesta trädslag kan absorbera så mycket vatten som 0,5-1 l/min. Mängden vatten som ett träd absorberar är beroende av mängden tillgängligt vatten i jorden, hur stor bladyta trädet har, temperatur och vindförhållanden.

Vanligtvis delas rotsystemen hos träd in i tre olika typer – pål-, hjärt- och sänkrötter, se Figur 17. Ett pårotsystem består av en rot som växer lodrätt ner från stammen och mindre rötter som utgår från denna. Hjärtrotsystem har en kompakt rotmassa som varken går djupt eller sprids horisontellt. Sänkrrotsystem består av ett flertal horisontella rötter som har lodräta sänken.



Figur 17 1=pålrotsystem, 2=hjärtrotsystem, 3= sänkrrotsystem (från Östberg, 2010)

Det går inte att avgöra utifrån trädslag hur rötterna brer ut sig eftersom rötterna utvecklar sig efter markförhållanden, tillgång på vatten, näring och ljus. Eftersom rotsystemen är så påverkade av miljön träderna växer i har det i litteraturen följaktligen endast hittas generaliserade beskrivningar av rotsystemen hos olika trädslag. De få trädslagsspecifika uppgifter som hittats beskrivs nedan:

Tallens rotsystem består vanligen av en pålrot eller kraftiga snett nedåtriktade huvudrötter och därför är tallen generellt stormhärdig. I Figur 18 visas exempel på hur rotsystemet hos en tall kan se ut.



Figur 18 Exempel på rotsystem hos en tall som växer i ren sand (foto taget i Ystad 2020)

Ekens huvudrot kännetecknas av en kraftig pålrot och många förgreningar åt sidorna och eken anses generellt vara stormhärdig. *Granen* däremot blåser lätt omkull, eftersom dess rötter ligger ytligt. *Björken* har som de flesta trädslag både ytliga och djupa rötter. I Figur 19 visas exempel på hur rotsystemet hos en björk kan se ut.



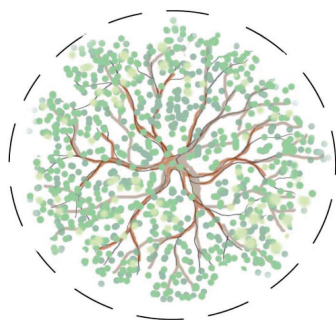
Figur 19 Exempel på rotsystem hos en björk som växer i ren sand (foto taget i Ystad 2020)

I riktlinjer från Tyskland (BAW, 2011) lyfts särskilt fram att *poppel* inte ska tillåtas på dammar pga. att rötterna kan bli extremt långa och har ett oregelbundet växtsätt. De flesta trädslag i poppelsläktet förökar sig inte i vilt tillstånd utan måste planteras. *Asp*, som efter björk är det vanligaste lövträdslandet i Sverige och ingår i poppelsläktet, är dock naturligt förekommande. *Asp* skjuter många rotskott och kan sprida sig snabbt.

Finns det gott om vatten, näring, luft och ljus gynnas rötternas tillväxt medan en kompakterad, skuggad jord inte erbjuder förutsättningar för tillväxt. Ett beskickat träd får således mindre rotmassa än ett solexponerat träd. Om trädet växer i en grupp kommer de vertikala rötterna att utvecklas på grund av konkurrensen från de äldre trädens rötter i det övre markskiktet.

En stor andel av rotsystemet finns ytligt där omsättningen och upptaget av växtnäring sker. Så mycket som 90 % av trädens rotsystem befinner sig i den översta metern jord och merparten av finrötterna växer på ca 15 cm djup.

Hur djupt de djupa rötterna når beror på markfuktigheten och andra markegenskaper. Rotutvecklingen ökar i de jordlager där vattentillgången är optimal vilket betyder att både extrem tillgång på vatten och brist på vatten kan hämma rotutvecklingen. Rötterna växer där de kan och rotsystemen kan nå långt utanför kronans dropplinje, se Figur 20.



Figur 20 Illustration som visar trädkronans dropplinje (från Östberg & Stål, 2015)

Av naturliga skäl är det svårt att studera hur rotsystemen ser ut eftersom det kräver att man gräver fram trädets rotsystem.

Forskning pågår på olika håll kring rotsystems egenskaper och hur de påverkar dammarna. Mycket av den pågående forskningen indikerar att det finns en stor variation i rotsystemens egenskaper och deras påverkan på dammarna, beroende på trädslag, dammens uppbyggnad, klimat, ålder och kondition på trädet m.m. (CIRIA, 2013). Och eftersom det är så många faktorer som påverkar går det inte att avgöra utifrån trädslag hur rötterna breder ut sig i en damm.

4.1 FÄLTSTUDIER UTFÖRDA PÅ FYLLNINGSDAMMAR I FINLAND

2010 genomfördes en fältstudie avseende vegetation på en zonerad fyllningsdamm i norra Finland och en homogen fyllningsdamm av morän i södra Finland (Laasonen, 2013). I fältstudien grävdes stubbarna från i förväg kapade träd upp och rotsystemen undersöktes i syfte att uppskatta riskerna med träd på fyllningsdammar.

Fältförsöket vid den homogena fyllningsdammen i södra Finland omfattade träd av säl, vide och al med stamdiameter 100-300 mm. Träden kapades 2009, dvs. ett år innan stubbarna grävdes bort. Stubbar togs bort på två platser på dammen och verkar endast ha omfattat ett begränsat antal stubbar. Rotsystemen sträckte sig parallellt med ytskiktet och var inte djupt rotade. De grövsta rötterna var 80 mm i diameter. Rötterna kunde ha en diameter på upp till 45 mm på ett avstånd av 1,5 m från stubbens centrum. Rotsystemet hos förruttnad alstubbe var i stort sätt helt förmultnat. Det framgår dock inte av artikeln om denna alen kapades 2009 tillsammans med de andra träden eller om den kapats tidigare.

Fältförsöket vid den zonerade fyllningsdammen i norra Finland omfattade 10 stubbar från tall och 1 stubbe från björk. Medelstamdiametern var 260 mm. Alla träden hade kapats under 1990-talet. Rotsystemen var begränsade till ytliga jordlager och spreds främst parallellt med markytan. Rotdiametern varierade mellan 80 och 200 mm. Trots att träden kapats 20 år innan rötterna studerades var de bra bevarade med få spår av röta.

Från fältförsöket drogs slutsatsen att stubbar och rotsystem från lövträd bör grävas bort och ersättas med nytt fyllningsmaterial eftersom man sett att rötter från lövträd till största delen förmultnat. En annan slutsats som drogs var att rotsystemen från barrträd har god beständighet och att deras stubbar kan lämnas kvar om de är placerade i den övre delen av dammslänterna.

Fältstudien omfattade även studie av hur träd fallit omkull vid en storm 2010 då en stor mängd träd blåste omkull (ej på dammar). Utifrån iakttagelserna drogs slutsatsen att storleken på träd som växer på fyllningsdammar ska begränsas eftersom ett stort träd kan dra med sig en stor del av dammens fyllning om det välter.

4.2 FÄLTSTUDIE UTFÖRD PÅ KANALVALLAR I FRANKRIKE

I en fransk artikel, *Plasticity of tree root system structure in contrasting soil materials and environmental conditions* (Zanetti m.fl., 2016), beskrivs resultaten från en omfattande fältstudie om rotsystemen hos träd på kanalvallar i Frankrike. Studien omfattade ca 200 träd av olika trädslag (ek, lönn, ask, poppel, robinia, pil, al, lärk och tall). De undersökta kanalvallarna utgjordes av homogena fyllningsdammar med dammhöjd 3 - 12 m. I samband med borttagning av träden (inkl. stubbar och rötter) undersöktes rotsystemen med avseende på antal rötter, storlek på rötterna, variation mellan enskilda rötter inom samma rotsystem samt djup och volym på rotsystemet. Jämförelse gjordes mellan rotsystem som växte i kanalvallar bestående av finkorniga jordar (0,002-0,63 mm) och rotsystem som växte i kanalvallar bestående av grovkorniga jordar (0,63-63 mm).

I artikeln delas rotsystemen in i tre olika typer av rotsystem; ytliga rotsystem, hjärtrotsystem, blandade rotsystem och pålrotsystem. Figur 21 är tagen från artikeln och visar exempel på de olika typerna av rotsystem.



Figur 21 Foton som visar olika typer av rotsystem; (a) ytligt rotsystem hos en lönn i grovkornig jord, (b) blandat rotsystem hos en poppel i grovkornig jord, (c) hjärtrotsystem hos en ek i finkornig jord, (d) pålrotsystem hos en poppel i grovkornig jord (Från Zanetti m.fl., 2016)

Slutsatsen från studien är att trädslaget har liten betydelse för strukturen hos rotsystemet. Rotstrukturen påverkas istället huvudsakligen av miljön där trädet växer och då särskilt av jordmaterialet och tillgången på vatten.

Hjärtrotsystem hittades bara i finkorniga jordar medan blandade rotsystem huvudsakligen hittades i grovkorniga jordar. Ytliga rotsystem påträffades i både finkorniga och grovkorniga jordar. Endast fyra av de undersökta träden hade pålrotsystem och de växte alla i grovkorniga jordar.

I grovkorniga jordar utvecklade träden få men ganska stora rötter (> 5 cm i diameter och > 4 m långa). I finkorniga jordar hade rotsystemen fler rötter men rötterna var smalare och kortare (< 5 cm i diameter och medellängd < 2 m). Rotdiameter var signifikant större i grovkorniga jordar än i finkorniga trots att stamdiameter var större i finkorniga jordar.

Studien visade på fler och större rötter nedströmsåt och rakt nedåt än uppströmsåt, vilket förklaras med tillgången till vatten i dammtån. Rötterna utvecklas i riktning mot där det finns god tillgång till näring och vatten. Djupa rötter förekommer framförallt där det är ont om vatten. I finkorniga jordar tycktes trädets placering på kanalvallen ha mindre betydelse för rotsystemets struktur än i grovkorniga jordar. Detta förklaras med att näring och vatten är mer jämnt fördelat i finkorniga jordar.

Rotsystemen i grovkorniga jordar hade större variation mellan enskilda rötter och de vertikala rötterna var längre och större än i finkorniga jordar. Detta förklaras

med att det i finkorniga jordar finns god tillgång på näring och vatten vilket innebär att trädet kan få tillräckligt med näring och vatten via en liten rotvolym koncentrerad runt rotklumpen. Popplar utmärkte sig med särskilt stor variation i rot diameter inom samma rotsystem med några få mycket stora rötter som avvek kraftigt från storleken på de andra rötterna i rotsystemet.

Rötterna sträckte sig inte mer än ett par cm ner i den permanenta grundvattenytan med undantag av al. Detta innebär att rotsystemen hos träd i dammtån, där grundvattenytan ligger högt, ofta var ytliga. Rotutvecklingen begränsas även kraftigt av hårt packad jord. Oavsett om det var finkornigt eller grovkornigt material i kanalvallen var rotsystemet ytligt där en permanent eller semi-permanent grundvattenyta fanns inom de översta 50 cm eller där kanalvallen hade en packad tätkärna av silt eller lera.

4.3 SAMMANFATTNING AV RESULTAT FRÅN LITTERATURSTUDIE KRING EGENSKAPERNA hos TRÄDS ROTSYSTEM

Hur ett träds rötter utvecklas beror på markförhållandena samt tillgång på vatten, näring och ljus. Det går därför inte att generellt avgöra utifrån trädslag hur rotsystemet ser ut.

I en fransk fältstudie där man undersökte rotsystemen hos ett stort antal träd på franska kanalvallar drogs slutsatsen att trädslaget har liten betydelse för strukturen hos rotsystemet. Man fann istället att rotstrukturen huvudsakligen påverkas av miljön där trädet växer och då särskilt av jordmaterialet och tillgången på vatten.

Från ett fältförsök genomfört på två dammar i Finland drogs slutsatsen att stubbar och rotsystem från lövträd bör grävas bort och ersättas med nytt material eftersom man sett att rötter från lövträd till största delen förmultnat. En annan slutsats som drogs från fältförsöket var att rotsystemen från barrträd har god beständighet och att stubbar från barrträd som är placerade högt upp i dammslänterna kan lämnas kvar. I den litteratur som gått igenom inom ramen för föreliggande Energiforskupdrag har dock inte hittats någon annan information som styrker dessa slutsatser.

Mycket av den pågående forskningen indikerar att det finns en stor variation i rotsystemens egenskaper och deras påverkan på dammarna, beroende på trädslag, dammens uppbyggnad, klimat, ålder och kondition på trädet m.m. Eftersom det är många faktorer som inverkar är det mycket svårt att avgöra hur rotsystemet under ett enskilt träd brer ut sig i den enskilda dammen och därmed vilken risk mot dammsäkerheten trädet utgör.

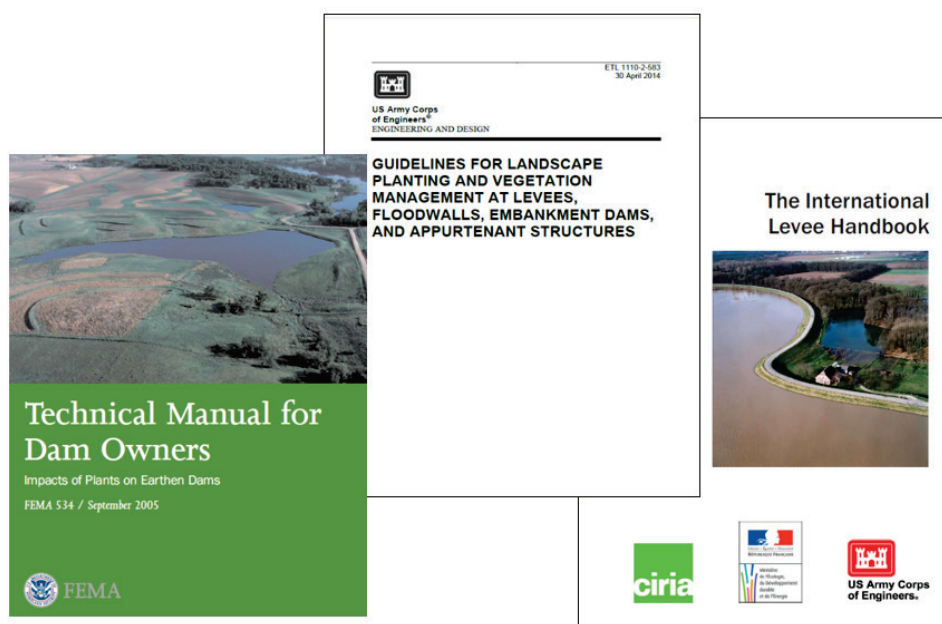
5 Riktlinjer för vegetation på fyllningsdammar

Riktlinjer för vegetation på fyllningsdammar har huvudsakligen tagits fram baserat på erfarenheter från höglödessituationer och är därför i huvudsak utformade med tanke på invallningsdammar. För höga fyllningsdammar ($H > 50$ m) finns inte mycket riktlinjer kring vegetation.

Artikeln *Woody vegetation on small embankment dams* (Haselsteiner, 2016) baseras på en genomgång av olika länders riktlinjer avseende vegetation på fyllningsdammar. I artikeln konstateras att skillnader finns mellan olika länders riktlinjer men generellt är alla överens om att okontrollerad vegetation på fyllningsdammar innebär en risk och är normalt inte förenligt med de tekniska krav som ställs på fyllningsdammar. I vissa länder kan undantag accepteras om konsekvenserna av skador eller dammbrott kan tolereras.

Inom ramen för föreliggande Energiforskningsprojekt har en genomgång gjorts av olika länders riktlinjer avseende vegetation på fyllningsdammar. Genomgången visar att vegetation på fyllningsdammar tas på stort allvar internationellt och alla verkar vara överens om att träd och buskar inte hör hemma på eller i nära anslutning till fyllningsdammar. De flesta riktlinjerna tillåter bara vegetation i form av gräs som klipps regelbundet. I vissa fall tillåts viss plantering av vissa typer av buskar men då är vegetationen specifikt designad ihop med dammkonstruktionen. Även träd tillåts i vissa fall att stå kvar av olika anledningar såsom ekonomi och natur- och kulturmiljöaspekter.

I följande avsnitt görs en sammanfattning av olika länders riktlinjer för hantering av vegetation på fyllningsdammar.



Figur 22 Exempel på riktlinjer som behandlar vegetation på fyllningsdammar

5.1 SVERIGE

I RIDAS finns inga rekommendationer på hur vegetation på fyllningsdammar bör hanteras.

5.2 ICOLD

I ICOLDS bulletiner är frågan om vegetation på dammar endast mycket översiktligt beskrivet.

I ICOLD Bulletin nr 164 (2017) *Internal erosion of existing dams, levees and dikes, and their foundations* finns ett kort avsnitt om inre erosion initierat av vegetation. I avsnittet anges att vegetation som växer på dammar och invallningsdammar kan leda till att;

- rötter bryts ner och skapar läckvägar,
- rötter tränger in i öppna sprickor i berggrundläggningen, vilket kan skapa läckvägar,
- dränagesystem sätts igen samt att
- effektiv visuell inspektion förhindras.

I övrigt hänvisar bulletinen till FEMAs riktlinje *Technical Manual for dam owners. Impacts of plants on earthen dams* (FEMA, 2005) för information och riktlinjer om hur problem med vegetation kan hanteras.

I ICOLD Bulletin nr 157 (2016) *Small dams. Design, surveillance and rehabilitation* står lite kortfattat om gräsbeklädda dammar. Här anges att nedströmsslänten hos en jordfyllningsdamm måste erosionsskyddas mot regn och att gräs nästan alltid planteras på nedströmsslänterna hos små dammar av denna anledning. Rotsystemet hos gräset skyddar effektivt slänten från alla sorters yttre erosion. Det poängteras dock att det är viktigt att gräsytan underhålls genom bevattning och klippning. Om gräset tillåts växa för högt kan det förhindra upptäckt av sprickor, sjunkhål och djurhål. Gräset anges även kunna vara till hjälp vid inspektioner då färsk gröna områden kan indikera läckage eller en hög portryckslinje. I bulletinen nämns att stora buskar och träd inte bör tillåtas att växa på dammarna. Deras djupa rotsystem kan förkorta läckvägar, skapa läckvägar och initiera piping, särskilt längs rötter som bryts ner när vegetationen dör.

5.3 INTERNATIONELL HANDBOK FÖR INVALLNINGSDAMMAR

I ett samarbete mellan USA, Frankrike och Storbritannien och med stöd från Irland, Nederländerna och Tyskland har en internationell handbok för invallningsdammar tagits fram, *The International Levee Handbook* (CIRIA, 2013). Handboken innehåller ett särskilt avsnitt om hantering av vegetation på eller i närheten av invallningsdammar.

I handboken anges att hantering av vegetation på och i nära anslutning till invallningsdammar har tre huvudsyften:

- Skydda invallningsdammen från yttre erosion
- Upprätthålla erforderlig åtkomst till dammen och erforderlig inspekterbarhet
- Motverka att vegetationen orsakar brister och skador hos dammen

Enligt handboken ska rutinerna för hantering av vegetation vara balanserade, minimera negativ miljöpåverkan och ta hänsyn till livsmiljö, estetik och samhällsvärderingar.

Det konstateras att vegetation utgör en osäkerhet vad gäller tillförlitligheten hos invallningsdammarnas funktion och att vetenskapliga frågor kopplade till detta fortfarande är delvis olösta. Som en följd har olika länder infört eller planerar att införa olika riktlinjer för hantering av vegetation på invallningsdammar. Många av de rekommenderade åtgärderna är lika för de olika länderna men det finns också skillnader. Många länder har tillåtit träd och buskar på invallningsdammar under mycket lång tid och har först under senare år börjat ta tag i frågan.

Flera länder har insett att träd som tillåts växa på invallningsdammar under lång tid nu utgör viktiga miljö- och landskapestetiska inslag och att det förekommer invändningar mot att ta bort träden. En del länder tillåter etablerade träd att finnas kvar på dammarna under vissa omständigheter och accepterar både riskerna och fördelarna med detta.

5.3.1 Gräsbeklädnad

I handboken anges att det mest kostnadseffektiva skyddet mot yttre erosion är att täcka invallningsdammens ytor med gräs. Rätt underhållet har gräs visat sig vara effektivt som skydd mot yttre erosion. Dessutom är det estetiskt tilltalande.

Regelbunden klippning/trimning av gräset är dock nödvändigt.



Figur 23 Bilden till vänster visar gräsklippning på en invallningsdamm i Frankrike. Bilden till höger visar en invallningsdamm i USA där inspekterbarheten är begränsad eftersom gräset inte underhållits på rätt sätt (från CIRIA, 2013).

5.3.2 Borttagning av träd och buskar

Enligt handboken är de flesta överens om att det mest effektiva sättet att ta bort träd och buskar är att hugga ner och ta bort vegetationen, gräva bort stubbar och större rötter och sen återfylla hålet med jord med materialsammansättning och packningsgrad lika den omgivande fyllningen. I handboken lyfts fram att det dock finns olika uppfattningar om hur stor del av rotsystemet som behöver tas bort och hur stort problemet är med nedbrytning av kvarlämnade rötter. Nedanstående punkter visar på de skillnader som finns i förhållningssättet till hur träd och buskar bör tas bort:

- Tyska riktlinjer kräver fullständig borttagning av stubbe och rötter och rekonstruktion av dammens tvärsnitt till gällande krav
- Nederländska riktlinjer rekommenderar att när trädet är borttaget ska så mycket som möjligt av rötterna tas bort och ersättas med packad jord.
- Riktlinjer från USACE (US Army Corps of Engineers) rekommenderar borttagning av stubbe, rotklump och alla rötter större än 13 mm i diameter. Hålet ska fyllas igen med jord som uppfyller de ursprungliga kraven på materialsammansättning och packningsgrad alternativt liknar omgivande fyllning. I praktiken kan det dock bli svårt att uppfylla riktlinjerna eftersom det kan innebära att en betydande del av dammen måste grävas bort.
- Riktlinjer från State of California har som minimikrav att rotklumpen och alla rötter större än 38 mm i diameter som är inom en meters omkrets från trädstammen ska tas bort. Hålet ska fyllas igen med fyllningsmassor som packas.
- I Frankrike rekommenderas istället att stubbe och rotsystem lämnas kvar för att tillåta rotskott/sidoskott. Detta hjälper till att hålla rotsystemet vid liv om det inte är möjligt att ta bort rötterna inom en nära framtid.

5.4 USA

5.4.1 FEMA (Federal Emergency Management Agency)

FEMAs riktlinje *Technical Manual for dam owners. Impacts of plants on earthen dams* (FEMA, 2005) är den mest omfattande riktlinjen avseende vegetation på fyllningsdammar som hittats vid litteraturgenomgången. Den citeras också i många andra källor och i ICOLDs bulletin nr 164 (2017) *Internal erosion of existing dams, levees and dikes, and their foundations* hänvisas till FEMAs riktlinje för mer information kring hantering av vegetation på fyllningsdammar.

Nedanstående utdrag är hämtat från riktlinjens sammanfattning.

Current state and federal policies, procedures, and practices relating to tree and woody plant removal, control, and management for dam safety are generally fragmented and inconsistent among state and federal dam safety agencies. ***However, all state and federal agency dam safety officials and experts agree that trees have no place on dams and need to be managed and controlled on both existing and new dams for at least three important reasons:*** (1) trees and dense vegetation hinder effective dam inspections; (2) tree roots can cause serious structural instability or hydraulic problems, which could lead to dam failure and possible loss of life; and (3) trees and brush attract burrowing animals, which can in turn cause serious structural or hydraulic problems.

Figur 24 Utdrag från sammanfattningen i FEMAs riktlinje (FEMA, 2005)

Tre regler som lyfts fram i FEMAs riktlinjer:

- Befintliga träd på fyllningsdammar ska tas bort och inte tillåtas att växa
- Träd och buskar ska aldrig planteras på eller i närheten av nya eller existerande dammar
- Befintliga träd ska hållas under noggrann uppsikt tills de tagits bort

Dammägare uppmanas vara särskilt uppmärksamma på tecken på potentiellt farliga situationer kopplade till träd såsom träd med skadade och döda grenar, träd som lutar, rotvältor eller nedblåsta träd samt läckage längs exponerade rötter i dammslänterna.

I FEMAs riktlinje delas dammen in i fem zoner enligt Figur 25, där de olika zonerna bedöms vara olika känsliga för vegetation.

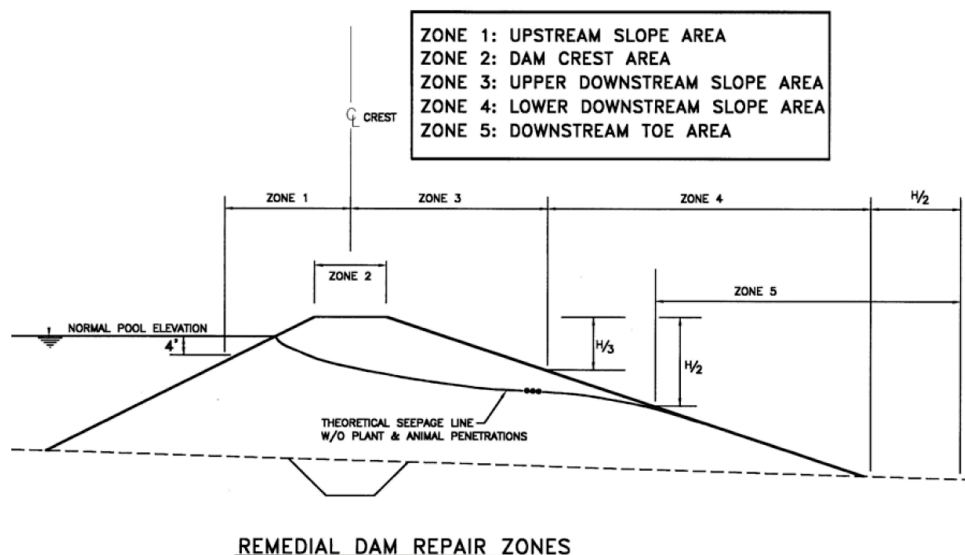


Figure 8

Figur 25 Indelning av olika zoner hos en fyllningsdamm enligt FEMAs riktlinje

Vegetation i zon 1 är mer kritiskt ur dammsäkerhetssynpunkt för dammar med smalt dammkrön än för dammar med bredare dammkrön.

Zon 2 anses normalt vara en av de minst kritiska zonerna vad gäller negativ påverkan på dammsäkerheten pga. vegetation.

Zon 3 anses normalt vara den minst kritiska zonen vad gäller negativ påverkan på dammsäkerheten pga. vegetation. Porttryckslinjen i zon 3 ligger normalt tillräckligt långt från slänten för att man ska kunna gräva bort stubben med rötter utan att behöva installera dränage eller filter.

Zon 4 och zon 5 är de mest kritiska zonerna vad gäller negativ påverkan på dammsäkerheten pga. vegetation. Normalt mynnar porttryckslinjen i nedströmsslänten inom zon 4/5. Träd och vedartad vegetation i zon 4 ska tas på allvar och underhålls- eller reparationsåtgärder måste omedelbart genomföras om förekomst av träd och vedartad vegetation är omfattande i zon 5.

I riktlinjen påpekas vikten av att ha kontroll över vegetationen en bra bit nedströms dammtån.

I Tabell 5-1 visas rekommenderade åtgärder för hantering av vegetation beroende på i vilken zon vegetationen växer .

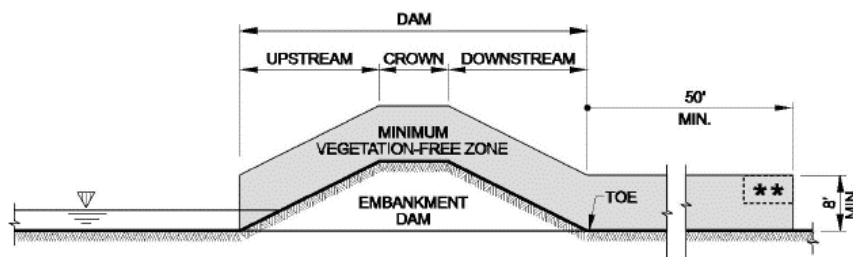
Tabell 5-1 Rekommenderade åtgärder för hantering av vegetation beroende på i vilken zon vegetationen finns (från FEMA, 2005)

Zon	Åtgärd
Zon 1	Sänk av magasinsvattenytan. Ta bort alla träd, inkl. stubbar och rötter. Rensa hålet och fyll igen med material som packas.
Zon 2	I området som överlappar zon 2 och 3 huggs träd med diameter <30 cm ner jäms med markytan. Stubbarna bestryks med vattentätt material för att förlänga nerbrytningstiden ¹ . Träd med stamdiameter >30 cm tas bort helt med stubbar och rötter och hålet fylls igen med material som packas.
Zon 3	Träd med stamdiameter <20 cm huggs ner jäms med markytan och stubbarna bestryks med vattentätt material. Träd med stamdiameter >20 cm tas bort helt med stubbar och rötter och hålet fylls igen med material som packas.
Zon 4	Träd med stamdiameter <15 cm huggs ner jäms med markytan och stubbarna bestryks med vattentätt material. Träd med stamdiameter >15 cm tas bort helt med stubbar och rötter. Installera filter i håligheten efter rotborttagningen innan man fyller igen och packar.
Zon 5	Träd med stamdiameter <10 cm huggs ner jäms med markytan och stubbarna bestryks med vattentätt material. Installera ett dränage i dammtån för att sänka portryckslinjen och samla upp läckage. Träd med stamdiameter >10 cm tas bort helt med stubbar och rötter. Det poängteras att portryckslinjen och läckage genom dammen kan påverkas när träd i zon 5 tas bort. Håligheter efter rotborttagning strax nedströms dammtån kräver generellt att man installerar ett filter innan man fyller igen och packar.

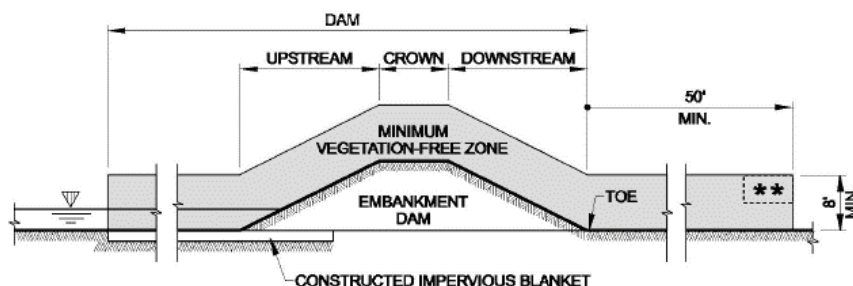
¹ Det poängteras dock att det alltid är bättre att även ta bort hela trädet inkl. stubbe och rötter.

5.4.2 USACE (US Army Corps of Engineers)

I *Guidelines for landscape planting and vegetation management at levees, floodwalls, embankment dams, and appurtenant structures* (USACE, 2014) definieras minimikrav på vegetationsfria zoner på invallningsdammar och fyllningsdammar. I Figur 26 och Figur 27 visas minimikraven på den vegetationsfria zon för fyllningsdammar. Hela dammen och nedströmsområdet på ett avstånd av minst 15 m (50 feet) från dammtån ska hållas fritt från vegetation. Vid anslutningarna till naturlig mark ska det vara vegetationsfritt på ett avstånd av minst 5 m från fyllningsdammens slut. Den enda typ av vegetation som tillåts inom den vegetationsfria zonen är gräs. Gräset ska klippas till 7,5-15 cm höjd så snart gräset nått en höjd på 30 cm.



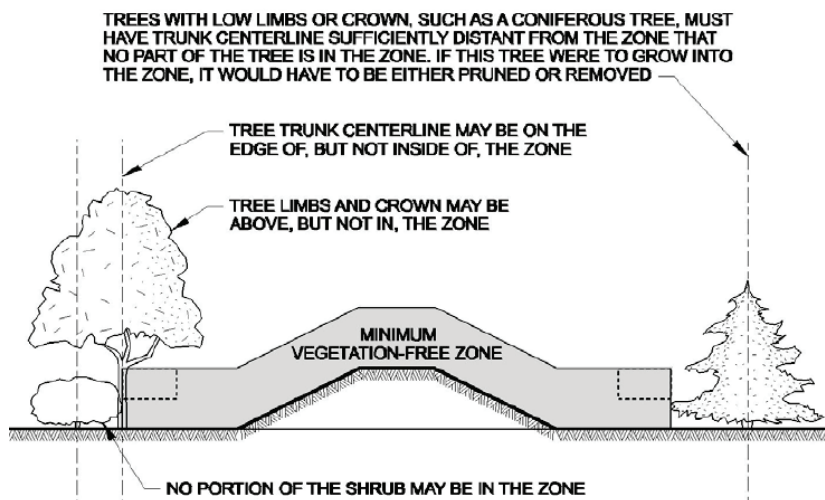
a. EMBANKMENT DAM WITH NORMAL POOL



b. EMBANKMENT DAM WITH NORMAL POOL AND CONSTRUCTED IMPERVIOUS BLANKET

**** IN THIS 4' X 7' TRANSITION ZONE, TEMPORARY OBSTRUCTION BY LIMBS AND CROWN IS ALLOWED DURING DEVELOPMENT OF NEW PLANTINGS, FOR UP TO 10 YEARS**

Figur 26 Minimikrav på vegetationsfri zon för fyllningsdammar (från USACE, 2014)



Figur 27 Förtydligande av vad den vegetationsfria zonen innebär (från USACE, 2014)

All befintlig vegetation inom den vegetationsfria zonen ska tas bort. För träd gäller att stubbe, rotklump och rötter med en diameter $>1,3$ cm ska grävas bort. Hålet ska rensas från organiskt material och därefter fyllas och packas med material som liknar omgivande fyllning avseende materialsammansättning och packningsgrad.

5.5 KANADA

Endast begränsat med information har hittats kring hantering av vegetation på fyllningsdammar i Kanada. I *Dam Safety Guidelines* (CDA, 2013) nämns bara att underhåll av fyllningsdammar kan omfatta att ta bort vegetation.

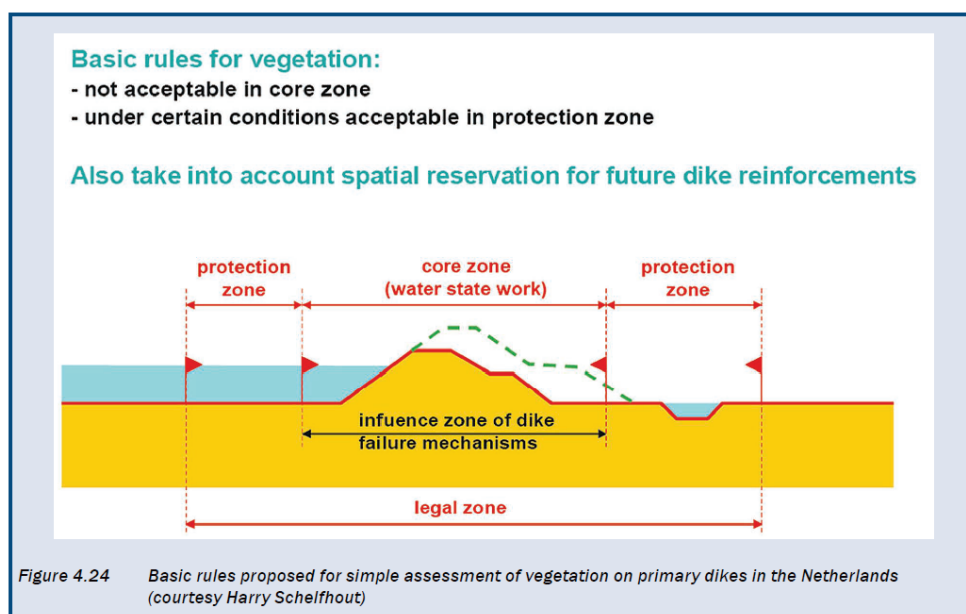
I en artikel från Hydro-Québec (Gervais m.fl., 2010) anges att det inte finns några riktlinjer kring vegetation på dammar i lagstiftningen. Däremot har Hydro-Québec tagit fram en intern riktlinje för hantering av vegetation på dammar. Enligt riktlinjen tolereras i princip ingen vegetation på dammar. Särskilt viktigt är det att hålla fritt från vegetation på delar av dammen där tecken på onormalt beteende kan visa sig, i anslutning till dränagediken, där det förekommer instrumentering, vid tillfartsvägar samt där rotsystemen kan nå tätande delar av dammen och där borttagning av vegetationen kan orsaka skador på dammen. Konkret innebär det att dammen ska hållas fri från vegetation i nedre delen av nedströmsslänten på ett avstånd av minst 5 m från dammtån, i området nedströms dammen på ett avstånd av minst 15 m från dammtån samt på andra delar av dammen som rekommenderas i säkerhetsutvärderingsrapporterna som görs för respektive damm.

I artikeln från Hydro-Québec refereras även till Ontario Power Generation. Enligt deras interna riktlinjer ska vegetation kontrolleras på och i närheten av dammar för att reducera risken för läckage längs rotsystemen, förbättra möjligheterna till visuell inspektion, minska arbetsmiljöriskerna i samband med dammätningar samt för att kunna utföra regelbundna drift- och underhållsåtgärder mer effektivt. En referens görs även till Manitoba Hydro där det i en underhållsplan för vegetation

på en av deras dammar satts upp gränser för tillåten vegetation. T.ex. krävs ingen åtgärd mot vegetationen om inte träd och buskar täcker mer än 10 % av dammens yta eller är högre än 1,5 m.

5.6 NEDERLÄNDERNA

Ingen engelsk översättning av de nederländska riktlinjerna har hittats så information från Nederländerna är hämtad från *The International Levee Handbook* (CIRIA, 2013). Figur 28 är hämtad från handboken och visar var vegetation inte tillåts på primära dammvallar. De primära dammvallarna i Nederländerna är de som skyddar mot havet och de större floderna, och som skyddar många människoliv och mycket stora ekonomiska värden. "Core zone" garanterar att dammvallen håller tätt och "protection zone" är det område som har en påverkan på dammvallens stabilitet.



Figur 28 Figur som beskriver var det inte är tillåtet med vegetation på dammvallar i Nederländerna (från CIRIA, 2013)

Riktlinjerna i Nederländerna rekommenderar att när träd tas bort från dammar ska även rötterna så långt möjligt tas bort och ersättas med jord som packas. Om inte detta görs anses att sannolikheten för läckage och stabilitetsproblem ökar. Men även om det generellt rekommenderas att ta bort de större rötterna tillåts i praktiken ibland att stubbar och rötter lämnas kvar sedan träden huggits ner jäms med marken.

I praktiken är det inte alltid möjligt att följa rekommendationerna enligt Figur 28 fullt ut. Ytterligare kriterier för att kunna avgöra om enstaka träd kan tillåtas vara kvar har därför tagits fram. För att ett träd ska få vara kvar på en invallningsdamm måste följande kriterier vara uppfyllda:

- Trädet inkl. dess influenszon (t.ex. hålet efter ett omkullblåst träd) måste vara utanför ett i förväg definierat minimitvärnsnitt av dammen

- Dammen måste kunna stå emot potentiella ytterligare negativa belastningar såsom starka vindar

Nedan listas ytterligare tre kriterier som tagits fram för att kunna bedöma om ett träd kan tillåtas vara kvar på dammen.

- Uppfyller dammen gällande säkerhetskrav utan trädet? Om inte, läggs inte mer resurser på att värdera trädets påverkan på dammsäkerheten.
- Är dammen uppenbart tillräckligt stabil? Om stabiliteten inte bedöms kunna riskeras kan trädet vara kvar oavsett om trädet har en negativ påverkan på dammen eller inte.
- Är trädet mindre än fem meter högt? Alla träd som är mindre än 5 m höga tillåts på dammarna.

Träd som inte uppfyller de tre kriterierna ovan kräver en mer detaljerad analys för att kunna avgöra deras potentiella effekt på dammen. I Figur 29 visas ett exempel på en dammvall där det inte bedömdes vara acceptabelt att låta träden stå kvar.



Figur 29 Exempel på träd som bedömts som oacceptabla att ha kvar i dammvallen eftersom kriterierna för att låta träden vara kvar inte uppfylls och trädens influenszon ligger inom dammens minimitvårsnitt (från CIRIA, 2013)

5.7 FRANKRIKE

Ingen engelsk översättning av franska dammsäkerhetsriktlinjer har hittats så information från Frankrike är i huvudsak hämtad från *The International Levee Handbook* (CIRIA, 2013) .

I Frankrike finns över 5 000 km invallningsdammar där det växer många stora träd. Mer än 70 % av dessa invallningsdammar har smala dammkrön och branta släntlutningar. Pga. begränsade resurser är det inte möjligt att ta bort alla träd eller bygga om alla invallningsdammarna. Man har därför infört metoder för att prioritera när man tar fram långtidsplaner för hantering av vegetationen på dammarna.

Borttagning av stora träd som växer i nedströms dammtå prioriteras eftersom de bedöms ha särskilt stor negativ påverkan på dammsäkerheten. Träden i dammtån bedöms innebära risk för att koncentrerade läckagevägar uppstår genom dammen. Läckageproblem uppstår vanligtvis i dammtån och stora träd kan då vara i vägen om åtgärder snabbt behöver vidtas. Träden anses försvåra upptäckt av läckage genom att deras rötter suger upp vattnet. Träden kan skada dammens dränagesystem och försvåra möjligheterna att upptäcka problem med dränagesystemet.

Borttagning av stora träd på dammar med smala dammkrön och släntlutningar brantare än 1:1 prioriteras eftersom erfarenhet visat att träden orsakar släntskred i situationer när vattennivån sjunkit snabbt efter en höglödessituation. Trädets egenvikt kan i sådana situationer leda till att en stor del av dammvallen glider ut.

Att begränsa diametern och höjden på träden på och i närheten av invallningsdamarna hjälper till att förhindra att träden blåser omkull. Att hugga ner träd vid markytan och tillåta dem att slå sidoskott/rotskott har i Frankrike visat sig vara effektivt för att minska antalet träd med stor stamdiameter, och används som en metod för att förhindra att träd blåser omkull. Metoden bidrar också till att hålla rötterna vid liv och därmed undvika risken med läckage längs nedbrutna rötter. Frankrike skiljer sig från de andra studerade länderna i att man rekommenderar att stubbe och rotsystem lämnas kvar om det inte är möjligt att ta bort rötterna inom en nära framtid. Med tiden kommer dock ändå rotsystemet att dö och extra åtgärder kan krävas som att bygga om delar av dammen, installera en slitsmur eller bygga en stödbank nedströms.

För att underlätta visuella inspektioner tillåts generellt inte träd på eller nära dammkrön eller nära dammtån.

5.8 TYSKLAND

5.8.1 DIN-Norm 19712

I (Sieberer, 2012) refereras till riktlinjerna i DIN-norm 19712 som behandlar invallningsdammar. Nedan listas några punkter från DIN-normen avseende vegetation på och i anslutning till invallningsdammar:

- Uppströmsslänt, dammkrön och nedre tredjedelen av nedströmsslänten ska hållas fri från vegetation
- Normalväxande träd tillåts inte på ett avstånd av minst 10 m från dammtån och poppel tillåts inte på ett avstånd av minst 30 m från dammtån
- Rotinträngning får inte ske i dammens minimitvärnsnitt
- Ytlig uppströmstätning, dränage och filterzoner ska skyddas från rotinträngning
- Vegetationen får inte försvåra underhållet av dammen
- Träd som på grund av sin ålder eller storlek kan riskera dammens stabilitet ska tas bort och stubbe och rötter grävas bort senast två år efter att trädet tagits bort

5.8.2 BAW (Bundesanstalt für Wasserbau)

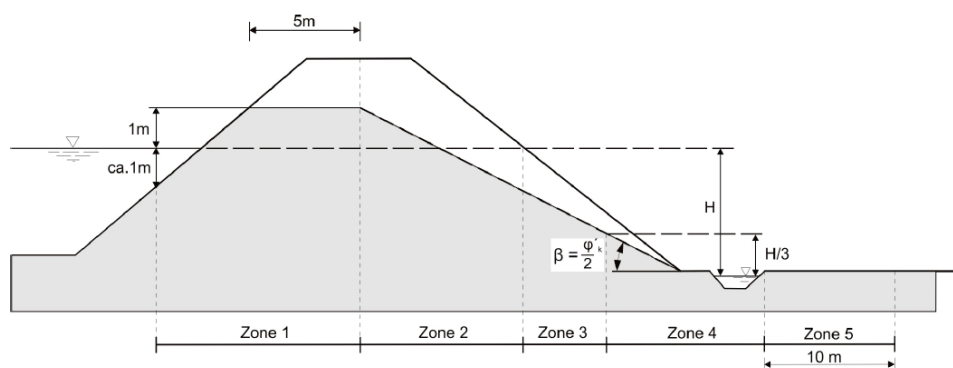
Bundesanstalt für Wasserbau (Federal Waterways Engineering and Research Institute) har gett ut en riktlinje för dammsäkerhet för kanaldammar som bl.a. innehåller ett avsnitt om vegetation på dammar, *Standicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen* (BAW, 2011). Grundinställningen i riktlinjen är att träd inte ska tillåtas på dammar.

I riktlinjerna finns ett minimitvärnsnitt definierat med krönbredd 5 m och lutning på nedströmsslänten = halva friktionsvinkeln, se Figur 30. Träd tillåts endast på dammar där tvärsnittet överskrider minimitvärnsnittet och då endast under särskilda förutsättningar enligt nedan.

För dammar som inte uppfyller kraven på minimitvärnsnitt tillåts inga träd. I ett första steg ska skadade, sjuka och döda träd tas bort. Även trädslag som lätt slår rotskott (poppel och aronia) samt alla träd som växer i den nedre tredjedelen av nedströmsslänten ska tas bort i ett första steg. Resten av träden kan sedan tas bort stegvis. Vass och enstaka buskar tillåts växa i uppströmsslänten. Tills alla träden är borttagna ska utökad övervakning av dammen genomföras.

Träd som har ett särskilt bevarandevärde ur naturskyddssynpunkt kan tillåtas vara kvar om man kan visa att det är uteslutet att de utgör en risk för dammens säkerhet. Men oavsett vad ska nedre tredjedelen av nedströmsslänten hållas helt fri från träd.

För dammar som uppfyller kraven på minimitvärnsnitt har en zonindelning gjorts som styr hur vegetationen ska hanteras beroende på var i dammen den växer, se Figur 30 och Tabell 5-2.



Figur 30 Zonindelning av dammar som uppfyller kraven på minimitvärnsnitt. Det gråskrafferade är minimitvärnsnittet. (från BAW, 2011)

Tabell 5-2 Tillåten vegetation på dammar beroende på i vilken zon vegetationen växer (från BAW, 2011). Gäller endast dammar som uppfyller kraven på minimitvärnsnitt.

Zon	Tillåten vegetation
Zon 1	För dammar med ytlig uppströmstättning tillåts inga träd, buskar och vass. För dammar med central tätning eller homogena dammar tillåts vass och enstaka buskar. För dammar med central tätning som säkert förhindrar rotgenomträngning är det tillåtet att lämna kvar friska träd.
Zon 2	Träd och buskar som finns listade i en separat bilaga tillåts. Endast träd med förväntad maxhöjd < 25 m tillåts.
Zon 3	Enstaka träd/trädgrupper och buskar som finns listade i en separat bilaga tillåts.
Zon 4	Inga träd tillåts.
Zon 5	Träd och buskar som finns listade i en separat bilaga tillåts. Endast träd med förväntad maxhöjd < 25 m tillåts. Möjligheterna att nå dammen via driftväg ska beaktas.

I en bilaga till riktlinjerna finns tabeller som listar olika arter av träd och buskar som tillåts i de olika zonerna. De enda trädslag som inte är tillåtna oavsett zon är poppel och aronia. Poppel ska inte tillåtas på ett avstånd av minst 30 m från dammtån.

Stubbar och rötter efter döda/nerhuggna träd ska tas bort och alla större rötter på ett avstånd av minst 1 m från huvudroten ska grävas bort. I varje enskilt fall måste dessutom värderas om alla större rötter som växer åt uppströmshållet ska tas bort helt eller inte. I botten av hålet efter den bortgrävda stubben och rötterna ska filtermaterial läggas ut. Det påpekas att det viktiga inte är att ta bort varje enskild rot utan att lägga filtermaterial i hålet som förhindrar inre erosion om koncentrerat läckage skulle uppstå längs kvarlämnade nedbrutna rötter.

I anslutning till dammdränage ska inte träd tillåtas växa.

5.9 NORGE

Det har inte hittats mycket information om vegetation på fyllningsdammar i de norska riktlinjerna. I *Små dammer. Veiledning for planlegging, bygging og vedlikehold* (NVE, 2006) anges att man måste se till att det inte växer träd i dammarna. Trädrötter som tränger igenom tätzonen kan leda till läckage. Om träd välter kan det bildas stora håligheter i dammen. Sly och buskar bör också avlägsnas och får åtminstone inte tillåtas växa så mycket att de förhindrar tillsyn och inspektion av dammen.

I *Veileder for fyllningsdammer* (NVE, 2012) anges att dränageegenskaperna hos nedströms erosionsskydd inte får reduceras genom täckning med jord och gräs eller annan vegetation. Jord och gräs kan dock tillåtas på låga dammar i

konsekvensklass 1 (minst allvarliga klassen) efter närmare utvärdering, förutsatt att stabiliteten hos nedströmsslänten kontrolleras för full vattenmättnad i brottsgränstillståndet.

5.10 FINLAND

I den finska dammsäkerhetsförordningen (Government Decree on Dam Safety, 319/2010) anges att det inte får finnas någon vegetation som inte hör till dammen och som kan skada dammens funktion eller försämra möjligheterna till underhåll eller övervakning av dammen.

I de finska dammsäkerhetsriktlinjerna (Dam Safety Guide, 2012) anges att dammens påverkan på landskapsbilden kan förbättras med träd, buskar och markvegetation och att vegetation förhindrar erosion av dammens yta. Men det anges också att vegetationen inte får utgöra en fara för dammkonstruktionen eller försvåra dammunderhållet. Det påtalas att inga generella riktlinjer kan ges avseende träd eller annan vegetation på en damm utan varje enskilt fall måste bedömas var för sig. Förutsättningarna för vegetation på en homogen fyllningsdamm skiljer sig t.ex. från vegetation på en zonerad fyllningsdamm. På de dammar där träd tillåts växa helt okontrollerat lyfts att det är viktigt att reflektera över vilka träd som ska tas bort och vilka träd som ska lämnas kvar, eller om alla träd ska tas bort.

5.11 SAMMANFATTNING AV RESULTAT FRÅN LITTERATURSTUDIE AV INTERNATIONELLA RIKTLINJER

De flesta riktlinjerna som gått igenom rekommenderar att träd som växer på eller i direkt anslutning till dammarna ska tas bort och att stubbar och större rötter ska grävas bort. Hål efter borttagna stubbar och rötter ska fyllas med jord som packas. Jord och packningsgrad bör likna förhållandena för befintlig omgivande fyllning. I vissa fall rekommenderas att hålet förses med filtermaterial för att kunna hantera ev. koncentrerat läckage t.ex. längs kvarlämnade ruttnande rötter. Frankrike skiljer sig från de andra länderna genom att man rekommenderar att stubbe och rötter lämnas kvar om det inte är möjligt att ta bort dem inom en nära framtid. På så sätt bildas rotskott och sidoskott som bidrar till att hålla rotsystemet vid liv och därmed undvika risken med läckage längs nedbrutna rötter.

I flera länder görs en indelning av dammens tvärsnitt i olika zoner där olika krav ställs på hur vegetationen ska hanteras beroende på hur stort hot mot dammsäkerheten vegetationen bedöms utgöra i respektive zon. Alla länder verkar vara överens om att de områden där det är mest angeläget att hålla fritt från vegetation är nedre delen av nedströmsslänten och dammtån.

6 Vegetation på svenska fyllningsdammar

Det förekommer olika typer av vegetation på svenska fyllningsdammar alltifrån gräs till stora träd. Stora träd på dammarna är vanligast i södra Sverige men förekommer även på dammar i norra Sverige. Buskar och sly är relativt vanligt på dammar både i södra och norra Sverige.

Nedan har foton från olika svenska dammar med olika typer av vegetation sammanställts. De flesta foton är tagna av rapportförfattaren i samband med olika typer av tillståndskontroller under de senaste 15 åren. Vid en del av dammarna har olika dammsäkerhetshöjande åtgärder genomförts sedan foton togs så det är inte säkert att det ser ut så här idag. Urvalet av dammar kommer från olika delar av landet, från Skåne i syd till Norrbotten i norr.

6.1 EXEMPEL PÅ GRÄSBEKLÄDDA DAMMAR

I Figur 31 visas exempel på svenska gräsbeklädda dammar i såväl södra som norra delarna av landet. En gräsbeklädd damm med kortklippt gräs är lätt att inspektera. Om gräset däremot tillåts bli högt är det svårt att visuellt kunna upptäcka tecken på skador som sättningar, sjunkhål och läckage.





Figur 31 Exempel på gräsbeklädda svenska dammar

6.2 EXEMPEL PÅ DAMMAR BEVÄXTA MED BUSKAR OCH SLY

I Figur 32 visas foton på svenska dammar som är beväxta med buskar och sly i olika omfattning. Dammarna som visas är spridda över hela landet från Skåne i syd till Norrbotten i norr. Som framgår av foton är det i många fall omöjligt att visuellt kunna upptäcka läckage eller andra tecken på skador i nedströmsslänt och dammtå pga. vegetationen. I vissa fall förekommer ganska tät vegetation även i uppströmsslänten. I andra fall förekommer endast enstaka buskar såväl i uppströmsslänt som i nedströmsslänt och på dammkrön. Enstaka buskar som inte begränsar sikten gör i nuläget inte någon skada men kan orsaka skador i dammen på sikt om de tillåts fortsätta växa.

På några av dammarna i Figur 32 växer lupiner. Lupin är en invasiv växt som Naturvårdsverket rekommenderar att man hjälper till att bekämpa även om den i dagsläget inte finns med på EU:s förteckning över invasiva arter. Växter som finns med på EU:s förteckning över invasiva arter, t.ex. jätteloka, har fastighetsägaren en skyldighet att bekämpa.









Figur 32 Exempel på svenska dammar bevuxna med buskar och sly i olika omfattning

Om sly och buskar inte hålls efter direkt brer vegetationen ut sig snabbt, även på dammar som nyligen upprustats. Fotona i Figur 33 visar dammar där det relativt nyligen (för mindre än 10 år sen) genomförts dammsäkerhetshöjande åtgärder med utläggning av sprängsten/krossmaterial i olika fraktioner. Fotot i Figur 34 visar hur det ser ut i ett dränagedike i dammtån endast ett år efter att diket anlades.



Figur 33 Exempel på svenska dammar som nyligen upprustats



Figur 34 Exempel på igenväxt dränagedike längs en damm. Diket anlades ca ett år innan fotot är taget.

6.3 EXEMPEL PÅ DAMMAR DÄR DET VÄXER TRÄD

I Figur 35 visas exempel på dammar där det växer träd i olika omfattning. I vissa fall handlar det om enskilda träd medan det på andra dammar växer tätt med träd. De flesta dammarna i Figur 35 ligger i södra Sverige men några ligger längre norrut i Värmland, Gävleborg, Västernorrland och Jämtland.









Figur 35 Exempel på svenska dammar där det växer träd på eller i direkt anslutning till dammen

6.4 EXEMPEL PÅ DAMMAR DÄR GAMMALT RIS FRÅN RÖJNING LIGGER KVAR PÅ DAMMEN

Det kan vara praktiskt svårt och kostsamt att transportera bort eller bränna upp grenar och ris från röjning av dammarna. Det förekommer därför att ris och grenar lämnas kvar efter röjning vilket begränsar möjligheterna till visuell observation. I Figur 36 visar några exempel där röjningsrester lämnats kvar på dammarna.



Figur 36 Exempel på dammar där gammalt ris från röjning lämnats kvar på dammen

6.5 UNDERHÅLL AV Fyllningsdammar MED AVSEENDE PÅ VEGETATION

För att hålla efter vegetationen på fyllningsdammar krävs återkommande insatser med relativt kort intervall, inte minst i de södra delarna av landet där det växer snabbt. Särskilt när det handlar om långa dammar t.ex. dammar längs

intagskanaler innebär det att stora drift- och underhållsresurser krävs för att hantera vegetationen.

Olika dammägare har olika sätt att hantera vegetationen på dammarna och ofta löses hantering av vegetation inom respektive drift- och underhållsgrupp så det finns även variationer inom respektive dammägareorganisation.

I *Vegetation på dammar* (Eliasson, 2017) beskrivs resultaten från en enkätundersökning som gjordes bland dammägare och konsulter i Sverige 2016. Enkätundersökningen visade att dammägare och konsulter anser att röjning bör ske med 1-2 års mellanrum och inför fördjupade inspektioner. I enkätundersökningen svarade en tredjedel av dammägarna att de har egna företagsspecifika riktlinjer för att handskas med oönskad vegetation, men i de flesta fallen antydde att detta främst gällde rutiner för röjning. Normalt utförs röjning som en del av det fortlöpande underhållet och inför fördjupade inspektioner och för många dammägare sker röjning vart 3-4 år enligt enkätundersökningen.

6.5.1 Exempel rotryckning

En dammägare har under 2019 genomfört försök med rotryckning som alternativ till slyröjning vid en damm. Dammägaren har här bedömt att slyröjning behöver utföras varje eller vartannat år. Under 2019 genomfördes maskinell rotryckning med hjälp av en grävmaskin med gripverktyg längs hela dammen (total längd ca 1300 m). Efter den maskinella rotryckningen fanns en del smäsly kvar, se Figur 37. En kompletterande manuell rotryckning planeras att utföras under 2020 för att få bort återstående smäsly. Efter att den manuella rotryckningen är genomfört planerar dammägaren att under perioden 2020-2024 utvärdera rotryckning som alternativ till traditionell röjning med avseende på kostnader och kvalitet. För att metoden ska kunna användas på högre dammar där det krävs längre räckvidd på den maskinella utrustning krävs ett utvecklingsarbete.



Figur 37 Efter den maskinella rotryckningen återstår en del smäsly

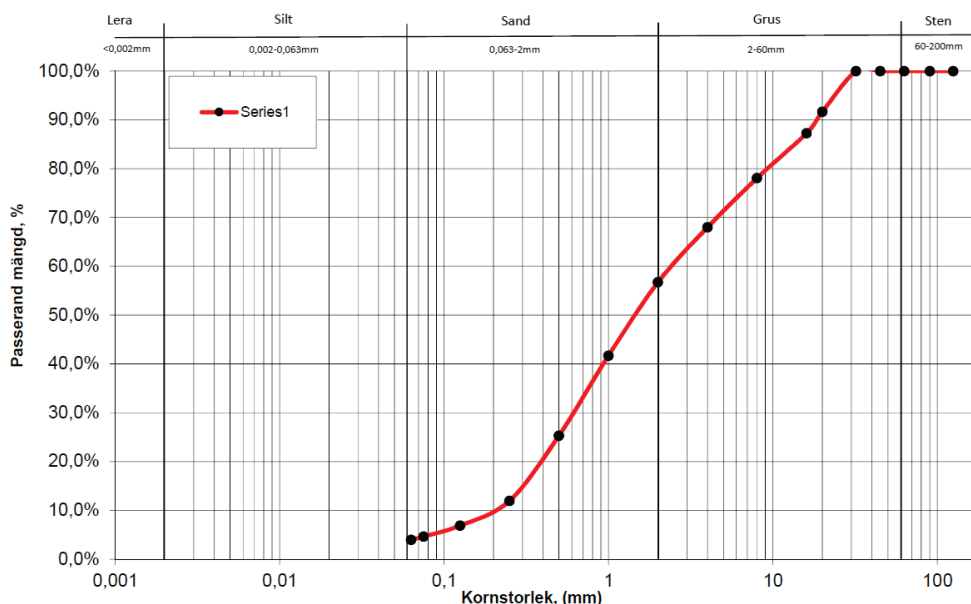
7 Erfarenheter från fältstudie 2019

Under hösten 2019 genomfördes dammsäkerhetshöjande åtgärder vid en damm i södra Sverige. De dammsäkerhetshöjande åtgärderna omfattade bland annat borttagning av en stor mängd träd inklusive stubbar och rötter. Enligt rapportförfattarens vetskap har inte så omfattande borttagning av träd genomförts på någon svensk damm tidigare. Rapportförfattaren tillsammans med kollegorna Martin Hansson och Lisa Bergensten deltog på plats i arbetet och i detta avsnitt beskrivs erfarenheter från projektet.

7.1 EGENSKAPER HOS DAMMEN

Dammen som ligger i södra Sverige är klassad i dammsäkerhetsklass B och byggdes för mer än 100 år sen. Högsta dammhöjd är 9 m. Innan åtgärder genomfördes hade dammen ett smalt dammkrön och brant nedströmsslänt. Ritningar eller annan dokumentation som beskriver dammens uppbyggnad saknas men utifrån provgroppsgrävning antas att dammen är en homogen fyllningsdamm som byggts av tillgängliga massor i närområdet.

Jordprov taget djupt in i nedströmsslänten i samband med borttagning av stubbarna visar att materialet i dammen utgörs av grusig Sand med 4 % finjordhalt, se Figur 38. Tidigare genomförd provgroppsgrävning i dammkrön och nedströmsslänt visade på likartat material. I den franska fältstudie som beskrivs i avsnitt 4.2 skulle troligtvis materialet i denna dammen ha klassats som grovkornigt.



Figur 38 Sikttningskurva från jordprov taget i nedströmsslänten i samband med stubbrytning. Jordprovet utgörs av grusig Sand med finjordhalt 4 %.



Figur 39 Hål i nedströmsslänten efter stubbrytning. Materialet utgörs av grusig Sand.

Dammen var innan åtgärderna kraftigt bevuxen med stora träd både i uppströmsslänt, dammkrön, nedströmsslänt och i dammtån, se Figur 40.



Figur 40 Dammen som den såg ut innan de dammsäkerhetshöjande åtgärderna genomfördes

7.2 OMFATTNING AV DAMMSÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER

I syfte att höja dammsäkerheten och uppfylla RIDAS genomfördes följande åtgärder vid dammen:

- Borttagning av alla träd inklusive stubbar och större rötter på dammen och i området strax nedströms dammen. Mer än 150 träd togs bort.
- Förstärkning av nedströmsslänten med övergångslager och stödbank

- Installation av dränagedike längs dammtån samt Thomsonöverfall för läckagemätning
- Installation av vattenståndsrör i nedströmsslänten

En viss osäkerhet rådde kring hur dammen skulle påverkas av en så omfattande borttagning av träd både på kort och lång sikt. I och med att nedströmsslänten förstärktes med övergångslager och stödbank i direkt anslutning till borttagningen av träden bedömdes dock risken för eventuell negativ påverkan på dammsäkerheten ha hanterats. Under byggtiden genomfördes, förutom att sänka av magasinnivån, även en del andra försiktighetsåtgärder under byggtiden. Det fanns t.ex. en kontrollant på plats i stort sett hela tiden vid borttagning av stubbarna. Efter att stubbe och rötter grävts bort fylldes hålet igen direkt och där dammen är som högst skedde stubbrytningen i små etapper följt av utläggning av övergångslager och stödbank innan stubbrytning av nästa etapp skedde.

Figur 41 visar dammen efter att träden avverkats och Figur 42 visar utläggning av övergångslager och stödbank.



Figur 41 Alla träd på dammen och i dammtån har avverkats



Figur 42 Utläggning av övergångslager och stödbank

Figur 43 visar ett foto på dammen innan åtgärder och Figur 44 visar dammen efter åtgärder.



Figur 43 Dammen innan åtgärder



Figur 44 Dammen efter åtgärder

7.3 BORTTAGNING AV STUBBAR OCH RÖTTER

Innan borttagning av stubbar och rötter påbörjades avsänktes magasinsvattenytan så mycket som var möjligt inom gällande vattendom. Efter avsänkningen var de lägsta delarna av dammen inte utsatta för något vattentryck och borttagningen av stubbar och rötter påbörjades därför här för att få erfarenhet inför stubbrytningen där dammen är som högst.

Inledningsvis grävdes stubbar och rötter bort med grävmaskinsskopa. Hålen i dammen efter de bortgrävda stubbarna blev så pass stora (ca 2-3 m i diameter och ca 1-1,5 m djupa) att det beslutades att testa att fräsa bort stubbarna i stället. Efter test med fräsning gjordes bedömningen att det var en mer skonsam metod för dammen och resten av stubbarna frästes bort. I avsnitt 7.3.1 visas några foton från stubbrytningen som gjordes med hjälp av grävning och i avsnitt 7.3.2 visas några foton från stubbrytningen som gjordes med hjälp av fräsning. Fler foton från borttagningen av stubbar finns i Bilaga 1.

Stubbarna i uppströmsslänten togs bort efter att nedströmsslänten förstärkts med övergångslager och stödbank. Med något enstaka undantag togs alla stubbarna i uppströmsslänten bort med hjälp av fräsning.

Inga betydande håligheter eller läckage i anslutning till rötterna noterades, varken i anslutning till nedbrutna rötter från tidigare avverkade träd eller i anslutning till friska rötter.

7.3.1 Borttagning av stubbar med hjälp av grävning

Stubbar och rötter grävdes bort med hjälp av en tandad grävmaskinsskopa. Först grävdes det runt stubben och sen lyftes stubben och rotklumpen bort. Rötter mindre än ca 1 cm lämnades kvar. Även enstaka rötter >1 cm lämnades kvar där det bedömdes som större risk att ta bort dem än att låta dem vara kvar. Figur 45 - Figur 46 visar exempel på hur det såg ut vid bortgrävningen av stubbarna.



Figur 45 Bortgrävning av en stubbe i nedströmsslänten



Figur 46 Hålet efter den bortgrävda stubben i Figur 45 blev stort. Stor del av nedströmsslänt och dammkrön grävdes bort.

7.3.2 Borttagning av stubbar med hjälp av fräsning

Fräsning av stubbarna skedde med en bergfräs (skivfräs) som monterades på grävmaskinen. Efter fräsningen togs lösa rötter och flis bort med grävmaskinsskopa och gripklo. Rötter mindre än ca 1 cm lämnades kvar. Även enstaka rötter >1 cm lämnades kvar där det bedömdes som större risk att ta bort dem än att låta dem vara kvar. Figur 47 - Figur 49 visar exempel på hur det såg ut vid bortfräsning av stubbarna.



Figur 47 Fräsning av stubbe med bergfräs monterad på grävmaskin



Figur 48 Bortgrävning av lösa rotrester och träflis efter fräsning



Figur 49 Rötter med diameter <1 cm lämnades kvar i dammen

7.4 ÅTERFYLLNING AV HÅL EFTER STUBBAR OCH RÖTTER

Hål efter borttagna stubbar och rötter fylldes igen med morän från en täkt i direkt anslutning till dammen. Massorna från täkten bedömdes vara mycket lika de befintliga massorna i dammen. Massorna packades med skopan på grävmaskinen till en packningsgrad som okulärt bedömdes lika packningsgraden i omgivande fyllningsmassor. Några foton från återfyllningen visas nedan. För fler foton se Bilaga 1.



Figur 50 Återfyllning av hål med moränmassor



Figur 51 Packning av de återfyllda massorna



Figur 52 Hål efter stubbrytning i nedströmsslänten återfyllt och färdigpackat

7.5 ROTSYSTEMEN HOS DE BORTTAGNA STUBBARN

I samband med bortgrävning av stubbarna utfördes fotodokumentation och visuell observation. Av naturliga skäl var det svårt att observera hur rotsystemen såg ut för de stubbar som frästes bort.

Generellt kan sägas att storleken på rötterna snabbt minskade med avståndet från rotklumpen för huvuddelen av de studerade stubbarna. Efter bortgrävning av stubbe med rotklump var det inte många rötter kvar som var så stora att de bedömdes behöva grävas bort. För rotsystemen till björkstubbarna avtog dock inte diametern på rötterna lika påtagligt med avståndet till rotklumpen.



Figur 53 Storleken på rötterna minskade snabbt med avståndet till rotklumpen

I avsnitt 7.5.1 - 7.5.3 beskrivs hur några av rotsystemen såg ut för ek, bok och björk. För fler foton se Bilaga 1.

7.5.1 Ek

Generellt kan sägas att de bortgrävda ekstubbarna hade en kompakt rotklump utan några stora rötter utanför själva rotklumpen. Efter att rotklumpen grävts bort fanns det inte mycket rötter kvar i hålet



Figur 54 Ekstube med stamdiameter 110 cm precis nedströms dammtån



Figur 55 Rotsystemet under ekstubben i Figur 54



Figur 56 Rotklump från ek i dammtån med stamdiameter 55 cm

7.5.2 Bok

Rotsystemen hos de bortgrävda bokstubbarna hade ett något mer förgrenat rotsystem än hos de bortgrävda ekstubbarna. Rotdiametern minskade snabbt med avståndet från rotklumpen. Det blev inte mycket rötter kvar i hålet efter att rotklumpen grävts bort.



Figur 57 Uppgrävning av bokstubbe i nedströmsslänten med stamdiameter 45 cm



Figur 58 Bokstubben i Figur 57 med rötter

7.5.3 Björk

De bortgrävda björkstubbarna hade generellt ett mer förgrenat rotsystem med grövre rötter (>10 cm) än ek och bok.



Figur 59 Björkstubbe med stamdiameter 60 cm i nedströmslätten



Figur 60 Rötterna under björkstubben i Figur 59

7.6 SAMMANFATTNING AV GJORDA IAKTTAGELSER

Inga betydande håligheter eller läckage i anslutning till rötterna noterades, varken i anslutning till nedbrutna rötter eller i anslutning till friska rötter. Det bör dock påpekas att huvuddelen av de stubbar som togs bort med hjälp av grävning (och där det var enklast att göra observationer) fanns på de låga delarna av dammen. Eftersom magasinsvattenytan sänktes av i förväg var de delar av dammen där dessa stubbar växte utsatta för mycket litet eller inget vattentryck alls vid bortgrävning av stubbarna.

Fyllningen i dammen var förhållandevis grovkornig och löst packad jämfört med modernare fyllningsdammar. Någon betydande skillnad i hur fyllningsmaterialet i dammen såg ut i anslutning till trädrötterna (fasthet, fukthalt, kornfördelning) jämfört med hur det såg ut där det inte fanns några rötter noterades inte. Det bör dock påpekas att det inte gjordes några djupare studier kring detta utan uttalandet baseras enbart på visuella observationer.

Någon skillnad i storlek och utbredning av rötterna beroende på var i dammen träden växte kunde inte noteras.

Generellt kan sägas att storleken på rötterna snabbt minskade med avståndet från rotklumpen för huvuddelen av de studerade stubbarna. Efter bortgrävning av stubbe med rotklump var det inte många rötter kvar som var så stora att de bedömdes behöva grävas bort. För rotsystemen till björkstubbarna avtog dock inte diametern på rötterna lika påtagligt med avståndet till rotklumpen som för ek- och bokstubbarna.

Eftersom inga dammätningar genomförts innan träden togs bort är det svårt att bedöma om omfattningen av läckage genom dammen förändrats efter borttagning av träden. De mätningar som gjorts efter åtgärderna visar på normalt läckage och normala nivåer i vattenståndsrören som är placerade i nedströmsslänten.

8 Resultat från workshop

I syfte att samla in synpunkter och erfarenheter från dammägare och konsulter kring frågan om vegetation på fyllningsdammar hölls en digital workshop den 26 november 2020. Sju dammägare och fyra konsulter deltog i workshopen.

Vid workshopen diskuterades behovet av riktlinjer och hur de bör vara utformade. Det diskuterades också hur träd på dammarna kan påverka dammsäkerheten och om det finns några skillnader på sårbarheten för träd mellan olika typer av dammar. Behov och metoder för att hålla undan buskar och sly från dammarna diskuterades. Det diskuterades även varför det är så pass vanligt att dammarna inte är tillräckligt röjda för att möjliggöra visuell inspektion. Även behov av fortsatta FoU-insatser diskuterades.

Nedan listas mycket kortfattat några av frågorna som diskuterades. För utförligare beskrivning hänvisas till Bilaga 2 som innehåller anteckningar från workshopen.

- Alla var överens om att riktlinjer behöver tas fram. Det rådde delvis delade uppfattningar om huruvida riktlinjerna bör utformas som generellt strikta riktlinjer eller om de bör lämna öppet för tolkningar beroende på anläggningsspecifika förutsättningar. De flesta var överens om att riktlinjerna bör differentieras beroende på dammsäkerhetsklass.
- Röjning av dammarna är viktigt för att möjliggöra visuell inspektion. Inspekterbarheten är viktig såväl vid dammägarens egna driftmässiga tillsyn som vid tillståndskontroller som görs av konsulter.
- Olika alternativa metoder för borttagning av vegetation diskuterades såsom användning av gasolbrännare, högtrycksånga, kemiska bekämpningsmetoder och rotryckning.
- I takt med att underhållsinsatser prioriterats ner har successivt mer vegetation tillåtits på dammarna. Detta i sin tur riskerar leda till att acceptansen för vegetation successivt ökar.
- Hantering av vegetation på dammarna sköts generellt av drift- och underhållsorganisationerna hos dammägarna. De som i huvudsak arbetar med dammsäkerhet såsom dammtekniskt sakkunnig är i mycket liten grad inblandade i hanteringen av vegetation. Detta kan vara en förklaring till att röjning och annan hantering av vegetation i många fall inte prioriteras vilket i sin tur upplevs som otillfredsställande ur dammsäkerhetssynpunkt.
- Förutom framtagande av riktlinjer lyftes följande uppslag till framtida Energiforsksprojekt fram:
 - × Dokumentation av status, utbredning etc. på rötterna från träd och buskar som växer i dammen i samband med utrivning.
 - × Ta reda på mer om de studier som gjorts på franska invallningsdammar (EDF) avseende vilka skadeeffekter träd på dammarna har.
 - × Utveckling av metoder för maskinell uppräckning av vegetation.

9 Diskussion och rekommendationer

9.1 HUR PÅVERKAS DAMMSÄKERHETEN AV OLIKA TYPER AV VEGETATION

Det mest uppenbara sättet som vegetation på fyllningsdammar påverkar dammsäkerheten på är att vegetationen försvårar visuell inspektion vilket i sin tur försvårar möjligheterna att upptäcka tecken på skador i dammen i god tid. Detta gäller alla typer av vegetation med undantag av välklippt gräs.

Ett annat indirekt sätt som vegetation kan påverka dammsäkerheten på är att vegetation drar till sig djur såsom sorkar, mullvadar och vildsvin som i sin tur kan orsaka skador i dammarna.

Vegetation kan även direkt påverka dammens funktion. Detta gäller framförallt för träd. I avsnitt 3.1 beskrivs hur träd kan påverka dammsäkerheten på olika sätt men förenklat kan sägas att träd kan skada dammen genom att de blåser omkull och skapar skador i dammen eller genom att trädens rötter orsakar ökat läckage genom dammen.

Hur ett träds rötter utvecklar sig beror på markförhållandena samt tillgång på vatten, näring och ljus. Det går därför inte att generellt avgöra utifrån trädslag hur rotsystemet ser ut. Mycket av den pågående forskningen indikerar att det finns en stor variation i rotsystemens egenskaper och deras påverkan på dammarna, beroende på trädslag, dammens uppbyggnad, klimat, ålder och kondition på trädet m.m. Eftersom det är så många faktorer som påverkar är det mycket svårt om ens möjligt att avgöra hur rotsystemet under ett enskilt träd brer ut sig i den enskilda dammen och därmed vilken risk för dammsäkerheten trädet faktiskt utgör. Den risk det enskilda trädet utgör beror bl.a. på hur rötterna breder ut sig inne i dammen, i vilket skick rötterna befinner sig i, hur dammen ser ut just där trädet växer (packningsgrad hos fyllningen, förekomst av ev. svaghetszoner i fyllningen etc.). Allt detta är faktorer som är mycket svåra att bedöma utan att gräva bort trädet. Att dessutom på förhand bedöma alla möjliga vindförhållanden som kan påverka det enskilda trädet och hur trädet kommer att reagera på olika vindbelastningar bedöms inte vara realistiskt. Utgångspunkten bör därför vara att alla träd som växer i en damm eller strax nedströms om dammen betraktas som utgörande en risk mot dammsäkerheten.

Inget i litteraturen har hittats som visar att buskar och träd har en stabiliserande/armerande inverkan på fyllningsdammar. Det har visserligen gjorts försök på naturliga slänter där vegetationen visats ha en stabiliserande inverkan. Men det är tveksamt om det relevant att dra slutsatser från forskning kring träd och buskars stabiliserande inverkan hos naturliga slänter för fyllningsdammar. Ett träd som blåser omkull och orsakar en stor rotvälta i en damm kan utgöra ett omedelbart allvarligt hot mot dammsäkerheten och då hjälper det inte att rötterna kan ha haft en positiv inverkan på släntstabiliteten innan trädet välte.

Som exempel kan nämnas att det vid kusten i Ystad i södra Sverige redan på 1800-talet planterades träd för att förhindra erosion av den sandiga marken. I mars 2020 blåste det kraftigt och en del av träden blåste omkull, se Figur 61. Detta är ett

exempel på att träd kan välta vid ogynnsamma vindförhållanden. När det som i detta fallet handlar om naturliga slänter blir effekterna av att träden välter och drar med sig en stor del av slänten hanterbara. Skulle det däremot gälla en slänt på en damm som är utsatt för vattentryck skulle det kunna innebära ett mycket allvarligt hot mot dammsäkerheten och omedelbar risk för dammhaveri.



Figur 61 Omkullvälta träd i en naturlig slänt i Ystad. Innan träden välte hade de en armerande inverkan på slänten

9.2 INTERNATIONELLA RIKTLINJER

Träds påverkan på dammsäkerheten är i första hand relevant för mindre fyllningsdammar och minskar med ökad dammhöjd pga. rötternas begränsade räckvidd i förhållande till dammens storlek. Inom ICOLD och i länder med förhållandevis många stora dammar som Kanada, Norge och i viss mån även Sverige har följaktligen vegetation på fyllningsdammar inte blivit en stor fråga. På invallningsdammar och kanaldammar i t.ex. Centraleuropa förekommer omfattande vegetation och i samband med höglödessituationer har man upplevt allvarliga incidenter orsakat av vegetation på dammarna. I dessa länder har det under senare år därför varit större fokus på frågan och huvuddelen av den litteratur och riktlinjer som hittats inom området kommer från just Centraleuropa men även från USA där det finns många invallningsdammar.

Genomgången av olika länders riktlinjer visar att vegetation på fyllningsdammar tas på stort allvar internationellt. Det finns skillnader mellan olika länders riktlinjer men generellt är alla överens om att träd och buskar inte hör hemma på eller i nära anslutning till fyllningsdammar och de flesta riktlinjerna tillåter bara vegetation i form av välklippt gräs på dammarna.

9.3 HANTERING AV VEGETATION PÅ SVENSKA FYLLNINGSDAMMAR IDAG

Begränsade resurser för drift- och underhåll av dammarna leder till att röjning av vegetation ofta inte är tillräcklig. För att hålla efter vegetationen krävs återkommande insatser med relativt korta intervall. Speciellt när det handlar om långa dammar t.ex. dammar längs intagskanaler innebär det att stora drift- och underhållsresurser krävs för att hantera vegetationen. Det finns dock inga genvägar utan det krävs att tillräckliga resurser avsätts i drift- och underhållsbudgetarna. Generellt bör drift- och underhållsaspekterna kring dammar lyftas i RIDAS. Många gånger tycks det vara enklare att få resurser till

dammsäkerhetshöjande projekt än att få resurser till fortlöpande drift- och underhåll trots att det är lika viktigt för dammsäkerheten.

Olika dammägare har olika sätt att hantera vegetationen. Ofta hanteras frågan inom de olika drift- och underhållsgrupperna vilket innebär att det kan variera även inom respektive dammägerorganisation hur vegetation hanteras. Olika drift- och underhållsorganisationer utvecklar olika metoder, se t.ex. försöket med rotryckning som beskrivs i avsnitt 6.5.1. Det är inte ovanligt att lokala entreprenörer har idéer om hur slyröjning kan utföras så effektivt som möjligt. Det vore därför önskvärt att det skapas förutsättningar för bättre erfarenhetsutbyte mellan drift- och underhållsorganisationerna hos olika dammägare vad gäller hantering av vegetation på dammar.

9.4 ERFARENHETER FRÅN FÄLTSTUDIE

Hösten 2019 utfördes omfattande borttagning av träd inkl. stubbar och rötter på en fyllningsdamm i södra Sverige. Som tidigare nämnts är det många olika faktorer som påverkar hur ett träd påverkar den enskilda dammen. Man ska därför vara försiktig med att dra generella slutsatser angående vegetation på fyllningsdammar utifrån de erfarenheter som gjordes i detta projekt. I detta fallet handlade det om en äldre, homogen fyllningsdamm med förhållandevis grovkornig och relativt löst packad fyllning jämfört med modernare fyllningsdammar.

Såväl grävning som fräsning användes för att ta bort stubbar och rötter. I detta fallet bedömdes fräsning vara en mer skonsam metod eftersom hålen från grävning blev så stora.

Inga betydande håligheter eller läckage i anslutning till rötterna noterades, varken i anslutning till nedbrutna rötter eller i anslutning till friska rötter. Det bör dock påpekas att huvuddelen av de stubbar som togs bort med hjälp av grävning (och där det var enklast att göra observationer) fanns på de låga delarna av dammen. Eftersom magasinsvattenytan sänktes av i förväg var de delar av dammen där dessa stubbar växte utsatta för mycket litet eller inget vattentryck alls vid bortgrävning av stubbarna. Att magasinsvattenytan sänkts av i förväg underlättade arbetet betydligt och är att rekommendera om många träd ska tas bort från en damm för att minska riskerna.

Någon betydande skillnad i hur fyllningsmaterialet i dammen såg ut i anslutning till trädrötterna (fasthet, fukthalt, kornfördelning) jämfört med hur det såg ut där det inte fanns några rötter noterades inte. Det bör dock påpekas att det inte gjordes några djupare studier kring detta utan uttalandet baseras enbart på visuella observationer.

Någon skillnad i storlek och utbredning av rötterna beroende på var i dammen träden växte kunde inte noteras.

Generellt kan sägas att det visade sig vara enklare att ta bort stubbar och rötter än vad som befarades innan arbetet påbörjades. Storleken på rötterna minskade snabbt med avståndet från rotklumpen för huvuddelen av de studerade stubbarna och efter bortgrävning av stubbe med rotklump var det inte många rötter kvar som var så stora att de bedömdes behöva grävas bort.

Eftersom inga dammätningar genomförts innan träden togs bort går det inte att avgöra om omfattningen av läckage genom dammen förändrats efter borttagning av träden.

9.5 REKOMMENDATIONER INFÖR FRAMTAGNING AV SVENSKA RIKTLINJER

Det finns många obesvarade frågor kring hur olika typer av vegetation påverkar dammsäkerheten och hur man bäst hanterar vegetationen. Men det bedöms ändå finnas tillräckligt med underlag för att kunna ta fram svenska riktlinjer för hur vegetation på fyllningsdammar bör hanteras.

Baserat på genomgång av internationella riktlinjer, egna erfarenheter samt diskussioner vid workshopen listas nedan ett antal rekommendationer inför framtagning av sådana riktlinjer.

- Det bör ställas krav på att dammarna ska vara tillräckligt röjda för att vara inspekterbara. Kravet på inspekterbarhet bör gälla såväl vid dammägarens egna tillståndskontroller som vid tillståndskontroller som utförs av konsulter.
- Krav bör ställas på att området nedströms dammen ska vara röjt på ett avstånd av minst 5 m från dammtån. För höga dammar kan det vara befogat att kräva att det ska vara röjt på ett större avstånd från dammen för att få tillräcklig inspekterbarhet.
- Ris och grenar från röjning ska avlägsnas från damm och dammtå.
- Det bedöms vara mycket svårt om ens möjligt att avgöra hur rotsystemet under ett enskilt träd brer ut sig i den enskilda dammen samt bedöma vilka möjliga vindförhållanden som kan påverka det enskilda trädet och hur trädet kommer att reagera på olika vindbelastningar. Riktlinjerna bör därför utgå ifrån att alla träd och buskar på dammen och i dammtån ska tas bort om inte konsekvenserna i händelse av dammhaveri är så små att risken för dammhaveri kan accepteras. Finns det sen särskilda skäl att låta ett träd stå kvar, t.ex. att trädet är särskilt bevaransvärt ur natur- eller kulturmiljöhänseende, kan resurser läggas på att försöka utreda vilken risk just det trädet utgör mot dammsäkerheten.
- Anläggningsanpassade bedömningar kan behöva göras där särskilda sårbarheter beaktas som t.ex. förekomst av känsliga hydrauliska barriärer såsom uppströms tätpanurer. Även aspekter som dammens höjd, uppbyggnad och risk för överströmning kan påverka dammens sårbarheten för vegetation.
- Kraven avseende hantering av vegetation bör kopplas till dammsäkerhetsklass. För dammar i dammsäkerhetsklass A och B bör ingen vegetation förekomma på dammarna eller strax nedströms dammtån (undantag gräs som klipps regelbundet). För dammar i dammsäkerhetsklass C och ev. D bör det som minimum vara vegetationsfritt i särskilt kritiska zoner (dammtå, nedre delen av nedströmsslätten, området strax nedströms dammtån). När det gäller träd på dammar i dammsäkerhetsklass C bör dock övervägas att ställa krav på att alla träd på dammen och i området strax nedströms tas bort. För dammar i dammsäkerhetsklass E och ev. D lämnas det förslagsvis upp till dammägaren att avgöra hur vegetationen ska hanteras.

- Eventuellt kan man tillåta att det görs undantag från kraven på att ta bort träd om en dammsäkerhetsutvärdering visar att risken med att låta ett enskilt träd stå kvar är acceptabel.
- När träd tas bort bör även stubbe och större rötter tas bort och hålet fyllas igen och packas med lämpliga massor. Särskilt viktigt är att ta bort gamla stubbar och rötter från tidigare avverkade träd.
- För låga dammar i dammsäkerhetsklass E och D där det av tekniska och ekonomiska skäl är orimligt att gräva bort alla stubbar och rötter kan det vara ett alternativ att liksom i Frankrike tillåta att stubbe och rotsystem lämnas kvar och slår sidoskott/rotskott efter att träden huggits ner. På så sätt förhindras risken att träden blåser omkull och sidoskott/rotskott kan bidra till att rötterna hålls vid liv under en längre tid. Förr eller senare får man dock ändå räkna med att rotsystemet kommer att dö och att ytterligare åtgärder då behövs.
- För att minska riskerna vid omfattande trädborttagning kan det vara lämpligt att ta bort träden i samband med att andra dammsäkerhetshöjande åtgärder genomförs såsom stödbankförstärkning och instrumentering. Dock kan det behövas någon form av tidsbegränsning i riktlinjerna så att det inte dröjer alltför länge innan träden tas bort.
- Efter att omfattande vegetationsborttagning genomförts är det angeläget att övervaka hur dammen beter sig – ökar eller minskar läckaget etc.? En översyn av dränage och instrumentering bör därför göras i samband med att vegetationen tas bort.
- Det råder ibland en missuppfattning att behovet av visuella inspektioner minskar kraftigt vid dammar som förses med automatiserad övervakning. Så är inte fallet och det bör förtydligas i RIDAS att även om dammarna förses med automatiserad övervakning måste vegetationen hållas efter.
- Frågor om drift- och underhåll, där hantering av vegetation ingår, bör förtydligas i RIDAS.

10 Referenser

- ATL (2020) www.atl.nu/lantbruk/vildsvin-skadade-invallningen-70-hektar-svammade-over/
- BAW (2011) BAWMerkblatt. *Standssicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD)*. ISSN-2192-5380
- Centre for Economic Development, Transport and the Environment (2012) *Dam Safety Guide*. Reports 89.
- CIRIA (2013) *The International Levee Handbook*. ISBN: 978-0-86017-734-0.
- Cobos Roa D m.fl. (2014) *Influence of tree roots and mammal burrowing activity on levee performance. Volume 1. – Review of Literature and Case Histories*. California Levee Vegetation research program
- Cobos Roa D m.fl. (2015) *Influence of tree roots and mammal burrowing activity on levee performance. Volume 5. – Modeling Tree Roots and Mammal Burrowing Effects on Seepage and Stability of Levees*. California Levee Vegetation research program
- CDA (2013) *Dam safety guidelines*
- Eliasson J (2017) *Vegetation på dammar*. Examensarbete Luleå tekniska universitet
- FEMA (2005) *Technical Manual for dam owners. Impacts of plants on earthen dams*. FEMA 534 / September 2005
- Gervais R m.fl. (2010) *Vegetation on embankment dams. A growing concern for Hydro-Québec*. Conference Paper CDA 2010 Annual Conference.
- Haselsteiner R (2016) *Woody vegetation on small embankment dams*. www.researchgate.net/publication/228775070
- ICOLD (2017) *International erosion of existing dams, levees and dikes, and their foundations*. ICOLD Bulletin 164
- ICOLD (2016) *Small dams. Design, surveillance and rehabilitation*. ICOLD Bulletin 157
- Laasonen J (2013) *Risk of the trees and the stumps to the embankment dam safety. Experimental study*. www.researchgate.net/publication/287583467
- Ministry of Agriculture and Forestry, Finland (2010) *Government Decree on Dam Safety, 319/2010*
- NVE (2006) *Små dammer. Veileder for planlegging, bygging og vedlikehold*.
- NVE (2012) *Veileder for fyllingsdammer til § 5-10 og § 6-1 i forskrift om sikkerhet ved vassdragsanlegg*.
- SGI (2002) *Vegetation som förstärkningsmetod*. Diarienumr: 1-0103-0164
- Sieberer I (2012) *Gehölzstrukturen an Hochwasserschutzdämmen und ihr Einfluss auf die Dammstabilität unter besonderer Berücksichtigung der Durchwurzelung*. Masterarbeit Universität für Bodenkultur Wien

USACE (2014) *Guidelines for landscape planting and vegetation management at levees, floodwalls, embankment dams, and appurtenant structures*. Technical Letter No. ETL 1110-2-583

Zanetti C m.fl. (2012) *Wooded earth fill dams. Guidelines for diagnosis et maintenance*. 24th International Congress on Large Dams Kyoto 2012, ss. 147-163

Zanetti C m.fl. (2016) *Plasticity of tree root system structure in contrasting soil materials and environmental conditions*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01357133>

Östberg J (2010) *Förebyggande av rotinträngningar i VA-ledningar – utveckling av beslutsstöd*. Svenskt Vatten Utveckling, Rapport Nr 2020-04

Östberg J & Stål Ö (2015) *Standard för skyddande av träd vid byggnation*. Sveriges lantbruksuniversitet, Rapport 2015:15

Bilaga 1 Foton från fältstudie

Foton på borttagning av stubbar med hjälp av grävning



Figur 1 Bortgrävning av en stubbe i dammtån



Figur 2 Bortgrävning av en stubbe i nedströmsslätten där dammen är som lägst



Figur 3 Bortgrävning av en stubbe i nedströmsslätten



Figur 4 Hålet efter den bortgrävda stubben i Figur 64 blev stort. Stor del av nedströmsslänt och dammkrön grävdes bort.

Foton på borttagning av stubbar med hjälp av fräsning



Figur 5 Fräsning av stubbar i nedströmsslänten har påbörjats



Figur 6 Fräsning av stubbe med bergfräs monterad på grävmaskin



Figur 7 Bortgrävning av lösa rotrester och träflis efter fräsning



Figur 8 Lösa rotrester efter fräsning



Figur 9 Rötter med diameter <1 cm lämnades kvar i dammen



Figur 10 Hål efter bortfräst stubbe och rötter



Figur 11 Hål efter stubbfräsning i nedströmsslätten. Några enstaka rötter med stamdiameter >1 cm lämnades kvar där det bedömdes som större risk att ta bort dem än att låta dem vara kvar. På vänstra bilden en rot med diameter 5 cm som går in i dammen i riktning uppströmsåt.



Figur 12 Fräsning av stubbe i uppströmsslänten



Figur 13 Fräsning av stubbar i uppströmsslänten



Figur 14 Uppströmsslänten innan den rensats från bortfrästa rötter



Figur 15 Hål efter bortfräst stubbe i uppströmsslänten

Foton på återfyllning av hål efter stubbar och rötter



Figur 16 Återfyllning av hål med moränmassor



Figur 17 Packning av de återfyllda massorna



Figur 18 Hål efter stubbrytning i nedströmsslänten återfyllt och färdigpackat



Figur 19 Hål efter stubbrytning i uppströmsslänten återfyllt



Figur 20 Uppströmsslänten är justerad med moränmassor efter stubbrytning

Foton på Rotsystemen hos de borttagna stubbarna



Figur 21 Storleken på rötterna minskade snabbt med avståndet till rotklumpen



Figur 22 Stubbar med rotsystem. Oklart vilka trädslag det är



Figur 23 Stubbar med rotsystem. Oklart vilka trädslag det är

Foton på stubbar och rötter från ek



Figur 24 Ekstubbe med stamdiameter 110 cm precis nedströms dammtån



Figur 25 Bortgrävning av ekstubben i Figur 24



Figur 26 Rotsystemet under ekstubben i Figur 24



Figur 27 Hål efter bortgrävning av ekstubben i Figur 24. Hålet var 4 m i diameter och 1,3 m djupt.



Figur 28 Närbild av hål efter bortgrävning av ekstubben i Figur 24.



Figur 29 Rotklump till borttagen ekstubbe i dammtån. Stamdiameteren var 50 cm.



Figur 30 Ekstubbe med rotklump i dammtån. Stamdiameteren var 50 cm.



Figur 31 Rotklumpen från eken i Figur 30 sett från annan vinkel



Figur 32 Rotklump från ek i dammtån med stamdiameter 55 cm



Figur 33 Ekstubble med stamdiameter 40 cm i uppströmsslänten



Figur 34 Rester efter fräsning av ekstubben i Figur 33



Figur 35 Stubbe från en ek med stamdiameter 55 cm. Eken växte i dammtån. Rotklumpen var ca 1,2 m hög. Utanför själva rotklumpen fanns inga stora rötter.



Figur 36 Stubbe från en ek med stamdiameter 35x45 cm. Eken växte i nedströmsslänten nära dammkrön.

Foton på stubbar och rötter från bok



Figur 37 Uppgrävning av bokstubbe i nedströmsslänten med stamdiameter 45 cm



Figur 38 Bokstubben i Figur 37 med rötter



Figur 39 Hål efter uppgrävning av bokstubben i Figur 37. Hålet var 3 x 2 m och ca 1 m djupt.



Figur 40 Bokstubbe med rötter. Bokstubben hade stamdiameter 60 cm och växte i uppströmskanten av dammkrönet.



Figur 41 Samma bokstubbe som i Figur 40 sedd från annan vinkel



Figur 42 Rotsystemet till bokstubbe med stamdiameter 25 cm i nedströmsslänten



Figur 43 Bokstubbe med stamdiameter 40 cm i uppströmsskanten av dammkrönet. Bilden till höger visar rester efter fräsning av stubben.

Foton på stubbar och rötter från björk



Figur 44 Björkstubbe med stamdiameter 60 cm i nedströmsslänten



Figur 45 Rötterna under björkstubben i Figur 44



Figur 46 Hål efter bortgrävning av björkstubben i Figur 44



Figur 47 Björkstubbe med stamdiamter 55 cm i nedströmsslänten nära dammkrön. Stora rötter med diameter >10 cm



Figur 48 Björkstubbe med rötter. Stamdiametern var 10 cm.

Bilaga 2 Anteckningar från workshop 2020-11-26

Inom ramen för föreliggande Energiforskprojekt hölls den 26 november en workshop i syfte att samla in synpunkter och erfarenheter från dammägare och konsulter kring frågan om vegetation på fyllningsdammar. Workshopen hölls digitalt via Teams pga. det rådande Corona-läget.

Deltagare vid workshopen: Helena Björkman (Fortum), Ingvar Ekström (Sweco), Johanna Feldtman (Statkraft), Jonas Hammarson (Fortum), Martin Hansson (Afry), Michael Nilsson (Sala kommun), Linda Ormann (Fortum), Tina Pålhlstorp (Afry), Peter Viklander (Vattenfall), Petter Westerberg (Uniper), Peter Wilén (Norconsult)

Tina Pålhlstorp höll en kort introduktion som inledning till diskussionerna som sedan följde.

Nedan sammanfattas de diskussioner som fördes under workshopen.

Träd

Diskussion fördes huruvida det är ett mindre bekymmer om det växer träd i homogena dammar än i zonerade dammar. Någon lyfte fram att i homogena dammar där den tätande delen är bred är det mindre risk att rötterna allvarligt skadar dammen jämfört med zonerad dammar med smalare tätkärna. Homogena dammar skulle därmed vara mindre känsliga för träd som växer på dem än zonerade dammar. Det nämndes även att homogena dammar håller vatten bra och att trädens rötter därmed inte behöver sträcka sig så långt för att nå vatten. Någon annan lyfte fram att det kan vara lättare för rötterna att breda ut sig i homogena dammar än i zonerade dammar med grövre material i stödfyllningen. Någon lyfte fram att träd på smala homogena dammar utgör en stor risk.

Någon ifrågasatte om rötterna verkligen kan växa så långt in i dammarna att det kan leda till genomläckage. Någon annan hade erfarenheter av att man vid två tillfällen fått genomläckage i dammar pga. ruttnande rötter.

Någon hade erfarenhet av att det förekommit rotvältor på dammarna som ej lett till dammhaveri. Men om magasinsvattenytan legat högre skulle det kunna ha lett till dammhaveri.

EDF i Frankrike har gjort studier på skadeeffekterna av träd på franska invallningsdammar.

Frågan lyftes att det kan bli problem att ta bort stubbar och rötter från avverkade träd på långa, smala dammar. Ska rötter och stubbar tas bort på dessa dammar innebär det att större delen av dammen måste grävas bort. Kan en metod vara att låta stubbarna vara kvar och tillåta dem att slå nya skott och därmed fördröja nedbrytningsprocessen hos rötterna? Innebär dock att man skjuter upp problemet. Exempel togs upp där man medvetet lämnat kvar stubbar från avverkade alar för att fördröja nedbrytningsprocessen men där stubbarna ändå ruttnat trots att de slagit nya skott.

Det nämndes att träd kan växa snabbt. Exempel togs upp på riktigt grova tallar som trots sin storlek varit yngre än 100 år.

Risken att träd belastar dammen med dynamiska laster när det blåser diskuterades. Någon hade erfarenhet av att det "gungat" i dammen när en stor gran på dammen rörde sig på grund av vinden. Granen togs akut bort för att förhindra skador i dammen.

Det lyftes fram att det kan vara idé att ta bort de största träden först för att allmänheten ska vänja sig och på sikt få acceptans för att alla träden tas bort. Dock lyftes även risken att om enbart några träd tas bort förändras vindbelastningen på kvarvarande träd, vilket måste beaktas.

Buskar och sly

Röjning

Alla var överens om att det är viktigt med röjning för att möjliggöra visuell inspektion. Inspekterbarheten är viktig och vegetation kan hindra upptäckt av andra skador.

Flera lyfte att det är viktigt att inte bara röja i samband med att konsulter ska komma och göra tillståndkontroll t.ex. vid fördjupad inspektion. Även för dammägarens egen driftmässiga tillsyn behöver det vara röjt. Någon föreslog att det bör ställas krav på att det är röjt inför dammägarens egna inspektioner.

Någon lyfte fram att det bör ställas större krav på röjning vid dammar som är särskilt sårbara medan andra menade att det är viktigt att det hålls röjt oavsett om dammen är särskilt sårbar eller inte. Någon lyfte att det är viktigt att röja även små dammar med låg dammsäkerhetsklass eftersom visuell inspektion ofta är den enda övervakningen för dessa dammar.

Det lyftes fram att det är viktigt att hålla efter vegetation direkt efter att man genomfört dammsäkerhetshöjande åtgärder så att den inte tillåts växa till sig.

Det diskuterades att ris från röjning inte ska lämnas kvar. Dels begränsar det möjligheterna till visuell inspektion, dels utgör det mylla för ytterligare tillväxt. De entreprenörer som anlitas för röjning av dammarna har ofta erfarenhet av röjning i skogsmark där det är önskvärt att lämna kvar riset för att gynna tillväxten. Vid upphandling av entreprenörer för röjning kan det därför behöva påtalas särskilt att riset ska tas bort.

Metoder för röjning diskuterades:

- Gasolbrännare och högtrycksånga. Ingen hade erfarenhet av dessa metoder.
- Kemiska bekämpningsmetoder. Förr gjordes kemisk bekämpning av vegetation men med striktare miljökrav är det inte möjligt idag. En dammägare hade nyligen testat att bekämpa vegetation med ett kemiskt skum innehållande kokos och majs. För att få någon effekt måste dock skumbekämpningen upprepas flera gånger och det är en dyr metod.
- Rottryckning. P.g.a. arbetsmiljöskäl måste troligtvis rottryckning i dammslänten ske maskinellt. Detta kräver att maskiner för maskinell rottryckning utvecklas t.ex. att förse maskiner med hydrauliska armar.

Frågan lyftes att man bör kolla hur Trafikverket gör för att hålla undan vegetation vid järnvägsspår och banvallar.

Det diskuterades vilken tid på året det är lämpligast att röja för att i möjligaste mån begränsa återväxten. Inga klara svar framkom men flera deltagare hade hört att det är lämpligast att röja på hösten innan näringen går tillbaks till rötterna. Røjning på våren kan leda till att växterna förblöder och dör – bra eller dåligt?

Kopplat till røjning diskuterades hur mycket last dammarna tål från maskiner. Större dammar som ingår i det allmänna vägnätet ska klara BK4 (max 74 ton). Någon annan berättade om en 2,5 tons traktor med lätt kärra som orsakat långsgående sprickor i en liten damm.

Hantering av vegetation nedströms dammtån

Det diskuterades hur långt nedströms dammtån det bör hållas fritt från vegetation. 5 m tycktes vara någon form av riktmärke hos flera dammägare. Någon nämnde att det åtminstone bör vara vegetationsfritt en körbredd nedströms dammtån. Någon ansåg att för höga dammar bör det vara vegetationsfritt på ett större avstånd än 5 m från dammtån. I Sala fanns det redan på 1700-talet en riktlinje att det skulle hållas fritt från vegetation på ett avstånd av 10 alnar från dammtån (1 aln=59,4 cm).

Någon dammägare berättade att de stött på motstånd avseende att hålla fritt från vegetation nedströms dammtån i fall när markägaren varit en annan än dammägaren.

Riktlinjer för hantering av vegetation på fyllningsdammar

Alla vid workshopen var överens om att riktlinjer behövs för hantering av vegetation på fyllningsdammar.

Motiv som togs upp till varför riktlinjer behövs:

- Kunskapsstöd
- Underlätta att få resurser till drift- och underhåll av dammarna
- Stöd vid tillfällen när borttagning av träd och annan vegetation möter på motstånd från allmänheten
- Om en incident orsakat av vegetation på dammen skulle inträffa finns stor risk att det kommer att ställas generella krav från samhället på hur vegetation på dammar ska hanteras om det inte redan finns några riktlinjer. Det bedöms vara bättre att förekomma och ta fram väl genomtänkta och nyanserade riktlinjer innan något händer.

Någon lyfte att det vore bra med en generell strikt riktlinje. Någon föreslog allmänt hållna strikta riktlinjer där krav på konsekvensutredning ställs om man ska göra avsteg från riktlinjerna. Någon annan föreslog differentierade riktlinjer beroende på dammsäkerhetsklass och hur farlig vegetationen är. De flesta tyckte att det bör ställas olika krav beroende på dammsäkerhetsklass.

Någon föreslog att dammens höjd, dammens uppbyggnad samt risk för överströmning ska tas hänsyn till vid hantering av vegetationen.

Någon lyfte att det bör göras en anläggningsanpassad bedömning där särskilda sårbarheter bör lyftas som t.ex. förekomst av hydrauliska barriären såsom uppströms panurer som kan skadas av vegetation.

Någon lyfte att det är viktigt att i en riktlinje tydliggöra att grenar, ris etc. från röjning inte får lämnas kvar på dammen.

Flera var överens om att nya dammar ska hållas fria från vegetation oavsett dammsäkerhetsklass. Grundregeln bör vara att dammarna hålls fria från vegetation men för befintliga dammar med mycket vegetation där vegetationen tillåtit växa under många år kan avsteg behöva göras.

Hantering av vegetation på dammarna idag

Det diskuterades varför det är så pass vanligt att dammarna inte är tillräckligt röjda för att vara inspekterbara. Förr var man mer noga med underhållet av dammarna. I takt med att små underhållsinsatser prioriterats ner har man successivt tillåtit mer vegetation på dammarna. Ökat fokus på optimering och att personalomsättningen är högre i dag kan vara bidragande orsaker. Högre fokus på arbetsmiljöaspekter kan också vara en bidragande orsak. Idag tillåts vanligen inte manuellt arbete i dammslänter för att rycka upp vegetation.

Det diskuterades att hantering av vegetation på dammarna generellt sköts av drift- och underhållsorganisationerna hos dammägarföretagen alternativt av drift- och underhållsentreprenören. T.ex. hanteras ofta röjning som en del i det periodiska underhållet eller som en del i det fasta avtalet med drift- och underhållsentreprenören. De som i huvudsak arbetar med dammsäkerhet såsom dammtekniskt sakkunnig är i mycket liten grad inblandade i frågan om hantering av vegetation vilket kan vara en förklaring till att röjning och annan hanteringen av vegetation i många fall inte prioriteras och upplevs som otillräcklig ur ett dammsäkerhetsperspektiv.

Uppslag till framtida Energiforskprojekt

Förutom framtagande av riktlinjer för vegetation på fyllningsdammar lyftes följande fram:

- I samband med framtida utrivning av dammar vore det intressant att dokumentera status, utbredning etc. på rötterna från träd och buskar som växer i dammen. Kolla upp studierna som gjorts på skadeeffekterna av träd på franska invallningsdammar (EDF, Jean-Jacques Fry var inblandad).
- Utveckling av metoder för maskinell uppräckning av vegetation

VEGETATION PÅ FYLLNINGSDAMMAR

Idag saknas det i Sverige riktlinjer för hur vegetation på fyllningsdammar bör bedömas och hanteras. Dammägare och konsulter gör på olika sätt, och ofta behandlas vegetation på dammar som en ren underhållsfråga.

Vegetation på fyllningsdammar påverkar dammsäkerheten genom att den försämrar möjligheten att inspektera dammen, vilket försvårar möjligheten att upptäcka skador i god tid. Det gäller alla typer av vegetation med undantag av välklippt gräs.

Hösten 2019 utfördes omfattande borttagning av träd, stubbar och rötter på en fyllningsdamm i södra Sverige. Såväl grävning som fräsning användes för att ta bort stubbar och rötter. Metoder och iakttagelser från det arbetet beskrivs i rapporten.

Baserat på internationella riktlinjer, egna erfarenheter och diskussioner under en workshop med dammägare och konsulter finns här ett antal rekommendationer inför framtagning av riktlinjer. Resultaten ska förhoppningsvis kunna användas som underlag i det arbetet.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk