

Bakgrundsunderlag markberedning

Kort bakgrund

I och med mekaniseringen av skogsbruket under 1950- och 1960-talen utvecklades maskinell mekanisk markberedning. Man fick då möjlighet att åstadkomma en större och mer djupgående påverkan på marken än med den manuella bearbetning som tidigare förekommit.

Metoderna och aktiviteten i markberedning har varierat en del över tid. Aktiviteten hos privata skogsägare var lägre under 1990-talet, sannolikt främst pga svagare konjunktur, för att sedan öka igen. Under åren 2015-2020 markbereddes i genomsnitt 156 000 hektar per år och 209 000 hektar per år förnygringsavverkades (Riksskogstaxeringen 2021), vilket innebär att 74 % av den förnygringsavverkade arealen markbereddes.

Markpåverkan med olika metoder

De metoder för markberedning som framför allt förekommer i Sverige idag är:

-Harvning

-Fläckmarkberedning

-Högläggning

-Inversmarkberedning

Vilka metoder som dominerar varierar en del i olika geografiska regioner, men generellt är harvning den vanligaste metoden, följt av högläggning (med markberedningsaggregat eller grävmaskin). Inversmarkberedning förekommer endast i liten utsträckning. Under 1970- och 1980-talet användes även hyggesplöjning, men denna metod är förbjuden idag.

Harvning är en kontinuerlig metod medan övriga metoder är intermittenta. Det finns möjlighet att justera inställningen på markberedningsaggregat för att ändra trycket mot marken.

Harvning kan också utföras genom att då och då lyfta aggregatet vilket resulterar i en form av fläckmarkberedning, men fläckarna är flera meter långa.

Markpåverkan med de olika metoderna kan beskrivas på olika sätt. Det vanligaste är att man beskriver hur stor andel av markytan som påverkas. Det har också gjorts beskrivningar av hur mycket markens kontur påverkas. Vilken beskrivning som är mest relevant beror på vilken aspekt av markberedningen som betraktas. Handlar det om effekter på marklavar är det relevant hur stor andel av markytan som påverkas. Handlar det om erosion är det viktigt om en stor andel blottlagd mineraljord uppstår.

En mineraljordsyta på 0,5*0,5 m (0,25 m²) är normalt tillräcklig för att skapa en bra planteringspunkt. Detta innebär dubbelt så stor påverkad yta om man även räknar med den humus som läggs vid sidan av mineraljordsytan. Ska man skapa 2000 planteringspunkter per hektar innebär detta därmed i teorin ett minimum av 10 % total markpåverkan och 5 % blottlagd mineraljord (tex Skogsstyrelsen rapport 2018/13).

En sammanställning av ett flertal studier indikerade att ca 30-40 % av markytan påverkas vid högläggning, fläckmarkberedning och inversmarkberedning, medan ca 45-55 % av markytan

påverkas vid harvning (Sikström m fl 2020). Intermittenta metoder påverkar alltså en mindre andel av markytan än harvning.

I en jämförelse mellan högläggning och inversmetoden på 12 lokaler i Sverige gjordes en sortering i olika klasser, beroende på hur stor störning av markens kontur som markberedningen orsakade. Författarnas bedömning baserat på detta var att inversmetoden skulle upplevas som mindre negativ än högläggning. Det var dock ingen skillnad i total andel påverkad markyta, eller i påverkat markdjup mellan metoderna (Hallsby och Örlander 2004).

Exempel på effekter av markberedning

- Markberedning leder till att en större andel av plantorna överlever och att tillväxten hos plantorna ökar. Markberedning leder även till ökad naturlig föryngring.
- Markberedning minskar påtagligt snytbaggeangrepp på planterade plantor.
- Skogsbruksåtgärder påverkar vegetationen och mängden vatten i marken vilket har betydelse för risken för erosion och ras. Risken för erosion och ras påverkas bland annat av hur markberedning utförs.
- Markberedning påverkar näringsomsättningen i marken.
- Markberedning kan bidra till att kvicksilver och metylkvicksilver lakas ut från avverkade områden till vattendrag.
- Markberedning minskar förekomsten av renlavar och fönsterlav.
- Generellt upplevs de flesta former av markpåverkan som negativ av skogsbesökare. Markpåverkan ger både ett störande synintryck och försämrad framkomlighet.

Effekter på plantetablering

Markberedning leder till att en större andel av plantorna överlever och att tillväxten hos plantorna ökar. Markberedning leder även till ökad naturlig föryngring. En sammanställning av data från ett flertal studier har visat att plantöverlevnaden är 15-20 procentenheter högre efter markberedning jämfört med kontrolltytor som inte markberetts. Efter markberedning är plantöverlevnaden ca 80-90 % ca 10 år efter plantering, så länge man inte får omfattande skador av snytbagge (Sikström m fl 2020). Trädhöjd efter 10-15 år var också generellt 10-25 % högre på markberedda ytor. Generellt var det inte någon tydlig skillnad i effekt mellan olika markberedningsmetoder. Möjligen gav inversmarkberedning och plöjning en högre överlevnad, och plöjning en större effekt på trädhöjd. Plöjning används inte längre som markberedningsmetod i Sverige. Markberedning ledde generellt även till en ökad täthet av naturlig föryngring, även om det var stor variation i data. Effekten på naturlig föryngring var högre för kontinuerliga än för intermittenta markberedningsmetoder. Stort uppslag av naturlig föryngring kan leda till högre kostnader i röjning (Sikström m fl 2020).

Snytbagge

Snytbaggen orsakar stora skador på barrträdsplantor, framför allt i södra och mellersta Sverige, men även i delar av Norrland. Det finns idag relativt hög risk för skador av snytbagge längs hela norrlandskusten samt längs älvarnas dalgångar (Nordlander m fl 2017).

Markberedning, skärmträd, hyggesvila och plantans egenskaper påverkar risken för snytbaggeangrepp. Markberedning minskar påtagligt snytbaggeangreppen vid plantering, eftersom snytbaggen undviker bar mineraljord (tex Örlander och Nilsson 1999).

Erosion och ras

Skogsbruksåtgärder påverkar vegetationen och mängden vatten i marken vilket har betydelse för risken för erosion och ras. Risken påverkas bland annat av hur markberedning utförs. Skogsstyrelsen har tillsammans med andra myndigheter (framför allt Staten geotekniska institut, SGI) tagit fram ett kartunderlag för erosionskänsliga områden (Lundström m fl 2016). Det finns också ett underlag med exempel på anpassningar för att minska risken för ras och erosion vid skogsbruksåtgärder (Lomander m fl 2016).

De områden som är mest erosionskänsliga har ett högt innehåll av sand eller silt (sediment eller morän med högt innehåll av sand, finmo eller mjåla) och en lutning som överstiger 10° (ca 15 %). I sådana känsliga områden rekommenderas inte någon markberedning, utan där är rekommendationen att sätta barrotsplantor (Lomander m fl 2016). Orsakerna till att man bör vara restriktiv med markberedning är främst att mineraljord blottläggs och att rötternas sammanbindande funktion i marken minskar. Om lutningen är brant (över 15 %) men jordarten är mindre erosionskänslig kan intermittent markberedning utföras. I anslutning till branta erosionskänsliga områden är det också viktigt att inte lägga markberedningsstråk på ett sådant sätt att vatten leds in mot det branta området.

Effekter på utlakning av näring

Efter slutavverkning ökar utlakningen av näringsämnen till angränsande sjöar och vattendrag (tex Palviainen m fl 2014). Markberedning påverkar näringsomsättningen i marken. I studier av näringsutlakning till vattendrag mäts vanligtvis den kombinerade påverkan av avverkning och markberedning. Det är därför inte möjligt att avgöra vilken påverkan på utlakningen som enbart markberedningen ger utifrån dessa studier.

Flera studier har rapporterat förhöjda halter av kväve i markvatten under högar eller harvtilor de första åren efter markberedning (Smolander m fl, 2000, Piirainen m fl, 2007, Ring m fl 2013). Ofta återgår kvävehalten i markvattnet till låga nivåer inom ca 5 år, då näringsupptaget hos markvegetationen och de förnygrade plantorna blivit tillräckligt högt (tex Ring m fl 2018).

Effekter på kolförråd

Markberedning påverkar näringsomsättningen vilket kan leda till att kolförrådet i marken påverkas. Dessutom påverkar markberedning vegetationen och plantornas etablering och tillväxt, vilket påverkar tillförseln av kol till marken via förna. Effekterna på kolförrådet är komplexa och resultaten skiljer sig åt beroende på tidshorisont, ståndort etc. Det är därför svårt att dra säkra, generella slutsatser.

Effekter av markberedning på kolförrådet har studerats med några olika metoder: mätning av totalförråd av kol ned till ett visst djup i markprofilen, mätning av nedbrytningshastigheter för förna i marken, samt mätning av markens växthusgasflöden. Resultat från svenska studier av hur markberedning påverkar kolomsättning eller kolförråd har bland annat redovisats av Örlander m fl 1996, Nordborg m fl 2006, och Mjöfors m fl 2015 och 2017.

Utlakning av kvicksilver och metylkvicksilver

Slutavverkning leder ofta till ökad utlakning av kvicksilver och metylkvicksilver från skogsmark till vattenmiljöer. Detta beror på att avrinningen och uttransporten av organiskt material från mark till vatten ökar ofta efter avverkning, och kvicksilver och metylkvicksilver följer med det organiska materialet. Grundvattenytan stiger också efter avverkning, vilket gör att det bildas syrefria miljöer, där bildning av metylkvicksilver sker (tex Kronberg m fl 2016, Drott och Lomander 2020).

Det finns ett begränsat antal studier där man kunnat särskilja effekten av markberedning från effekterna av avverkning. Resultaten visar att markberedning kan bidra till ökad utlakning av kvicksilver och metylkvicksilver från avverkade områden till vattendrag (Eklöf m fl 2012 och 2014).

Marklav

Markberedning minskar förekomsten av renlav och fönsterlav (tex Roturier och Bergsten 2006). Metoder som påverkar en mindre andel av markytan, tex inversmarkberedning gör att påverkan blir mindre. I en studie av 17 st hyggen i norra Sverige hade maximalt ca 30 % av renlaven återkoloniserat marken 15 år efter harvning (Roturier m fl 2011).

Effekter på friluftsliv och rekreation

Generellt upplevs de flesta former av markpåverkan som negativ av skogsbesökare. Markpåverkan ger både ett störande synintryck och försämrade framkomlighet (tex Hannerz m fl 2016). Om man behöver markbereda i områden där upplevelsevärden är viktiga, bör man i första hand hålla nere andelen påverkad markyta. Det är också en fördel att använda metoder som inte ändrar markens kontur (dvs att det uppstår endast små höjdskillnader i marken), vilket gör att inversmetoden är särskilt intressant att använda. Markberedning är dock även positivt för upplevelsevärden, eftersom det bidrar till att snabbare etablera ett nytt bestånd (Hannerz m fl 2016).

Viktiga principer

- Beakta alltid risken för skador på forn- och kulturlämningar i planeringen.
- Vid markberedning i sluttningar: Markbered längs med höjdkurvorna i flackare sluttningar. I brantare sluttningar, lägg markberedningsstråken diagonalt mot höjdkurvorna om det är tekniskt möjligt. Om markberedning görs i branta sluttningar där detta inte är möjligt, markbered på tvären mot höjdkurvorna, men då intermittent.
- Använd markfuktighetskartor och andra kartunderlag i planeringen och säkerställ att förarna har tillgång till detta.
- Undvik att markbereda vid mycket blöta förhållanden.
- Det är viktigt att notera att det blir blötare efter avverkning, dvs områden med fuktig och blöt mark får en större utbredning på ett hygge än före avverkning. Sträva efter att gå över trakten innan markberedning startar för att se förändringar i hur blött eller känsligt för erosion det är jämfört med när planeringen gjordes.
- Säkerställ en god kommunikation i alla led. Information från den som planerat arbetet behöver nå den som ska utföra det och den som utför arbetet behöver ha möjlighet till kontakt och snabb återkoppling om frågor uppstår under arbetets gång.
- Den som utför arbetet ska ha relevant utbildning i form av SYN-kurser och utbildning via skötselskolan.
- Använd lämplig markberedningsmetod och utrustning för ståndorten.
- När en överfart över vattendrag eller dike byggs i samband med avverkning ska denna finnas tillgänglig även för markberedning. När en överfart saknas behöver en sådan anläggas innan markberedning.

Litteratur

- Drott A., Lomander A. 2020. Inverkan av skogsbruksåtgärder på kvicksilvers transport, omvandling och upptag i vattenlevande organismer. Kunskapsunderlag. Skogsstyrelsen rapport 2020/1.
- Eklöf K., Kraus A., Weyhenmeyer G. A., Meili M., Bishop K. 2012. Forestry influence by stump harvest and site preparation on methylmercury, total mercury and other stream water chemistry parameters across a boreal landscape. *Ecosystems* 15:1308-1320.
- Eklöf K., Schelker J., Sörensen R., Meili M., Laudon H., von Brömssen C., Bishop K. 2014. Impact of forestry on total and methyl-mercury in surface waters: distinguishing effects of logging and site preparation. *Environmental Science and Technology* 48:4690-4698.
- Hallsby G., Örlander G. 2004. A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden. *Forestry* 77:107-117.
- Hannerz M., Lindhagen A., Forsberg O., Fries C., Rydberg D. 2016. Skogsskötsel för friluftsliv och rekreation. Skogsskötselserien nr 15, Skogsstyrelsen.
- Kronberg R.-M., Drott A., Jiskra M., Wiederhold J.G., Björn E., Skyllberg U. 2016. Forest harvest contribution to boreal freshwater methyl mercury load. *Global Biogeochemical Cycles* 30:825-843.
- Lomander A., Lundström K., Hazell P. 2016. Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering. Exempelsamling över anpassningar och åtgärder för att förhindra erosion och stabilitetsproblem i slänter i samband med skogsbruk eller exploatering. Skogsstyrelsen rapport 2016/9.
- Lundström K., Andersson M., Olsson P., Hedfors J. 2016. Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering. Metodik för identifiering av slänter och raviner känsliga för vegetationsförändringar till följd av skogsbruk eller exploatering. Skogsstyrelsen rapport 2016/10.
- Mjöfors K., Strömghren M., Nohrstedt H.-Ö., Gärdenäs A.I. 2015. Impact of site-preparation on soil-surface CO₂ fluxes and litter decomposition in a clear-cut in Sweden. *Silva Fennica* 49: article id 1403.
- Mjöfors, K., Strömghren M., Nohrstedt H.-Ö., Johansson M., Gärdenäs A. I. 2017. Indications that site preparation increases forest ecosystem carbon stocks in the long term. *Scandinavian Journal of Forest Research* 32: 717-725.
- Nordborg, F., Nilsson U., Gemmel P., Örlander G. 2006. Carbon and nitrogen stocks in soil, trees and field vegetation in conifer plantations 10 years after deep soil cultivation and patch scarification. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 356-363.
- Nordlander G., Mason E.G., Hjelm K., Nordenhem H., Hellqvist C. 2017. Influence of climate and forest management on damage risk by the pine weevil *Hylobius abietis* in northern Sweden. *Silva Fennica* vol. 51 no. 5 article id 7751.

- Palviainen M., Finér L., Laurén A., Launiainen S., Piirainen S., Mattsson T., Starr M. 2014. Nitrogen, phosphorus, carbon and suspended solids loads from forest clear-cutting and site preparation: Long-term paired catchment studies from eastern Finland. *Ambio* 43:218-233.
- Piirainen, S., Finér L., Mannerkoski H., Starr M. 2007. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243:10-18.
- Ring, E., Högbom L., Jansson G. 2013. Effects of previous nitrogen fertilization on soil-solution chemistry after final felling and soil scarification at two nitrogen-limited forest sites. *Canadian Journal of Forest Research* 43:396-404.
- Ring E., Högbom L., Jacobsson S., Jansson G., Nohrstedt H-Ö. 2018. Long-term effects on soil-water nitrogen and pH of clearcutting and simulated disc trenching of previously nitrogen-fertilised pine plots. *Canadian Journal of Forest Research* 48:1115-1123.
- Roturier, S., Bergsten, U. 2006. Influence of soil scarification on reindeer foraging and damage to planted *Pinus sylvestris* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21:209–220.
- Roturier, S., Sundén, M., Bergsten, U. 2011. Re-establishment rate of reindeer lichen species following conventional disc trenching and HuMinMix soil preparation in *Pinus*-lichen clear-cut stands: a survey study in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 26: 90–98.
- Sikström U, Hjelm K, Saksa T., Wallertz K. 2020. Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia – a review. *Silva Fennica* vol. 54 no 2 article id 10172.
- Skogsstyrelsen 2018. Föreskrifter för anläggning av skog. Regeringsuppdrag. Skogsstyrelsen rapport 2018/13.
- Smolander, A., Heiskinen J. 2000. C and N transformations in forest soil after mounding for regeneration. *Forest Ecology and Management* 134:17-28.
- Örlander G., Egnell G., Albrektsson A 1996. Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine. *Forest Ecology and Management* 86:27-37.
- Örlander G. och Nilsson U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14:341-354.