



# Examensarbeten

2019:6

Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

## Beslutsstöd för att finna diken och bedöma behov av dikesrensning

Elias Hannus



# Beslutstöd för att finna diken och bedöma behov av dikesrensning

*Decision support system for finding ditches and evaluate the need for ditch network maintenance*

Elias Hannus

**Handledare:** Björn Hånell, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel  
**Examinator:** Tord Magnusson, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

**Omfattning:** 30 hp  
**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå A2E  
**Kurstitel:** Examensarbete i skogsvetenskap vid inst för skogens ekologi och skötsel  
**Kursansvarig inst.:** Inst för skogens ekologi och skötsel  
**Kurskod:** EX0912  
**Program/utbildning:** Jägmästarprogrammet

**Utgivningsort:** Umeå  
**Utgivningsår:** 2019

**Serietitel:** Examensarbeten / SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
**Delnummer i serien:** 2019:X  
**ISSN:** 1654-1898  
**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Hydrologi, erosion, flödesschema, markfuktighetskarta, höjdmodell, bildtolkning / *Hydrology, erosion, flow chart, soil moisture map, digital elevation model, image interpretation*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

*This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.*

## Sammanfattning

En betydande areal torvtäckt mark dikades i Sverige under första halvan av 1900-talet i syfte att omvandla myrimpediment till produktiv skogsmark. Många av diken hos markvärden för denna studie, Svenska Cellulosa AB (SCA), är nu i behov av rensning för att produktionen skall bibehållas. Rensning medför också allvarliga miljörisker. Det finns behov av metoder för att i fält avgöra vilka diken som är miljömässigt acceptabla samt lönsamma att rensa men även metoder för att finna gamla diken hos markägare med stora markinnehav. Med stöd av litteratur och fältbesök på 17 dikade ståndorter i Västerbotten och Medelpad tas det i denna studie fram ett flödesschema med indikatorer som talar för eller emot att dikesrensning är lämplig.

Rensning bör endast utföras om risken för erosion är låg och om det är möjligt att vidta vattenskyddsåtgärder. För god lönsamhet bör rensning främst ske på bördiga lokaler, med välstrukturerade dikessystem och när försumpning efter slutavverkning försvårar en god föryngring. Med SCA:s markfuktighetskarta som grund togs en metod fram för att finna dikad mark. Metoden testades med bildtolkning av en höjdmodell samt fältbesök. Med modellen lyckades det att selektera fram de bestånd som var mest sannolika att innehålla diken och det visade sig att upp emot hälften av de fuktigaste bestånden var dikade. Trots detta är det tveksamt om metoden fungerar nog bra för att användas i praktiken. Endast en femtedel av de funna diken fanns med i SCA:s beståndsregister vilket bekräftar att det finns behov av metoder för att finna diken.

## Abstract

A significant area of peat-covered lands was drained in Sweden during the first half of the 20th century with the aim of transforming mires to productive woodlands. Many of the drainage projects are now in need of ditch network maintenance (DNM) to maintain forest growth. This is an issue for the land host of this study, Svenska Cellulosa AB (SCA). Ditch cleaning also entails serious environmental risks. There is a need for methods 1) to determine in the field which ditches are environmentally acceptable and profitable to maintain, and 2) to help large forest landowners to find old ditches. Based on the literature and field visits to 17 drained sites in the provinces of Västerbotten and Medelpad in North and Central Sweden, respectively, this study presents a flow chart with indicators to help determine whether or not DNM is appropriate.

DNM should only be performed if the risk of erosion is low and if it is possible to take water protection measures. For good profitability, DNM should primarily take place on fertile soils, with well-structured ditch systems and when waterlogging after final felling may prohibit a successful reforestation. With SCA's soil moisture map as a basis, a method was developed to find drained forest lands. The method was tested with image interpretation of a digital elevation model and field visits. The model proved successful in selecting the stands that were most likely to have ditches. Almost half the number of the wettest stands turned out to be drained in Västerbotten. Despite this, it is doubtful whether the method works well enough to be used in practice. Only one fifth of the discovered ditches were found in the SCA stand register, which confirms that there is a need for methods to find the ditches.

# 1. Inledning

Detta arbete avser att redogöra för behovet av rensning av diken på torvmark och fastmark samt faktorer att beakta ifråga om rensning kan vara lönsam och acceptabel från miljösynpunkt eller inte. Markvärd för arbetet har skogsbolaget SCA varit. Med en markfuktighetskarta som grund tas även en enkel metod fram som för att underlätta sökandet av dikad mark på markvärdens skogsinnehav.

Ungefär 10 miljoner hektar, en fjärdedel av Sveriges landareal, består av torvmark (6,4 M ha) eller våt fastmark (3,4 M ha). Omkring hälften (5 M ha) av dessa torvtäckta marker utgör produktiv skogsmark, som producerar mer än en kubikmeter per hektar och år. Skogsproduktionen beror till stor del på växtplatsens vatten-, näring- och klimatförhållanden (Hånell, 2009). I stora delar av den boreala zonen begränsas skogstillväxten av låg syretillgång orsakad av högt vatteninnehåll i rotzonen. Långvarigt hög grundvattennivå leder till högre dödlighet, lägre tillväxt och grunda rotsystem hos träden. Det kan även i sin tur orsaka torkstress vid torrperioder (Sikström och Hökkä, 2016). I boreala skogars fastmarker är det normalt kväve som är det begränsande näringsämnet (Luo et al. 2004), men på torvmark är det istället ofta tillgången på de bergartsbildande mineralen fosfor och kalium, i näringsfattig torv tillsammans med kväve, som begränsar tillväxten.

## 1.1 Dikningshistorik

Möjligheten att höja tillväxt genom dränering av torvmarker i Sverige nyttjades först i jordbruket. Redan på 1600-talet översåg kung Karl X Gustav personligen dikningen av Skede mosse på Öland. Dikning i syfte att höja virkesproduktionen, började långt senare, i mitten av 1850-talet. Dikningen nådde sin topp år 1933, då ca 10 500 km (50 000 ha) diken grävdes. Staten subventionerade då dikning för att motverka den allvarliga arbetslösheten som rådde under ”depressionen”. Därefter minskade dikningen och under 1990-talet hade den praktiskt taget upphört (Päivänen och Hånell, 2012), främst på grund av ökad miljömedvetenhet, krav på tillstånd för markavvattning (från 1986) och kostnader för dessa tillstånd.

Sammanlagt har 1,5–2 M ha torvtäckt mark dikats för att höja virkesproduktionen (Hånell, 2009). Skogsdikenas funktionsduglighet avtar med tiden, olika beroende på de naturliga förutsättningarna, och ett behov av att rensa skogsdiken har vuxit fram. Kanske är detta behov tydligast angivet i Skogsutredningen 2004 (Mikaelsson, 2006) där dikesrensning anges som ett sätt att höja skogsproduktionen i landet.

## 1.2 Typer av dikning och maskinval

Det finns två typer av skogsdikning, med olika syften och regelverk. *Markavvattning*, för att permanent sänka grundvattnet i syfte att höja skogsproduktionen och som kräver tillstånd från Länsstyrelsen. *Skyddsdikning*, som inte är tillståndspliktig utförs för att tillfälligt motverka att grundvattnet stiger till en oacceptabelt hög nivå för den nya generationen skog efter en slutavverkning. Skyddsdikeyn får ej vara djupare än 0,5 m och får inte underhållas/rensas. Rensning av diken får alltså endast utföras efter en tidigare markavvattning och inte djupare än det ursprungliga dikesdjupet (Skogsstyrelsen, 2018).

I ett dikessystem kan det finnas ett antal olika typer av diken med olika funktioner. Avskärningsdikens syfte är att förhindra markvatten att rinna in i området. Tegdiken fångar

upp ytvatten och leder det vidare mot huvuddiket som samlar in vatten från alla diken (Magnusson, 2015).

Dikesrensning kan utföras med såväl specialiserade maskiner (t.ex. Varanen) som konventionella grävmaskiner. De specialiserade är ofta smidiga med anpassade skopor för att minimera skador på dikeskanter och är lämpliga vid rensning i samband med gallring. Konventionella bandgrävare kan utrustas med mer eller mindre anpassade skopor och lämpar sig bäst vid dikesrensning efter slutavverkning. Bandgrävare är lättillgängliga och kan även användas till att markbereda, laga markskador och de arbetar dessutom snabbare än Varanen (Bertland och Käll, 2011).

SCA värderar bandgrävarens flexibilitet och ser det som mest rationellt att samordna dikesrensning i samband med slutavverkning. Därför kommer detta arbete fokusera på dikesrensning efter slutavverkning och inte vid gallring.

### 1.3 Behovet av dikesrensning

Ett skogsdikes funktion kan reduceras på flera sätt, bland annat genom erosion, igenslamning, igenväxning och kompaktering av torv. Detta ändrar formen på diket varpå dess förmåga att transportera vatten minskar och grundvattennivån höjs. För att bibehålla god virkesproduktion behövs således att diket underhålls (Päivänen och Hånell, 2012).

Dikesrensning har visat sig kunna sänka grundvattennivån och i vissa fall också höja skogsproduktionen (Sikström och Hökkä, 2016). I andra fall, där diken inte har gett nämnvärd effekt på skogsproduktionen kan dikesrensning bli direkt olönsam. Data baserat på Riksskogstaxeringens inventeringar av dikens funktionalitet och bottenkick, pekar på att minst 400 000 ha är i behov av dikesrensning (Hånell, 2009). I Finland dikesrensas ungefär 75 000 hektar varje år, men i Sverige har åtgärden hittills endast utförts i begränsad utsträckning (Päivänen och Hånell, 2012).

Tillväxtökningar till följd av dikesrensning, 0,5–1,8 m<sup>3</sup>/ha/år under 15–20 år, har påvisats (Sikström och Hökkä, 2016). Det avsåg tallbestånd (20–150 m<sup>3</sup>sk/ha) på torvmark. I vissa fall gav dock inte dikesrensning någon effekt alls. En slutsats av studien var att *det finns ett behov av bättre kunskap av sambandet mellan markfuktighet och trädutväxt, och att ett praktiskt verktyg för bedömning av behovet av dikesrensning i fält ännu saknas.*

### 1.4 Miljökonsekvenser

Utöver lönsamheten av dikesrensningen måste också miljöeffekten beaktas och frågan om nyttan väger tyngre än miljökonsekvenserna klargöras. Dikning har i vissa områden nästan fördubblat den totala längden vattendrag (Hasselquist et al. 2017) och därför kan dikesrensning ha stor inverkan på vattenkvaliteten, även långt nedströms. Dikning och rensning kan ha såväl positiva som negativa effekter på vattenkemin och den främsta problematiken ligger i erosion av mineralpartiklar (Painter et al. 1974, Stenberg et al. 2015, Joensuu et al, 2002). Att utveckla riktlinjer för bedömning av behov av dikesrensning kan vara det effektivaste sättet att begränsa skador på miljön, så att det inte rensas fler diken än nödvändigt (Nieminen et al. 2018).



## 1.5 Behovet att finna dikad mark

Merparten av skogsdiken på SCA's marker grävdes för nästan 100 år sedan och informationen om var de är belägna är bristfälliga. Viss information från fältbesök finns införda i register (SkogsGIS) men *det finns ett behov av att utveckla metoder för att finna bestånd med diken, som ett steg i planeringen för att utföra dikesrensning i bestånd som skall slutavverkas.*

Diken kan under rätt förhållanden synas i Lantmäteriets höjdmmodell, som är en modell av markytan framtagen från laserdata. Försök har gjorts av bland annat Jordbruksverket att ta fram metoder för att automatiskt finna diken och stenmurar på jordbruksmark (Jacobsson et al. 2011). Utifrån statistiska analyser i laserdata lokaliserades öppna diken, men träffsäkerheten begränsades kraftigt av täckande vegetation. De poängterades att ”människan är bättre att tolka inhomogena bilddata än datorn”. Denna metod torde således inte vara lämplig när det gäller att finna diken i skog eftersom mycket av punktsvärmen i laserdata fastnar i krontaket i slutna bestånd. Punkttätheten blir då lägre på markskiktet (Lantmäteriet, 2018).

Markfuktighetskartan framtagen av lantmäteriet baseras på laserdata och visar med pixlar i ett raster ett modellerat avstånd till grundvattennivån. Varje pixel i höjdmodellen tilldelas en flödesriktning som ackumuleras till vattendrag. Avståndet till grundvattennivån beror på uppsamlingsområdet för respektive pixel (Skogsstyrelsen 2016). SkogForsk har utvärderat denna karta och kom fram till att den visade rätt markfuktighetsklass i 70% av fallen och ännu bättre (86 %) när områden med diken undantogs. Det finns varianter av dessa kartor som skogsbolag har utvecklat själva. SCA har utvecklat en egen markfuktighetskarta, KROM-kartan (Körskade RiskOMråde), som används för att urskilja områden med körrisker för skogsmaskiner. I detta arbete har denna karta använts som grund för en metod att underlätta sökandet efter dikad mark.

### Syfte

Syftet med denna studie är att för markvärden SCA utarbeta ett beslutsstöd för skogsskötselåtgärden dikesrensning efter slutavverkning, utformat för att (1) från tillväxtpunkt bedöma behov av dikesrensning, och för att (2) från ekonomiska och miljömässiga utgångspunkter bedöma om det är lämpligt att dikesrensa. Studien syftar också till att (3) ta fram och testa en metod som kan underlätta sökandet av dikad mark.

## **2. Material och metoder**

### **2.1 Beskrivning av dikade bestånd**

Under fältarbetet besöktes 30 bestånd varav 17 var dikade, både på torvmark och fastmark. Den vanligast förekommande ståndortstypen bland dikade bestånd var (enligt torvmarksschemat) ”Blåbärstyp-fräkentyp”, även om näringsrika ”Örttyper” förekom. Ingen ståndortstyp var av lägre produktivitet än ”Lingon-odon-skvattram”. I bottenskiktet var såväl sumpmossor som friskmossor vanliga och med stor variation inom bestånden. Bestånden var generellt fuktiga till friska. Vissa bestånd var dock så pass blöta att det går att ifrågasätta om skogsbruk bör bedrivas där, medan andra bestånd var friska nog för att fråga sig om dikena hade någon betydelse för skogsproduktionen.

Merparten av dikena var i behov av rensning, främst på grund av igenväxning, i vissa fall till den grad att dess vattenledande förmåga nästan upphört. I ett fall blockerades även dikena av avverkningsrester och körskador från en slutavverkning. Många bestånd innehöll endast ett enskilt dike eller så var de glest grävda. Få bestånd var systematiskt dikade med dikesavstånd kring 50 meter vilket också bildtolkningen av höjdmodellen indikerade.

Beståndsegenskaper som ståndortstyp, bottenskikt, dikesfunktion, markfuktighet och dikesavstånd är viktiga att beakta när behov av dikesrensning skall bedömas. Därtill måste miljöriskerna från en dikesrensning analyseras och vägas mot nyttan. Att fastställa om dikesrensning är en lönsam samt miljömässigt acceptabel skötselåtgärd omfattar alltså många faktorer som gör bedömningen komplex. Beslutstödet bör navigera användaren mellan dessa faktorer på ett användarvänligt sätt och lyfta fram de viktigaste indikatorer för rensningsbehov.

### **2.2 Finna dikade bestånd med hjälp av KROM-kartan**

Tidigare studier (Jacobsson et al. 2011) har påvisat svårigheten att med fjärranalys automatiskt finna dikesstrukturer i laserdata och att människor ofta är bättre på att se dessa strukturer i höjdmodellen än datorer. Därför testades här en mer indirekt metod för att finna diken, med antagandet att diken är grävda på fuktig/blöt mark. Bestånd sorterades med KROM-kartan efter hur stor andel av arealen som var blöt/fuktig eftersom sannolikheten för förekomst av diken är störst där. Effektiviteten av denna metod testades genom visuell tolkning av bestånd i en höjdmodell. Bedömningen av den visuella bildtolkningen verifierades sedan med fältbesök. Resultatet av bildtolkningen jämfördes med SCA:s beståndsregister och de upplysningar om diken som finns där.

#### **2.2.1 Indelning av bestånd i fuktighetsklasser**

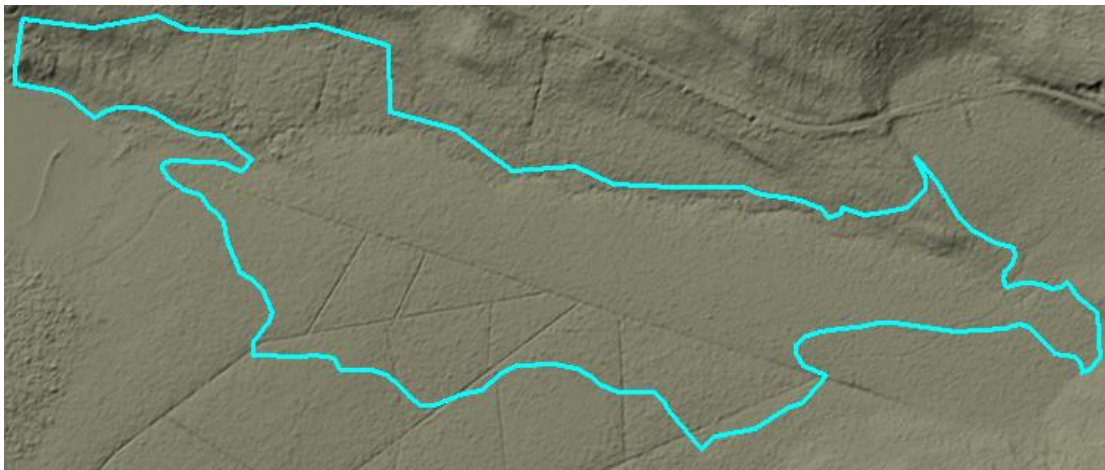
Sortering av bestånden utfördes med Modelbuilder i ArcMap och området som analyserades var Medelpads och Västerbottens förvaltningar. Ur SCA:s beståndsregister ”Skogsmark” i SkogsGis valdes äldre bestånd (Utvecklingsklass: Äldre skog) ut eftersom dikesrensning avses att utföras efter slutavverkning. KROM-kartan är ett raster som består av pixlar med värden mellan 0–254, där låga värden motsvarar ett litet modellerat avstånd till grundvattennivån. I denna studie valdes pixlar med värden under 100 för att motsvara fuktig mark. För varje bestånd beräknades andelen av arean som täcktes av dessa pixlar från KROM. Därefter kategoriserades bestånden in i fem fuktighetsklasser efter KROM-kartans täckning av bestånden (Tabell 1).

**Tabell 1.** Indelning av fuktighetsklasser efter andel täckning av pixlar med värden under 100 i KROM-kartan

Fuktighetsklass	Andel täckning av KROM (%)
1	0-20
2	20-40
3	40-60
4	60-80
5	80-100

### 2.2.2 Bildtolkning av höjdmodell

Det lottades ut 40 bestånd för varje fuktighetsklass och förvaltning, vilket summeras till 400 bestånd ( $40 \cdot 5 \cdot 2 = 400$ ). Varje bestånd bildtolkades i höjdmodellen med visst stöd av ortofoton. Bestånden delades in i kategorierna "Diken funna" (DF), "Möjliga diken funna" (MDF) och "Diken ej funna" (DEF). Den första beståndskategorin utmärks av att tydligt innehålla strukturerade dikessystem eller enstaka tydliga raka strukturer (Figur 1). Dikens synlighet kan förstärkas av ortofotot och vegetationen runt diken (Figur 2). Den andra kategorin innehåller ett eller två misstänkt raka linjer i höjdmodellen som kan vara diken (Figur 3) och den sista kategorin saknar helt tecken på diken.



**Figur 1.** Ett tydligt exempel på ett systematiskt dikat bestånd (DF) i höjdmodellen.



**Figur 2.** På ortofotot syns det väl hur vegetationen skiljer sig längs med dikena.



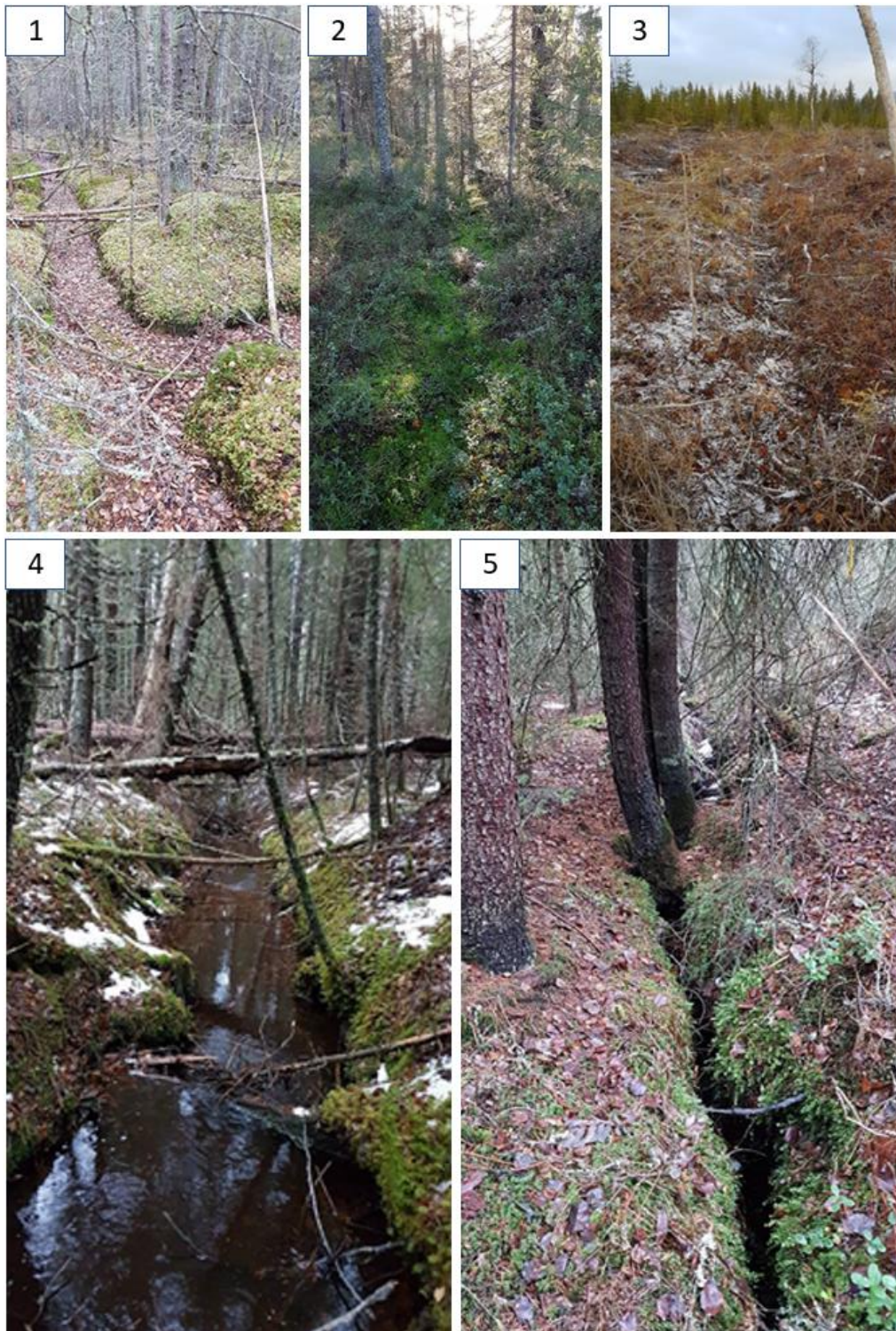
**Figur 3.** I höjdmodellen syns två diffusa linjer som kan vara diken och det bedömdes som MDF. Detta förstärks av strukturerna vänster i bild som visar att dikning utförts i området. Vid fältbesök kunde det dock konstateras vara en bäck.

Vissa bestånd var tydligt inaktuella för skogsbruk och bedömdes därför inte i bildtolkningen. Det kunde vara svårdrivna skogsholmar på myrar, öar och bestånd med skötselklassen "NO" som skall lämnas orörda. Bestånd mindre än en hektar bedömdes inte heller. Vid dessa situationer valdes nästkommande bestånd i listan

### 2.2.3 Fältarbete-verifiering av bildtolkning

Av de 400 bestånden slumpades tre stycken i varje fuktighetsklass för respektive förvaltning. Dessa tre bestånd fördelades mellan kategorierna (DF, MDF, DEF), vilket resulterade i 30 bestånd ( $3 \cdot 5 \cdot 2 = 30$ ). Dessa bestånd inventerades i fält för att verifiera bedömningen i bildtolkningen. I Västerbotten fanns det dock inget bestånd bildtolkat som MDF i fuktighetsklass 1 och därför slumpades ett extra bestånd utan funna diken.

Bestånden söktes igenom i transekter med extra koncentration på områden där höjdmodellen visade tecken på diken. I fält var det ofta enkelt att finna diken (Figur 4) men det fanns undantag. Vissa diken var igenväxta till den grad att de knappt syntes. Några bestånd var nyligen slutavverkade vilket försvårade upptäckten av diken eftersom de var täckta av avverkningsrester. Diken utmärks i första hand av att de är rakt grävda men ibland även av att en vall av uppgrävd jord kan synas vid dikeskanterna. Dessa två signalement var av stor vikt när diken särskildes från naturliga vattendrag, men sådana kan ha rätats för att leda bort vatten mer effektivt.



**Figur 4.** Bild 1 visar ett dike som är uttorkat efter en torr sommar. Diket på bild 2 är kraftigt igenväxt och ett nytt naturtillstånd är nära. Bild 3 åskådliggör ett dike helt täckt av avverkningsrester som sänker dikets funktion. Den äldre skogen hade i detta fall hunnit bli avverkat och uppgifterna om utvecklingsklass i SkogsGis var ej ajourhållna. Diket på bild 4 är förmodligen en rätad bäck med ett kraftigt vattenflöde och vid dikeskanten syns en vall av uppgrävd jord. Bild 5 visar ett kraftigt igenväxt dike. Trots det verkar diket dränerande och ett nytt naturtillstånd har ännu inte uppstått. (Foto: Elias Hannus, SLU.)

## **3. Resultat**

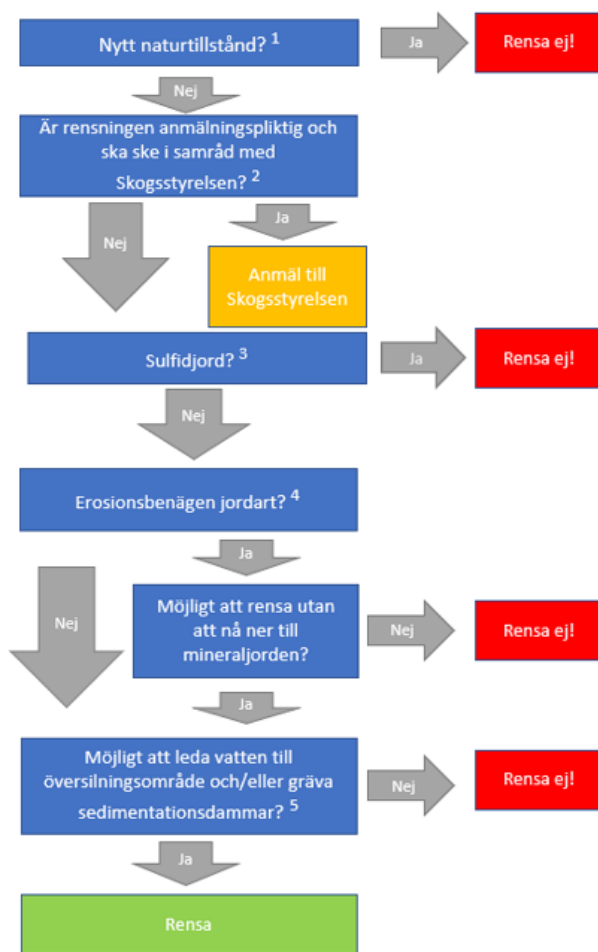
### **3.1 Beslut om dikesrensning ska utföras**

När beslut om huruvida dikesrensning skall utföras måste beslutsfattaren väga in flera faktorer och ta ställning till när miljökonsekvenserna väger tyngre än produktionsnyttan. Innan ett beslut tas måste en riskbedömning genomföras med avseende på om en dikesrensning påverkar naturvärden och vattenkvaliteten negativt. Hänsyn skall både tas på beståndsnivå, närliggande bestånd som kan påverkas och mottagande vattendag nedströms dikessystemet. Om risker föreligger ska en bedömning göras om huruvida vattenskyddsåtgärder kan reducera oönskade följd effekter. Först om det kan klargöras att en dikesrensning är försvarbar från miljömässiga utgångspunkter finns anledning att närmare utreda dess lönsamhet.

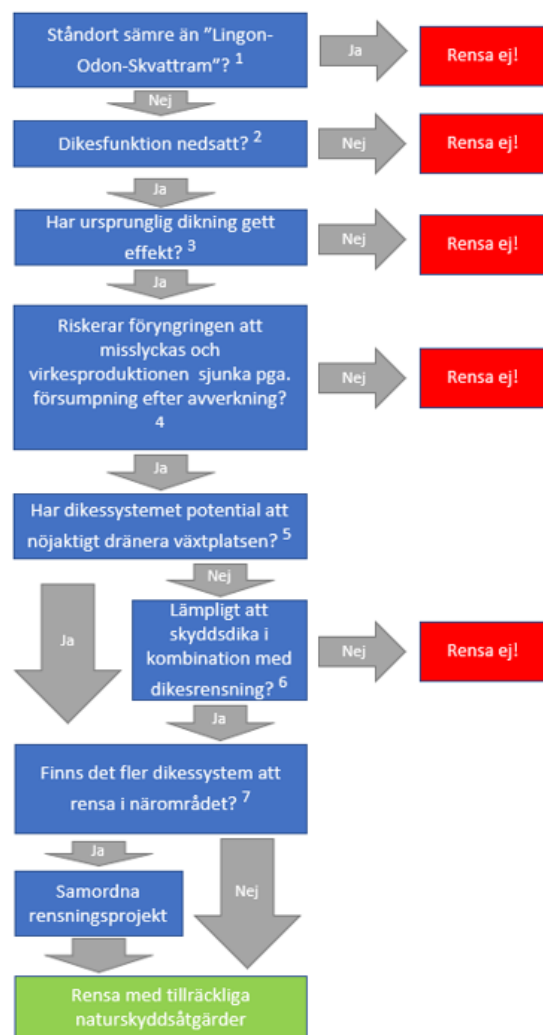
Det är svårt att avgöra om en dikesrensning är lönsam. Bedömningen bör ta hänsyn till ståndortens bördighet, markfuktighet, dikets funktion och förmåga att dränera marken från grävningstillfället och därefter. Biomassauttaget av en slutavverkning måste också beaktas och den höjning av grundvattennivån det medför, samt hur föryngringen därefter skall säkerställas.

De avvägningar och bedömningar som gjordes under fältarbetet har sammanfattats i ett schema (Figur 5) som innehåller de faktorer och frågeställningar som bör beaktas vid beslutet om det från miljö- och lönsamhetssynpunkter är försvarbart att dikesrensa. Schemat består av två delar. Den första berör frågor om miljöeffekter och andra delen lönsamhetsaspekten av dikesrensning. Fullständigt beslutstöd ligger bland bilagor med viktiga indikatorer som fältpersonal bör uppmärksamma och som kompletterar schemat.

### 1. Miljömässigt försvarbart att dikesrensa?



### 2. Är det lönsamt att rensa diket?



**Figur 5.** Schema för beslut om dikesrensning som vägleder användaren genom frågor som hanterar miljörisker och lönsamheten av dikesrensning. Fotnoterna i schemat hänvisar till kompletterande information som finns i bilagor.

## 3.2 Återfunna diken

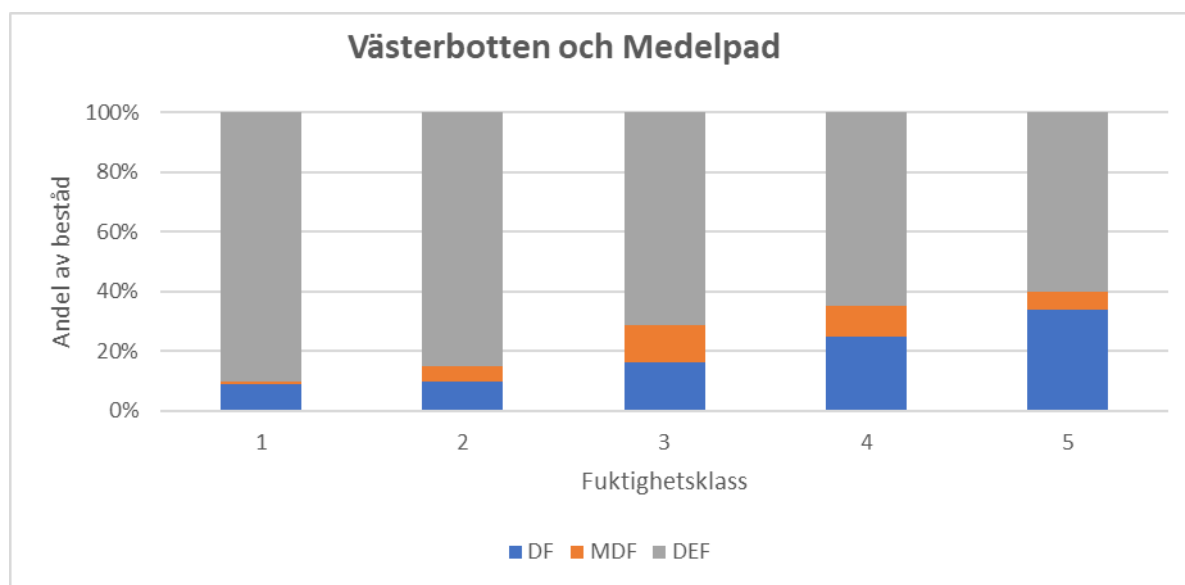
### 3.2.1 Bildtolkning

Totalt bildtolkades 400 bestånd, varav 72 (18 %) bedömdes innehålla diken. Förekomsten av diken ökade med andelen täckning av KROM och fuktighetsklass 5 innehöll flest (34 %) dikade bestånd (Figur 6). Av de funna dikena (72 st) fanns 63 % i fuktighetsklass 5 och 4. SCA:s beståndsregister innehöll 21 % av de funna dikena.

200 bestånd bildtolkades i Västerbotten och 22 % av dessa innehöll diken. Förekomsten ökade ju högre fuktighetsklassen var. Klass 4 och 5 innehöll 28 % respektive 48 % dikade bestånd (Tabell 2), som tillsammans motsvarade 71 % av alla funna diken i Västerbotten.

200 bestånd bildtolkades också i Medelpad där 16 % av bestånden innehöll diken, men sambandet mellan fuktighetsklass och förekomst av diken var inte lika tydligt som i Västerbotten. Fuktighetsklass 4 innehöll 23 % dikade bestånd medan klass 5 innehöll 20 %. Dessa två klasser motsvarade 53 % av återfunna dikade bestånd.

De fuktigaste bestånden tenderade att ha betydligt mindre areal än de övriga (Tabell 2). Den sammanlagda arealen av fuktighetsklass 1 var inte ens hälften av arealen i klass 5. Trots detta innehöll klass 5 flest dikade bestånd.



**Figur 6.** Andel av bildtolkade bestånd i Västerbotten och Medelpad som bedömts innehålla diken (DF), möjliga diken (MDF) och inga diken (DEF). Fuktighetsklasserna 1–5 motsvarar 0–20, 21–40, 41–60, 61–80 respektive 81–100 % täckning av KROM-kartan.

**Tabell 2.** Andel bestånd med funna diken (DF) och sammanlagd bildtolkad areal i Västerbotten och Medelpad

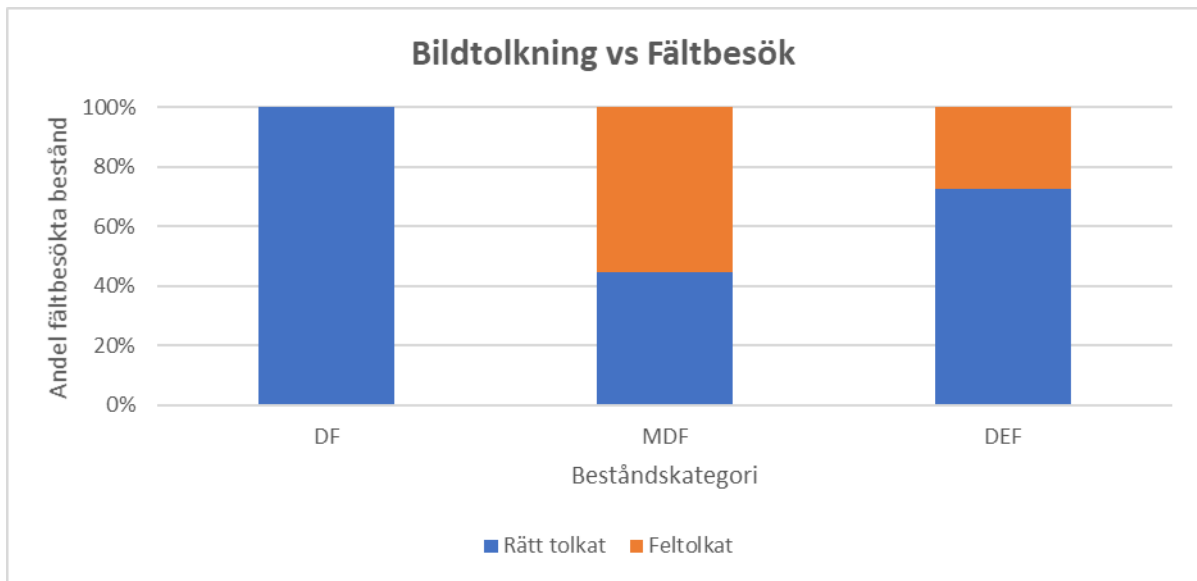
Fuktighetsklass	Västerbotten (%)	Medelpad (%)	Bildtolkad areal (ha)
1	5	13	403
2	13	8	418
3	15	18	289
4	28	23	328
5	48	20	195



### 3.2.2 Fältarbete – Verifiering av bildtolkning

Alla slumpade bestånd som var klassade ”DF” i bildtolkningen visade sig också innehålla diken när de besöktes i fält (Figur 7). Bland bestånd klassade som ”MDF” innehöll fyra av nio (44%) bestånden diken och i klassen ”DEF” innehöll tre av de elva bestånden diken (27 %).

Av de 17 bestånd med diken bedömdes 65 % vara i behov av rensning vid fältbesöket. Av de diken som bedömdes vara fungerande flödade det rikligt med vatten och det kan inte uteslutas att vissa av dem var rätade naturliga vattendrag.



**Figur 7.** Bildtolkningen av höjdmodellen verifierades genom fältbesök vilket visade att många diken inte syns i höjdmodellen.

## 4. Diskussion

### 4.1 1 Är det försvarbart att dikesrensa med avseende på miljöeffekterna?

Den rubricerade frågan bör klaras ut innan dikesrensningens eventuella lönsamhet behandlas. Den kunskap som finns om miljöpåverkan av dikesrensning har lett till ett regelverk där de myndigheter som i första hand kan vara en markägare behjälplig med information och ev. tillstånd är Skogsstyrelsen och Länsstyrelsen.

#### 4.1.1 Nytt naturtillstånd och samråd

När det gäller diken som är helt igenväxta och där ett nytt naturtillstånd har uppstått får rensning inte ske utan tillstånd (för markavvattning) från Länsstyrelsen. I Skogsstyrelsens författningssamling (2013) definieras begreppet så här: ”Nytt naturtillstånd, stadiet efter att diket successivt och under lång tid växt igen och förlorat sin vattenavledande förmåga samtidigt som flora och fauna eller naturmiljön i övrigt i omgivande skogsmark under tiden efter senaste dikningen förändrats och detta naturtillstånd skulle försvinna genom en rensning”. Denna bedömning skall göras för varje enskilt dike eller enskild sträcka och i många fall är det svårbedömt.

Dikesrensning är i vissa fall anmälningspliktig och skall ske i samråd med Skogsstyrelsen. I anmälan skall det ingå en karta med alla diken, sammanlagd längd på diken som skall rensas och vilka skyddsåtgärder som avses att göras för att begränsa skador på naturmiljö. Exempel på anmälningspliktig dikesrensning är (Skogsstyrelsen, 2013):

- när diken mynnar ut direkt i sjöar eller vattendrag.
- när risken för transport av partiklar till sjöar och vattendrag är uppenbar, exempelvis på objekt med hög andel lätteroderade jordar (finmo, mjåla och ler).
- när rensningen avser diken som direkt berör eller ligger i anslutning till områden med höga naturvärden vars arter kan hotas av rensningen.
- när rensningen berör värdefulla våtmarksmiljöer där naturvärdena är beroende av de hydrologiska förhållandena.
- när det gäller diken med långtgående igenväxning där ett nytt naturtillstånd ännu inte inträffat.
- när det är fråga om omfattande projekt där stora dikessystem skall rensas.

Av detta kan man dra slutsatsen att när dikesrensning planeras är det alltid klokt att ta kontakt med och samråda med Skogsstyrelsen.

#### 4.1.2 Effekter på vattenkvaliteten

Den största miljömässiga risken med dikesrensning är erosion av mineralpartiklar (Painter et al. 1974, Stenberg et al. 2015) och sedimentering av dessa partiklar som har en negativ inverkan på fiskpopulationer och bottenfauna i vattendrag (Rivinoja och Larsson, 2001). I en studie av Joensuu et al. (2002) mättes vattenkemin under tre år i 40 dikesrensade områden och i snitt uppmätte de efter rensningen nästan 10 gånger högre nivåer av partikeltransport än före rensningen. *Ökningen av erosion var framförallt kopplad till rensad dikeslängd, om diken rensats ner till mineraljorden eller inte och till partikelstorlek.* Hög vattenhastighet ökar risken för erosion (Doyle och Bernhardt, 2011) och i branta sluttningar kan erosion fortgå även i gamla diken (Painter et al. 1974).

Utlakning av organiskt löst kol tenderar att minska efter dikesrensning och den totala mängden löst kväve och fosfor påverkas inte. Däremot kan utförelse av kväve och fosfor i partikelform öka (Nieminen et al. 2017).

Bildning av biotillgängligt metylkvicksilver sker i syrefattiga miljöer som våtmarker, där det binder starkt till organiskt material. Utlakning av metylkvicksilver är starkt kopplat till uttransport av organiska partiklar. Förhöjd uttransport av kvicksilver har påvisats i samband med slutavverkning, körskador i anslutning till vattendrag och i stormskadad skog. Metylkvicksilvret kan nå skadliga nivåer för bland annat fiskar (Magnusson, 2015). Effekten av dikesrensning på utlakning av kvicksilver är inte helt klarlagd. Extrema halter av kvicksilver de första dagarna efter rensning (15 % av den normala årsmängden) uppmättes i ett fall av Hansen et al. (2013). Därefter återgick halterna till normala nivåer. I ett annat fall i studien kunde dock inga förhöjda halter av kvicksilver konstateras. *Det behövs mer forskning inom detta ämne men tills dess är det rimligt att utgå från att dikesrensning kan ha liknande effekter på utlakning av kvicksilver som de andra markstörningarna.*

Dikesrensning leder oftast till en höjning av pH-värdet i det avrinnande vattnet (Ramberg, 1981, Joensuu et al. 2002). Magnusson (2015) beskrev det som att diken punkterar torvlagret och att det minerogena grundvattnet med högt pH-värde avlämnas från den försurande torven. I det avseendet kan vattenkvaliteten förbättras av dikesrensning men det finns undantag. Dikning av järnsulfidrika jordar kan ge kraftig försurning när sulfidsvavlet i kontakt med syre omvandlas till svavelsyra, pH-värdet i jorden och det avrinnande vatten kan understiga 3. Järnet i sulfidjorden kan även bilda järnockra som ytterligare försurar och ger grumlingar i vattnet. Under denna försurningsprocess kan det bildas höga halter löst aluminium som kan ge utfällningar på fiskars gälar. Dessa typer av jordar förekommer längs kusten som någon gång täcks av saltvatten och de är särskilt vanliga längs Norrlands flacka kustland. En stor del av denna typ av mark har uppodlats till jordbruksmark, men kan ha återbeskogats (Magnusson, 2015). *På grund av risken för försurning bör inte dikesrensning på sulfidjordar utföras.*

#### **4.1.3 Vattenskyddsåtgärder**

Vid dikesrensning bör det alltid vidtas förebyggande åtgärder för att minimera erosion och läckage till vattendrag. Grumling kan reduceras genom att anlägga översilningsområden eller sedimentationsdammar. Nieminen et al (2018) utvärderade olika vattenskyddsåtgärder och de fann att effektiviteten av sedimentationsdammar varierade. Dammar grävda i erosionskänsliga jordar ledde till ett ökat läckage, medan läckaget minskade i övriga dammar. Stora dammar (>400 m<sup>3</sup>) kan reducera utsläppen med upp till 50%. Att lämna dikesavsnitt orensade kan till viss del filtrera vattnet, sänka vattenhastigheten och minska dikesytan som eroderar. Översilningsområden är den mest effektiva åtgärden, men det är inte möjligt att genomföra i alla situationer. I vissa fall finns det inte lämpliga områden tillgängliga att leda vattnet till för filtrering och ibland kan marken vara för plan, vilket innebär att översilningsområdet kan försvåra dränering av marken och stora område kan försumpas. *Eftersom det är svårt att på ett effektivt sätt fånga upp eroderat material bör erosion minskas genom att inte dikesrensa i onödan, sänka vattenflödets hastighet och inte rensa ner till mineraljorden.*

Förutsättningarna till förebyggande vattenskyddsåtgärder varierar mellan bestånd. Om möjligt bör både översilningsområden och sedimentationsdammar anläggas. Ett alternativ är att gräva om diken så att de slutar blint. Då skapas ett litet översilningsområde i beståndet som också sänker vattenhastigheten. Om det kan göras klart att en dikesrensning kan försvaras från

miljömässiga utgångspunkter, är nästa fråga att klara ut om rensningsprojektet kan göras lönsamt.

## **4.2 Är det lönsamt att rensa diket?**

### **4.2.1 Markens bördighet**

När det gäller boniteten efter dikning visar det principiella sambandet att dikning ger störst effekt på näringsrika ståndortstyper med höga temperatursummor (Hånell, 2008). ”Lingon-Odon-Skvattram” är en vanlig ståndortstyp i övre Norrland och kan i ett lokalklimat som motsvaras en temperatursumma av 1000 dygnsgrader efter dikning producera ca 3 m<sup>3</sup>sk/ha/år. Denna typ bör vara en lämplig gräns för dikesrensning. Enligt FSC:s standard skall inte lågproduktiva marker dikesrensas, utan ståndortstypen skall vara av fräkentyp eller bättre (2013). Här bör sägas att den begränsningen bygger på boniteringsschemat och ståndortsindelningen för fastmarker.

Ahtikoski m.fl. (2008) undersökte ekonomiska utfall av dikesrensning och fann att avkastningen på investeringen var högre på de bördigare ståndortstyperna. Studien baserades på mätningar från permanenta provytor på torvmark från stora delar av Finland (SINKA). Även Sikström och Hökkä (2016) anför ett antal studier av ekonomin med dikesrensning som pekar på att lönsamheten är låg på näringsfattiga marker. Internräntan för dikesrensning befanns vara låg (0–2,5%), medan kompletteringsdikning däremot var en mer lönsam åtgärd.

### **4.2.2 Hydrologi och beståndsvolym**

Det bör även beaktas att den önskade effekten av dikesrensning kan utebli för att marken inte är blöt nog. Hasselquist et al. (2017) modellerade avrinningsområden för diken utifrån en höjdmodell och resultaten tydde på att 25–51 % av dikena i Krycklans avrinningsområde i Västerbotten kunde lämnas orensade. Studien bygger inte på direkta mätningar, utan på algoritmer med olika tröskelvärden av avrinningsarealer som initierar vattenflöden i diken, men resultaten manar till extra försiktighet när lönsamheten av en dikesrensning ska beräknas.

Ett uppenbart krav för att rensa ett dike är att dess funktion skall vara nedsatt, så att rensningen får effekt, men diken kan snabbt växa igen efter en slutavverkning med det ljustinsläpp som en sådan innebär. För att en rensning skall höja skogsproduktionen måste också den ursprungliga dikningen ha gett effekt. Detta kan vara svårt att bedöma, men om träden stod där innan dikningen utfördes kan tillväxtresponsen utläsas i borrhprover. Det kan ge ett kvitto på både effekten av att dränera marken och om marken är nog näringsrik.

Sarkkola et al. (2012) undersökte hur tillväxtresponsen av dikesrensning korrelerade till grundvattennivån före rensning. Mätningar visade att tillväxtökningarna minskade med lägre grundvattennivå. Rensningsbehovet av dikena bedömdes visuellt utifrån dess skick, men behovet överskattades i fall där grundvattennivån var låg. Resultatet tydde på att grundvattennivån ska ligga grundare än 25–30 cm för att dikesrensning ska ge god effekt och att nivåer kring 35–40 cm gav liten effekt. Även Sikström (2016) poängterade att rensningsbehovet ofta kan överskattas om enbart en visuell bedömning av dikena utförs.

Sarkkola et al. (2010) undersökte även förhållandet mellan beståndsvolym och grundvattennivåer sommartid. Han slog fast att dikesrensningen i bestånd med högre volym än 150 m<sup>3</sup>sk/ha har marginell effekt på beståndets utveckling, eftersom evapotranspirationen i så virkesrika bestånd håller grundvattennivån nere.

När ett bestånd slutavverkas leder det till en drastisk minskning av evapotranspirationen. Höjda grundvattennivåer på både torvmark och mineraljord efter avverkning har rapporterats av flera, bl.a. Sikström och Hökkä (2016). Slutavverkning kan höja grundvattennivån upp till 40 cm, men i allmänhet kring 10–30 cm. Ett virkesuttag på 10–15 m<sup>3</sup>sk/ha motsvarar ungefär en centimeter höjd grundvattennivå (Ahti och Hökkä, 2006), vilket bör beaktas om marken är fuktig redan innan avverkning. Fuktig mark utmärks bland annat av granar som står på socklar och hög andel sumpmossor i bottenskiktet. Norska studier har visat att dräneringen var otillräcklig för god skogstillväxt om mer än 20 % av bottenskiktet bestod av sumpmossor (Haveraaen, 1969)

Dikesrensningens tillväxthöjande effekt (0,5–1,8 m<sup>3</sup>sk/ha/år i 15–20 år) i gallringsskog är sedan tidigare dokumenterad liksom att rensningen kan tidigarelägga andragallring med fem år (Hynynen et al. 2002), men efter en slutavverkning bör kanske effekten istället uttryckas i termer som plantöverlevnad och höjdtillväxt. Lettiska studier har visat 50 % lägre höjdtillväxt hos plantor vid försumpade förhållanden (Finér et al. 2018), vilket också styrks med labbresultat från Boggi (1973) och Leiffers och Rothwell (1986). Det primära målet med en dikesrensning efter slutavverkning bör vara att säkerställa en god förnygring, men studier om utebliven rensning och de ekonomiska konsekvenserna av fördröjd ungskogsfas, reducerad planttillväxt och plantöverlevnad har inte rapporterats.

Schablonmässigt antas en kilometer diken ha förmågan att dränera fem hektar torvmark, dvs. ett medelavstånd av 50 meter mellan dikena (Hånell, 2009). Resultaten från fältbesöken och bildtolkningen tydde dock på att dikesavståndet ofta är större än så. Därmed uppnås kanske inte önskad effekt av en dikesrensning. Ofta är det endast frågan om ett dike i bestånden och då är det tveksamt om det har potential att dränera marken tillräckligt efter en slutavverkning. I sådana fall kan det vara en god ide att utföra en skyddsdikning tillsammans med dikesrensning, eller rentav ansöka om kompletteringsdikning om miljöhänsynen så tillåter. Det enskilda dikets läge i terrängen bör också beaktas. Om det har funktionen att skära av flödet av markvattnet till beståndet kan det kanske vara lönsamt att rensa, liksom ifall det är beläget i en mycket bördig del av beståndet där tillväxten skulle svara bra på en rensning. När det är fastslaget att en dikesrensning vore en lönsam åtgärd är det en god idé att söka efter fler dikessystem att rensa i närområdet för att sänka rensningskostnaden (kr/m).

Det görs inga anspråk på att det här presenterade beslutsstödet skall vara heltäckande och hantera alla frågor rörande dikesrensningens miljöeffekter och lönsamhet. Schemat berör till exempel inte frågor rörande flyttkostnader av maskiner, avstånd till rensningsprojekt, areal av rensat bestånd och klimatets roll för rensningsbehov. Beslutsstödet hanterar inte heller speciella fall där eventuella rekreativvärden berörs eller om rensning kan ha inverkan på dricksvatten i vattenbrunnar. Ett mer detaljerat schema är möjligt att ta fram men på bekostnad av dess användarvänlighet. Det här framtagna schemat ger vägledning genom de viktigaste frågorna och belyser enkla indikatorer om rensningens lämplighet. De svåra bedömningarna bör ske i samråd med Skogsstyrelsen.

### **4.3 Bildtolkning**

Resultatet av bildtolkningen visar att det med den valda modellen var möjligt att urskilja de blöta bestånd som var mest sannolika att innehålla diken. Metoden fungerade bäst i Västerbotten, där bestånd med den högsta täckningsgraden av KROM innehöll diken i hälften av fallen och nästan lika många diken som resten av fuktighetsklasserna sammanlagt. I

Medelpad var inte denna trend tydlig och totalt förekom det inte diken lika frekvent som i Västerbotten. Det är viktigt att poängtera att arealen bestånd i den högsta fuktighetsklassen var liten, nära nog hälften av sammanlagd beståndsareal i de lägre fuktighetsklasserna. Trots det återfanns de flesta dikade bestånden i den blötaste klassen.

Resultatet av fältbesöken verifierade att förekomsten av diken inte överskattades vid bildtolkningen, men visade dock att stigar, bäckar och maskinspår kan förväxlas med diken. Antagandet att funktionen av många gamla diken var nedsatt och i behov av rensning styrktes av fältarbetet. Alla diken syntes inte i höjdmodellen, men många av dessa igenväxta diken kan vara nära ett nytt naturtillstånd och är därmed inte aktuella för rensning. Jämförelsen av bildtolkningens resultat och beståndsregistret underströk också att befintlig information om dikad mark är bristfällig.

Trots att metoden fungerar, blir frågan om den fungerar tillräckligt bra för att bygga vidare på och användas i praktiken av SCA. I Medelpad är det tydligt att den inte fungerar tillräckligt bra, då många fuktighetsklasser ligger kring 20 % dikad mark. Förekomsten av diken i den blötaste klassen i Västerbotten var dock hög (48 %) och där kan det vara praktiskt att använda denna metod. Orsaken till skillnaden mellan förvaltningarna beror förmodligen dels på slump och dels på högre förekomst av diken i Västerbotten. De blöta bestånden i Västerbotten upplevdes bestå mer av flack torvmark och därför var de lättare att bildtolka än ojämn blöt fastmark i Medelpad.

Metoden för att finna diken skulle kanske kunna förbättras genom att använda lägre pixelvärden än 100 för att dela in bestånden i fuktighetsklasser. På så vis skulle ännu fuktigare bestånd selekteras med eventuellt högre sannolikhet för förekomst av diken. Bildtolkningen av ortofoton och fältbesöken tydde dock på att urvalet av bestånd var rimligt. Bestånden i fuktighetsklass 4 och 5 var ofta torvtäkt och låg i anslutning till myrar.

Upplösningen av höjdmodeller begränsas av tätheten av markreturer från laserskanningen. Med den nya laserskanningen som utfördes år 2018 kan mer detaljerade höjdmodeller tas fram, vilket öppnar möjligheter för automatiserade metoder för att finna små strukturer som diken. Lidberg et al. (2017) visade att precisionen av kartläggning av vattendrag ökade med upplösning av höjdmodellen (DEM). Denna kartläggning bygger på beräkning av vattnets flödesriktning i en höjdmodell och tröskelvärden av avrinningsområden för att vattendrag skall bildas. Ågren och Lidberg (2019) fann att två hektar var ett lämpligt tröskelvärde. Genom att använda markfuktighetsdata (från Rikskogstaxeringen) med maskininlärning kan markfuktighetskartor modelleras fram med högre upplösning än kartor som endast baseras på arealbaserade tröskelvärden för djup till grundvattennivå. Maskininlärning är en datautvinningsteknik som hittar mönster i ett dataset och använder det för att förutspå nytt data (Lidberg et al. 2019). Kanske kan detta också vara en framtida metod för att finna diken, i kombination med högupplösta höjdmodeller. Oavsett metod kommer det nog uppstå problem med att finna igenväxta diken under tät skog eller att särskilja diken från raka naturliga vattendrag. Alltså finns risken att många diken missas eller att annat än diken hittas, såsom bäckar, maskinspår eller stigar. Därtill är torvmark ofta flack och modellering av flödesriktning är då ofta svår (Skogsstyrelsen, 2016).

Oavsett vilken metod som kan komma att användas för att finna diken i framtiden finns det helt klart utrymme för förbättring i SCA:s beståndsregister. Fältpersonal kan till skillnad från

fjärranalysmetoder hitta de mest svårfunna diken och med tiden kan kanske merparten av alla diken aktuella för dikesrensning bli kartlagda.

#### **4.4 Framtida forskning**

Framtida forskning bör fokusera på dikesrensningens effekt efter slutavverkning och hur det påverkar plantöverlevnad, höjdtillväxt samt dess ekonomi. Det behövs även fler studier om rensningens effekt på kvicksilverutlakning. Med stora framsteg inom fjärranalys kan kanske även Lidbergs metoder för att kartlägga vattendrag användas för att finna dikessystem.

#### **Slutsatser**

- Dikesrensning bör endast utföras på mark med låg risk för erosion av mineralpartiklar och vattenskyddsåtgärder skall tas för att reducera skador på det avrinnande vattnets kvalitet.
- Rensning bör främst utföras i strukturerade dikessystem på bördig mark där höjningen av grundvattennivån efter slutavverkning riskerar att hämma skogsföryngringen.
- Med den använda metoden för att finna diken, grundad på KROM-kartan, kunde de bestånd som mest sannolikt var dikade urskiljas, men det är tveksamt om den fungerar nog bra för att användas i praktiken.
- Bildtolkningen med höjdmodellen visade på brister i SCA:s register av dikade bestånd och att många diken är svåra att upptäcka.

## REFERENSER

- Ahti, E. och Hökkä, H. (2006). Effects of the growth and volume of Scots pine stands on the level of the water table on peat in central Finland. Proceedings of an international conference on hydrology and management of forested wetlands. April 8–12 2006, New Bern, North Carolina. p. 309–31
- Bertland, P. och Käll, D. (2011). *Prestations-och kvalitetsstudie av maskiner för rensning av skogsdiken*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet. Kandidatarbete i Skogshushållning (2011:02)
- Boggie, R. (1974). Response of seedlings of *Pinus contorta* and *Picea sitchensis* to oxygen concentrations in culture solution. *New Phytol.*73: 467–473.
- Doyle, M.W. och E.S. Bernhardt. (2011). What is a stream? *Environmental Science and Technology*45: 354–359.
- Finér, L., Čiuldienė, D., Libietė, Z. Lode, E., Nieminen, M., Pierzgalski, E., Ring, E., Strand, L. och Sikström, U. (2018). *WAMBAF – Good Practices for Ditch Network Maintenance to Protect Water Quality in the Baltic Sea Region*. Natural Resources and bioeconomy studies 25/2018. Natural Resources Institute Finland (Luke), Helsinki. 35 p.
- Hasselquist, E. Lidberg, W. Sponseller, R. Ågren, A. och Laudon, H. (2017). Identifying and assessing the potential hydrological function of past artificial forest drainage. *Ambio*, 47(5), pp.546–556.
- Haveraaen, O. (1969). *Forest ecological studies on old, drained peat land in Nord-Trøndelag*. - Scientific reports of the Agricultural University of Norway 48(1): 1-89.
- Hynynen J., Ojansuu R., Hökkä H., Siipilehto J., Salminen H. och Haapala P. (2002). Models for predicting stand development in MELA System. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja - The Finnish Forest Research Institute, Research Papers* 835. 116 p.
- Hånell, B. (2008). Handledning i bonitering. Del 4. Torvmark: praktiska anvisningar. Skogsstyrelsen.
- Hånell, B. (2009). *Möjligheterna till höjning av skogsproduktionen i Sverige genom dikesrensning, dikning och gödning av torvmarker*. In: Fahlvik, N., Johansson, U., Nilsson, U. (eds.). Skogsskötsel för ökad tillväxt. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport. Bilaga 4: 1–28.
- Jacobsson, T., Klang, K. och Klang, D. (2011). *Användning av data från NNH-projektet för detektion av landskapselement*. Jordbruksverket.
- Joensuu, S., Ahti, E och Vuollekoski, M. (2002). Effects of Ditch Network Maintenance on the Chemistry of Run-off Water from Peatland Forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 17:3, 238-247, DOI: 10.1080/028275802753742909
- Lepistö, A., Andersson, L., Arheimer, B. och Sundblad, K. (1995). Influence of catchment characteristics, forestry activities and deposition on nitrogen export from small forested catchments. *Water, Air, and Soil Pollution*, 84(1), 81–102.



- Lidberg, W., Nilsson, M., Lundmark, T och Ågren, A.M. (2017). Evaluating preprocessing methods of digital elevation models for hydrological modelling. *Hydrological Processes*. 2017; 31: 4660– 4668. <https://doi.org/10.1002/hyp.11385>
- Lidberg, W., Nilsson, M. och Ågren, A. (2019). Using machine learning to generate high-resolution wet area maps for planning forest management: A study in a boreal forest landscape. *Ambio*. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01196-9>
- Lieffers, V.J. och Rothwell R.L. (1986). Effects of depth of water table and substrate temperature on root and top growth of *Picea mariana* and *Larix lancia* seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 16: 1201–1206.
- Luo, Y., Su B., Currie W.S., Dukes J.S., Finzi A., Hartwig A., Hungate B., McMurtrie R.E., Oren R., Parton W.J., Pataki D.E., Shaw M.R., Zak D.R. och Field C.B. (2004). Progressive nitrogen limitation of ecosystem responses to rising atmospheric carbon dioxide. *Bioscience* 54(8): 731–739
- Magnusson, T. (2015). *Skogsskötselserien nr 13, Skogsbruk – mark och vatten*. Andra omarbetade upplagan, © Tord Magnusson och Skogsstyrelsen.
- Malmström, C. (1933). *Om näringsförhållanden och betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. En redogörelse för några belysande gödslingsförsök med träaska utförda å Robertsfors bruk i Västerbotten*. Meddelande från Statens Skogsförsöksanstalt 28: 571-650
- Nieminen, M., Piirainen S. Sikström U., Löfgren S., Marttila H., Sarkkola S., Laurén A. och Finér L. (2018). Ditch Network Maintenance in Peat-Dominated Boreal Forests: Review and Analysis of Water Quality Management Options. *Ambio* 47.5: 535–545
- Painter, R.B., Blyth, K., Mosedale, J.C och Kelly, M (1974). The effect of afforestation on erosion processes and sediment yield. *IAHS Publication* 113: 62–67.
- Rivinoja, P. och Larsson, S. (2001). *Effekter av grumling och sedimentation på fauna i strömmande vatten – En litteratursammanställning*. Umeå: Vattenbruksinstitutionen Rapport 31.
- Sarkkola S., Hökkä H., Ahti E., Koivusalo H. och Nieminen M. (2012). Depth of water table prior to ditch network maintenance is a key factor for tree growth response. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 649–658.
- Sikström, U. och Hökkä, H. (2016). Interactions between soil water conditions and forest stands in boreal forests with implications for ditch network maintenance. *Silva Fennica* 50. doi:10.14214/sf.1416
- Skogsstyrelsen. (2013). *Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om anmälnings-skyldighet för samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken avseende skogsbruksåtgärder*. Skogsstyrelsens författningssamling. SKSFS 2013:3
- Stenberg, L., Tuukkanen, T., Finer, L., Marttila, H., Piirainen, S., Kløve, B. och Koivusalo, H. (2015). Ditch erosion processes and sediment transport in a drained peatland forest. *Ecological Engineering* 75: 421–433

Ågren, A. M. och Lidberg, W. (2019). The importance of better mapping of stream networks using high resolution digital elevation models – upscaling from watershed scale to regional and national scales. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/hess-2019-34>

### Webbaserade källor

Skogsstyrelsen. (2016). *Markfuktighet - produktbeskrivning*. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/produktbeskrivning-och-teknisk-beskrivning/markfuktighetskarta---produktbeskrivning.pdf> [2019-05-07]

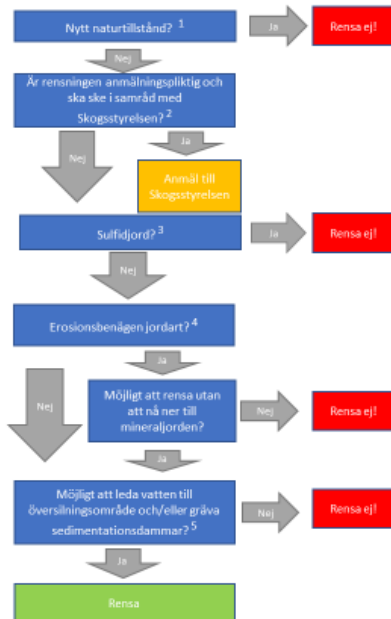
FSC, (2013). *FSC – Certifiering av mindre skogsbruk 16 - sid (2013)*. Din skog syns bättre om den märks FSC®-certifiering av mindre skogsbruk – ett starkt konkurrensmedel. FSC Tillgänglig: <https://se.fsc.org/se-se/dokument/informationsmaterial> [2019-02-18]

PEFC, (2017). *Svenska PEFC:s Skogsstandard PEFC SWE 002:4 2017-2022*. Tillgänglig: <https://pefc.se/pefc-standard-efc-swe-td-iv/> [2019-02-18]

Lantmäteriet, (2018). *Kvalitetsbeskrivning nationell höjdmmodell*. Tillgänglig: [https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/kvalitetsbeskrivning\\_nh\\_v1.2.pdf](https://www.lantmateriet.se/globalassets/kartor-och-geografisk-information/hojddata/kvalitetsbeskrivning_nh_v1.2.pdf) [2019-03-05]

## Bilagor

Bilaga 1. Fullständigt beslutstöd med kompletterande kommentarer för att bedöma miljörisker av dikesrensning.



### Miljömässigt försvarbart att dikesrensa?

#### Kommentarer:

1. "Nytt naturtillstånd: stadiet efter att diket successivt och under lång tid växt igen och förlorat sin vattenavledande förmåga samtidigt som flora och fauna eller naturmiljön i övrigt i omgivande skogsmark under tiden efter senaste dikningen förändrats och detta naturtillstånd skulle försvinna genom en rensning."

2. Exempel på när dikesrensning är anmälningspliktig:

- Rensning av diken som direkt mynnar ut i sjöar eller vattendrag.
- Rensning av diken där risken för transport av partiklar till sjöar och vattendrag är uppenbar, exempelvis på objekt med hög andel lättroderade jordar.
- Rensning av diken som direkt berör eller ligger i anslutning till ett sådant skogsområde som omfattas av 4 § föreskrifterna.
- Rensning av diken i eller i anslutning till värdefulla våtmarksområden där naturvärdena är beroende av de hydrologiska förhållandena.
- Rensning av diken med långtgående igenväxning där ett nytt naturtillstånd ännu inte inträffat.
- Omfattande rensningsprojekt där stora dikessystem skall rensas.

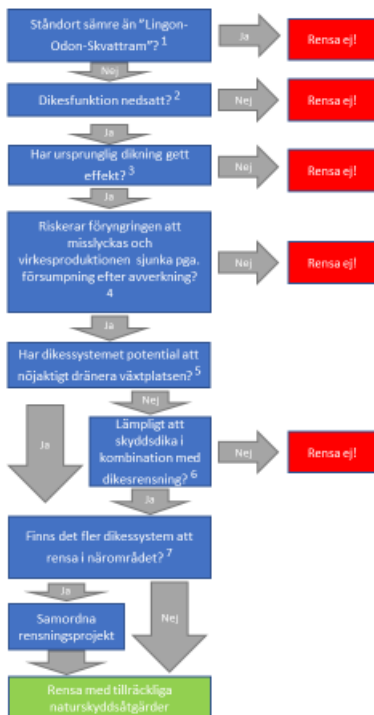
3. Dikning av sulfidjordar kan leda till extrem försurning. Sulfidjordar är vanliga längs Norrlands kustland som tidigare täckts av saltvatten och på gamla jordbruksmarker.

4. Risken för erosion är hög jordarter som finmo, mjäla, ler och i branta lutningar med hög vattenhastighet.

5. Vattenskyddsåtgärder för att fånga upp sediment och sänka vattenflödets hastighet:

- Leda vatten från avloppsdiket till ett översilningsområde nedströms. Det går även att anlägga mindre översilningsområden i beståndet.
- Anlägg sedimentationsdammar.
- Lämna dikesavsnitt orensade för att sänka vattenhastighet och filtrera partiklar. Individuella diken som ej gett effekt bör lämnas orörda.

Bilaga 2. Fullständigt beslutstöd med kompletterande kommentarer för att bedöma lönsamhet av dikesrensning.



### Är det lönsamt att rensa diket?

#### Kommentarer

1. Ståndorter sämre än "Lingon-Odon-Skvattram" är inte bördiga nog för att vara lönsamma att dikesrensa. Dikesrensningens effekt ökar med ståndortens bördighet och temperatursumma.

2. Dikets funktion kan reduceras på flera sätt, bland annat genom processer som erosion, igenslamning, väggkollaps, igenväxning, körskador och kompaktering av torv. Kom ihåg att diket snabbt kan växa igen med ökat ljusinsläpp efter avverkning.

3. Det kan vara svårt att avgöra hur stor effekt den ursprungliga dikningen haft. Om det vid dikningstillfället redan stod skog kan effekten eventuellt utläsas i borrhövar. I vissa fall har dikning omvandlat torvmark från impediment till produktiv skogsmark, om man då vill fortsätta bedriva skogsbruk kan dikesrensning vara nödvändig.

4. Tecken på försumpning:

- Om över 20 % av bottenkicket täcks av sumpmossor indikerar det att virkesproduktionen hålls tillbaka av försumpning.
- Långvarigt hög grundvattenyta leder ofta till att granar står på socklar.
- Grundvattennivån bör ligga grundare än 25-30 cm för att dikesrensning ska ha god effekt.
- Uttag av stora virkesvolymen kan leda till höjd grundvattennivå. 10 m<sup>3</sup>sk/ha motsvarar cirka 1 cm höjning.

5. Många diken är felaktigt grävda eller för glest grävda (medelavstånd > 50 meter) så att de inte dränerar beståndet på ett effektivt sätt. Att rensa ett enskilt dike i ett stort försumpat bestånd ger liten effekt. Det är mer lönsamt att rensa strukturerade dikessystem.

6. Om det till exempel endast finns ett dike i beståndet, men som inte är tillräckligt för att dränera hela beståndet kan det vara lämpligt att komplettera med skyddsdikning. Skyddsdikeyt bör skära av vatten från en intilliggande slutning. Det är även möjligt att söka tillstånd om att kompletteringsdikning. I bestånd som regelbundet är översvämmade har dikesrensning liten effekt.