



Carl-Magnus Olsson

## Bevattning av lagrat virke vid svensk skogsindustri - omfattning och miljökonsekvenser

Handledare: Pär Aronsson

---

**Seminarier och examensarbeten Nr. 60**

**Uppsala 2007**

**Avdelningen för vattenvårdslära**

**Swedish University of Agricultural Sciences**

ISRN SLU-VV-SEMEX-60-SE

**Division of Water Quality Management**

ISSN 1100-2263

---

## Abstract

Most of the saw and pulp industries have stored wood nearby their production, the main reason is to have a continuous wood flow to the production. Wet storage of wood is of great importance to keep the wood quality. Without water sprinkling the risk of drying out and decomposition through biological activity increases significantly and will result in a negative effect on future production and quality.

One drawback of wet storage of wood is the leaching of chemical substances into the surrounding recipient. The log yard run-off contains phosphorus, nitrogen, phenols and organic substances. These substances can cause problems for the surrounding environment. The main objective of this project is to gain an understanding of the wet storage used by the Swedish wood industry and estimate the environmental consequences that run-off water will have on the recipient. To describe the leaching four different cases were constructed to show the risk of wet storage and run-off water. The cases reflect two different sprinkling systems. The first system is an open sprinkling system which sprinkles fresh water on the wood and the second system uses recycled water.

The calculations for the leaching are based upon estimated argument association e.g. the leaching from a recycled sprinkling system is assumed to be an overflow of run-off water. The amount of water for an overflow can be equivalent to the precipitation during one storage season (5 months). Another estimate is the substance leaching from 1 m<sup>3</sup> of wood which is based on storing 15000 m<sup>3</sup> of wood on one hectare.

The open system without sedimentation is calculated to leak 2.5g of phosphorus and 7.3g of nitrogen per m<sup>3</sup> of wood during one storage season. For the recycled system the leaching per m<sup>3</sup> of wood is 0.13g phosphorus and 1.6g nitrogen per m<sup>3</sup> of wood.

Expressed per hectare of storage area the leaching for the open system for phosphorus is 38,5kg per hectare and for nitrogen is 110kg per hectare. The corresponding value for a recycled system is 1,9kg of phosphorous and 23,5kg of nitrogen per hectare of storage area.

The leaching of phenols and organic substances has not formed part of the analysis due to the lack of available information. However, estimates for levels of BOD<sub>7</sub>, COD and phenols present in leaching per hectare storage area are as follows. For a recycled system without sedimentation the leakage for BOD<sub>7</sub> is 123 kg/season and 2950 kg/season for an open system. The value for COD in a recycled system is 654 kg/season and 14400 kg/season in an open system. For phenols the leaching is estimated at 0.17 kg/season in a open system and 22.0 kg/season in a closed system.

## Sammanfattning

Idag har de flesta sågverk och massabruk stora virkeslager i sin närhet, dels med anledning av de senaste stormarna och dels med anledning av att säkra den kontinuerliga virkestillförseln inom industrin.

Bevattning av lagrat virke är en viktig åtgärd för att bibehålla virkets kvalitet. Utan bevattning är risken stor för att virket torkar ut eller bryts ned genom biologisk aktivitet och försämringar av dessa slag påverkar kommande virkesförädling negativt.

Nackdelen med bevattning av virke är de kemiska substanser som utlakas från virkestravarna. Lakvattnet innehåller bland annat fosfor, kväve, fenoler och organiska ämnen. Då lakvattnet når recipienten är risken stor att syreförhållandena för de vattenlevande organismerna påverkas negativt.

Syftet med examensarbetet var att få en allmän bild av bevattning av lagrat virke vid svensk skogsindustri samt bedöma vilka miljökonsekvenser utsläpp av lakvatten till recipient kan förorsaka. För att kunna beskriva utlakningens följder diskuteras fyra olika tänkta fall med belastningen från ett bevattnat virkeslager. Dessa speglar två olika bevattningssystem. Det ena systemet är öppet och sprider kontinuerligt nytt vatten på virket. Det andra systemet är recirkulerande och sprider uppsamlat vatten på virket.

Vid beräkningarna har flera parametrar för belastningen på recipienten uppskattats, som t.ex. utlakningen från ett recirkulerande system vilket förutsätter att det sker en bräddning d.v.s. den vattenvolym som bevattningsanläggningen inte klarar av att behålla utan bräddar till recipient. Vattenvolymen antas motsvara den nederbörd som faller under en bevattningssäsong. En uppskattning av virkesvolymen ingår även vid beräkningen av belastningsmängden per m<sup>3</sup> virke, i detta fall lagras det 15000 m<sup>3</sup> virke på ett hektar.

I det icke sedimentterande öppna systemet beräknades det utlaka 2,5 g fosfor och 7,3 g kväve per m<sup>3</sup> virke under en bevattningssäsong. Motsvarande siffror för det recirkulerande systemet angivet per m<sup>3</sup> virke är för fosfor 0,13 g och för kväve 1,6 g. Läckaget per hektar lagringsyta i ett öppet system utan sedimentering beräknades till 38,5 kg/ha fosfor och för kväve 110 kg/ha per säsong. Motsvarande siffror för det recirkulerande systemet beräknades läcka 1,9 kg/ha fosfor och 23,5 kg/ha kväve per hektar lagringsyta.

Läckaget av fenoler och organiskt material har inte ingått i beräkningarna för de fyra scenarierna p.g.a. att data för recipienterna inte fanns tillgänglig. Däremot har data för BOD<sub>7</sub>, COD och fenoler redovisats uttryckt per hektar lagringsyta. För ett recirkulerande system utan sedimentering motsvarade läckaget för BOD<sub>7</sub> 123 kg/säsong och för ett öppet system 2950 kg/säsong. Motsvarande siffror för COD i ett recirkulerande system var 654 kg/säsong och 14400 kg/säsong i ett öppet system. För fenol var motsvarande värden 0,17 kg/säsong och 22,0 kg/säsong.

# Innehåll

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>INNEHÅLL</b> .....	<b>4</b>
<b>SYFTE</b> .....	<b>5</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
<b>VARFÖR LAGRAS OCH BEVATTNAS VIRKE?</b> .....	<b>6</b>
<b>ÖPPET - RESPEKTIVE RECIRKULERANDE SYSTEM</b> .....	<b>6</b>
<b>HUR HANTERAS LAKVATTEN?</b> .....	<b>7</b>
<b>MILJÖEFFEKTER AV LAGRING</b> .....	<b>7</b>
<b>MILJÖRAPPORTER OCH PRÖVNINGSNIVÅER</b> .....	<b>8</b>
<b>SÅGVERKSINVENTERING</b> .....	<b>8</b>
<b>UTLAKANDE ÄMNE</b> .....	<b>9</b>
<b>TIDIGARE STUDIER</b> .....	<b>10</b>
<b>JÄMFÖRBARA VÄRDEN</b> .....	<b>10</b>
<b>HUR KAN UTLAKNINGEN MINSKAS?</b> .....	<b>10</b>
<b>NÄRINGSLÄCKAGE</b> .....	<b>11</b>
<b>MATERIAL &amp; METOD</b> .....	<b>12</b>
<b>BELASTNINGSBERÄKNINGAR</b> .....	<b>12</b>
<b>BELASTNINGSSCENARIER</b> .....	<b>14</b>
<i>Fall 1</i> .....	<b>15</b>
<i>Fall 2</i> .....	<b>15</b>
<i>Fall 3</i> .....	<b>16</b>
<i>Fall 4</i> .....	<b>16</b>
<b>BEDÖMNING AV TILLSTÅND</b> .....	<b>17</b>
<b>RESULTAT</b> .....	<b>18</b>
<b>UTLAKNINGSBERÄKNINGAR</b> .....	<b>18</b>
<b>RESULTAT FÖR FYRA SCENARIER</b> .....	<b>19</b>
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>23</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>25</b>
<b>BILAGA 1</b> .....	<b>26</b>

## Syfte

Det övergripande målet med examensarbetet var att undersöka hur den svenska träindustrins virkesbevattningsmetoder påverkar miljön. Tillvägagångssättet har varit att med hjälp av tillgänglig information och uppskattningar skapa en bild av påverkan på recipient.

Idag är större sågverk och massabruk skyldiga att anmäla sin planerade lagring av virke till Länsstyrelsen och kommun. Syftet med examensarbetet var att ta fram ett underlag på nationell nivå av antalet anläggningar där virke bevattnas, hur mycket lakvatten som produceras, hur detta lakvatten är beskaffat och bedöma vilka miljökonsekvenser utsläpp av lakvattnet till recipient kan förorsaka. Härvid har hänsyn tagits till olika recipients vattenföring och känslighet. Underlaget har tagits fram med hjälp av tillgängliga miljörapporter från tillståndshållande myndighet och sågverk.

Miljörapporterna har använts för att explicit ge svar på:

- Vilken typ av lagring virkesindustrin tillämpar.
- Hur mycket vatten som förbrukas och om det är ett öppet eller ett slutet system.
- Om virkesindustrin tillämpar klimatstyrda bevattningsystem för att minska vattenförbrukningen.
- Hur mycket lakvatten som produceras årligen

I de fall recipientkontroll ägt rum har rapporteringen av denna begärts in. I de fallen recipientkontroll eller utsläppskontroll ej skett ska vattenförbrukning och utsläpp till recipient bedömas utifrån anläggningens typ och storlek samt typ av bevattningsystem. Informationen från enkätundersökningen ska användas i syfte att framställa en konsekvensanalys av bevattnad virkeslagring vad avser påverkan på recipient. I denna konsekvensanalys ska bedömningar göras för ett antal typfall av hur olika ämnen i lakvattnet kan tänkas påverka recipienten. De ämnen som bedöms är i första hand fosfor, organiskt material, kväve och fenoler.

# Inledning

## Varför lagras och bevattnas virke?

Idag kan träindustrin tack vare bättre teknik, logistik och organisation fördela råvaruinflödet mera jämnt året runt (Liukko, 1997). Virkeslagring är dock fortfarande ett vanligt moment inom svensk träindustri. Främsta anledningen till lagringen är att få en jämn råvarutillförsel till träindustrin, vilket kan vara svårt då vägtillståndet för skogsbilvägar under tjallossningsperioden omöjliggör tunga virkestransporter (Beyer, 1983). Beroende på industrins kapacitet kommer en ständig omfördelning i lagret att ske, allt från ett par dagars lagring till flera veckor. För att bibehålla timrets färskhet är det nödvändigt att skydda det mot bl.a. uttorkning med hjälp av bevattning (Liukko, 1997).

Idag bevattnar virkesindustrin det virke som lagras för kommande förädling främst för att behålla virkets fuktkvot (Fuktkvot = vattnets vikt/den torra vedens vikt). Då fuktkvoten är hög minskas risken för kvalitetsförsämringar så som insektangrepp och uttorkning (Miljörapport BooForssjö AB, 2005).

Ett nyligen fällt träd håller normalt en fuktkvot i stammen på ca 130 % (Borgå, 1994). Då fuktkvoten understiger 100 % ökar risken för angrepp av blånadssvampar och nedbrytande svampar och sjunker fuktkvoten ytterligare är risken stor för sprickbildning. Då blånadssvamp angriper bl.a. massaved blir resultatet missfärgningar i slutprodukten. För att undvika detta krävs mer blekningskemikalier under tillverkningsprocessen. Sjunker fuktkvoten ytterligare till under 40 % försåras processen i samband med att stammen skall barkas, vilket i sin tur leder till ökad energiåtgång (Liukko, 1997). Virke som inte har bevattnats under en period och därmed börjat torka med medföljande lägre fuktkvot i stammen resulterar i stora svårigheter att i efterhand åter höja vattenhalten till en acceptabel nivå. Den mängd vatten som tillförs genom nederbörd under lagringstiden är marginell i jämförelse med den volym vatten som krävs för att hålla en konstant fuktkvot i virket.

Mängden vatten som träindustrin får utnyttja för virkesbevattning regleras utifrån tillstånd från tillhörande myndighet (Miljörapport BooForssjö AB, 2005). Då bevattningen istället blir alltför intensiv kombinerat med utdragen lagringstid som kan uppstå då virkesflödet till industrin är ojämnt, resulterar i att stora volymer måste lagras före vidareförädling, denna process orsakar följande skador på virket:

- Bakterieskador uppstår då mörkstrålar och porer bryts ned i ved av bakterier. Den skadade veden blir överpermeabel, dvs. att den tar upp mer vatten än frisk ved och gör virket odugligt till snickeriråvaror.
- Tanninskador resulterar i försämringar i pappersmassans ljushet (Mellanskog Skogsägarna, 1998).

## Öppet respektive recirkulerande system

I Sverige är det två bevattningssystem som främst används, öppet system resp. recirkulerande system. Det öppna systemet fungerar på det sättet att färskt vatten pumpas från tillståndsgiven vattentäkt och sprids över timret med hjälp av sprinklersystem varvid överskottsvattnet leds direkt tillbaka till recipient. I slutet av 1980-talet började ett nytt bevattningssystem att användas för att minska lakvattnets negativa påverkan på miljön. Ett recirkulerande system används, d.v.s. lakvatten som pumpats ut eller runnit ut i konstgjorda dammar återanvänds för bevattning av virke. För att reglera eventuell vattenförlust som sker genom avdunstning och markinfiltration pumpas färskt vatten in i systemet. Detta recirkulerande system har visat sig ha fler positiva effekter på miljön jämfört med det öppna systemet. Däremot har kvalitén på timret i vissa fall påverkats negativt vid recirkulerande system samt att arbetsmiljön har

försämrats på träindustrin p.g.a. ökad tillväxt av bakterier som resulterat i illaluktande vattenlösning (Liukko, 1997).

I det recirkulerande systemet är ämneskoncentrationen i vattnet betydligt högre till skillnad från ett öppet system (Borgå, 1995). Efter avslutad bevattningssäsong kan recirkulationsdammar slamsugas på sediment och transporteras till reningsverk för vidare behandling för att minimera utlakningsrisken (Miljörapport VIDA Timber, 2005).

Tabell 1. Fördelar och nackdelar med öppet resp. recirkulerande system (Johansson, 2005)

	Öppet system	Recirkulerande system
Fördelar	Bättre virkeskvalitet Lättare vattenhantering	Mindre vattenåtgång Begränsad lakvattenvolym
Nackdelar	Större vattenåtgång Stora mängder lakvatten	Ökade bakterieskador Större och dyrare anläggningar

För att ytterligare kunna minska miljöbelastningen krävs det att träindustrin idag använder ett klimatstyrt bevattningssystem ([www.lst.se](http://www.lst.se)). Med hjälp av avdunstningsberäkningar som motsvarar timrets faktiska bevattningsbehov kan bevattningsintensiteten anpassas bättre dygnet runt. I vissa fall har det visat sig att en bevattningsintensitet på 70 mm/dygn inte är tillräckligt för att klara de intensivaste avdunstningsförhållandena som råder under sommaren, som t ex då det råder ett högtryck med låg luftfuktighet och torra vindar då krävs det en större bevattningsmängd. Det klimatstyrda bevattningssystemet är framtaget för att minska vattenförbrukningen samtidigt som timret behåller sin fuktighet (Liukko, 1995). Enligt Naturvårdsverket utvärdering anses bevattning som sker på land med vatten som den metod som ger minst negativa miljöeffekter. Bland övriga bevaringstekniker och lagringsmetoder som t.ex. kemisk besprutning av virke och sjölagring betraktas den kemikaliska timberbesprutningen som den sämsta metoden i miljöhänsyn. Den främsta anledning är att de kemiska medel som används anses vara betydligt giftigare än vad de urlakade ämnena från virket är (Naturvårdsverket, 2005).

### Hur hanteras lakvatten?

Det vatten, i form av nederbörd och tillförd bevattning, som har passerat de lagrade virkesstammarna benämns som lakvatten. Detta vatten innehåller substanser som under bevattningen av virke lakats ur och befinner sig i löst for. Förutom de lösta ämnena innehåller lakvattnet även material som spån och bark m.m. För att minska belastningsrisken hos recipienten är det idag ofta krav från tillsynsmyndighet att någon form av infiltrationsanläggning är installerad för att rena lakvatten. Sedimentationsdammar har som funktion att avskilja material som flyter på vattenytan men även material som sjunker till botten. En del fast material är så finkornigt att det blir mer suspenderat i vattnet. Beroende på olika faktorer blir det suspenderade materialet mer eller mindre benäget att sedimentera i vattenfasen. Ju längre uppehållstid det medföljande materialet har i dammen desto bättre avskiljning av medföljande material. (Miljörapport BooForssjö AB, 2005).

### Miljöeffekten av lagring

Effekten av bevattnad virkeslagring är bl.a. beroende av recipientens kapacitet, virkeslagrets storlek och lagringstiden. Sjölagring påverkar recipienten genom förändringar av bottensedimenten, ökad tillförsel av organisk substans samt i vissa fall även en sänkning av pH. Då nedbrytningen sker av det organiska materialet på botten blir resultatet en stark syretäring i vattnet. Vid landlagring påverkas miljön framför allt på mark- och vattenförhållanden. För att påverkan av recipienten ska vara så liten som möjligt är det viktigt att virkets lagringsyta är tät för att förhindra infiltration. Desto tätare lagringsyta ju större blir volymen uppsamlad lakvatten som på nytt kan recirkuleras och används för bevattning (Beyer, 1983). Vattenlösning från bark innehåller organiska substanser bl.a. fenoliska föreningar. Dessa föreningar oxideras lätt och leder bl.a. till vattnets bruna färg. Dessa föreningar kan

reagera med klor och bilda klorfenoler vilket kan ge upphov till lukt och smaksämringar (Mellanskog Skogsägarna, 1998).

Det är bevattningsintensiteten som avgör hur omfattande läckaget blir. Däremot styrs miljöbelastningen av hur stor del av timrets utlakade material som hinner brytas ned eller sedimentera innan det når recipienten. Det som styr detta är bl.a. vattenkvaliteten och tillgången på makro- och mikronäringsämnen i vattnet. Tillgången på dessa näringsämnen styr tillgången på mikroorganismer som i sin tur reglerar miljöbelastningen genom en nedbrytning av utlakande ämnen. Det som reglerar nedbrytningskapaciteten är den mängd mikrobiell biomassa som finns i grusbäddar, virkesvältor och i recirkulationsdammar. Den mikrobiella biomassan svarar för den primära nedbrytningen av de ämnen som lakas ut från timret. Då näringsrikt vatten används vid bevattningen ökar biomassatillväxten efter bevattningsstart betydligt snabbare medan det sker en tillväxtfördröjning av mikrobiell biomassa vid användning av näringsfattigt vatten. Ett resultat av detta är att belastningen av organiskt kol är högre då bevattning sker med näringsfattigt vatten. Det finns en variation i belastningen både mellan träslag och vattenkategori. De utlakade ämnena man funnit vid tidigare undersökningar som leder till störst påverkan är lösligt organiskt kol, hartssyror, destillerbara fenoler samt kväve och fosfor (Borgå, 1995).

### **Miljörapporter och provningsnivåer**

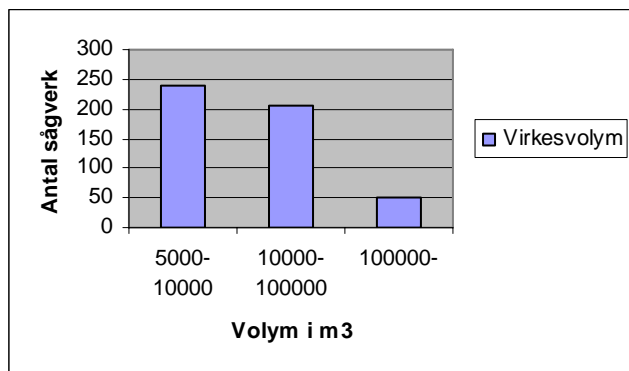
Virkesbevattningen vid träindustrin är klassificerad efter hur stor lagringen är av virke. Dessa föreskrifter är reglerade utifrån Miljöbalken. Lagring av mer än 10000 kubikmeter fast mått toppmått ( $m^3$  to) bevattnat virke på land eller i vatten gäller provningsnivå B som kräver tillståndsprovning av Länsstyrelsen. Vid lagring av mer än 500 men högst 10000  $m^3$  toppmått virke på land med bevattning eller i vatten räcker det med att verksamheten anmäls till kommunens miljökontor och benämns som provningsnivå C. Virkesindustrin är även skyldig enligt Miljöbalken att varje år beskriva verksamheten i en miljörapport. Det är Naturvårdsverket som meddelar föreskrifter om hur uppgifterna i miljörapporterna skall redovisas ([www.notisum.se](http://www.notisum.se)).

Miljörapporten skall enligt anvisningar innehålla en grunddel och en textdel samt för vissa verksamheter en emissionsdeklaration. Grunddelen avser en verksamhetsbeskrivning, tidigare föreskrifter och beslut, utsläpp till vatten och luft och företagets beaktande av hänsynsreglerna i miljöbalken. Textdelen är en vägledande text och specifika uppgifter som ofta efterfrågas i samband med miljörapporten. Emissionsdeklarationen ger hänvisning till utsläpp till vatten och luft (<http://www.g.lst.se>).

### **Sågverksinventering**

En sågverksinventering gjordes 2000 av (Staland et al., 2000). med syfte att kartlägga antalet aktiva sågverk, teknisk utrustning, förbrukning av råvara samt förädling mm. och jämföra data med sågverksinventering utförd 1995 av (Staland et al., 2000). Efter 2000 har en drastisk minskning av mindre sågverk skett. Det fanns 312 aktiva sågverk enligt 1995 års inventering och av dessa är 279 st. rena barrsågverk, 20 st. sågar både barr- och lövvirke och de resterande 13 sågverken sågar enbart lövvirke.





Figur 1 Sågverkinventeringen år 2000 (Staland et al., 2000) med klassindelning efter virkesproduktion.

Trenden de senaste åren har varit att de största sågverken har ökat i antal medan mindre sågverken har minskat i antal. Drygt hälften (54 %) av alla sågverken har enligt inventeringen 2000 anläggningar där virkesbevattning är i bruk. Av dessa har 27 % recirkulerande bevattningsystem. Vid en jämförelse med 1995 års inventering kan man konstatera att andelen bevattningsanläggningar har minskat från 61 % till 54 % (Staland et al., 2000).

## Utlakade ämnen

### Fenoler

Enligt Halldin & Eriksson, (1978) innehåller granbark ca 25 % fenoliska substanser. Enligt (Naturvårdsverket, 1992) urlakas det ca 60 mg fenoler per obarkad normalstock gran under 8-15 veckors bevattning.

### Fosfor

Totalfosfor är den totala mängden fosfor som finns i vattnet och förekommer i antingen organiskt bundet eller som fosfat. Fosfor är oftast det tillväxtbegränsande näringsämnet i sötvatten. En stor tillförsel av fosfor ger ökad tillväxt av plankton och annan växtlighet. Detta kan i sin tur leda till försämrad vattenkvalitet, till skillnad mot kväve är fosfor till större delen bundet till jordpartiklar. (Naturvårdsverket, 1999).

### Kväve

Totalkväve anger det totala kväveinnehållet i vatten och kan förekomma i former som organiskt bundet eller som nitrit, nitrat och ammonium d.v.s. lösta salter. Den marin eutrofiering som sker i dag hör bl. a. samman med tillförsel av kväve och uppstår främst av läckage från jord- och skogsbruk, avloppsvatten, men även genom deposition. Kväve är ett viktigt näringsämne för levande organismer men då ämnet befinner sig i form av ammonium kan det vara giftigt för t.ex. många fiskarter och andra vattenlevande organismer. Enligt Naturvårdsverket (1969:1) är gränsvärdet för flera laxarter 0,2 mg/l medan en del tåliga vitfiskar (t.ex. ruda, mört och braxen) klarar dock halter högre än 2 mg/l. (Naturvårdsverket, 1999).

### Syretärande ämnen

För att bryta ned organiskt material kräver de nedbrytande mikroorganismerna syre. Den mängd syre som går åt för nedbrytning mäts i biokemisk syrgasförbrukning (BOD) och anges som mg O<sub>2</sub>/l. BOD<sub>7</sub> är ett mått på den mängd syrgas som förbrukas vid nedbrytning av löst och suspenderat material under sju dagar. Måttet COD (Chemical Oxygen Demand) är ett mått på mängden syreförbrukande ämnen som behöver längre nedbrytningstid jämfört med ämnen som ger utslag i BOD<sub>7</sub> undersökningen (Bydén et al., 1996).

## Tidigare studier

Resultat från studier av timmerbevattning har visat att oavsett vattentyp så är det lösligt organiskt kol som står för den högsta belastningen. Studien genomförd av Borgå (1994) pågick under 18 veckor och gick ut på att bevattna virkesupplag med eutroft- och oligotroft vatten. Lakvattnet analyserades först efter passerad markinfiltration. Det var under de två första veckorna som belastningen var som högst, därefter sjönk den stadigt till en stabilare nivå. Det fanns tydliga skillnader mellan näringsrikt respektive näringsfattigt bevattningsvatten. Med det näringsfattiga vattnet uppstod ingen snabb sänkning av belastningen som den utförd med det näringsrika vattnet. Det var först i slutet av bevattningssäsongen som en minskning kunde bevisas. I det näringsrika bevattningsförsöket var belastningen under vissa perioder även negativ, dvs. det skedde ett nettoupptag i vältan. Det är främst tillväxthastigheten av bakterier som har ansetts vara den viktigaste faktorn som påverkar regleringen av utlakningen av ämnen från virket. Vissa bakterier kan även använda fenoler till cellandningen istället för syre. För kväve och fosfor var belastningen beroende av både vattenkvalitet och trädslag. Det var främst då bevattningen skedde med näringsriktvatten som det resulterade i ett nettoupptag av kväve och fosfor (Borgå, 1995).

### Jämförbara värden.

En tidigare studie (tabell 2) bygger på resultat från Halldin & Eriksson (1978) gjord på uppdrag av Naturvårdsverket och Södra Skogsägarna AB. Vid urlakningsberäkningarna används begreppet normalstock som är 25 cm i diameter, 4 m lång och har en volym om ca 0,2 m<sup>3</sup>. Resultatet gäller urlakning av organiska och icke organiska substanser av gran och tall vid lagring i vatten.

Tabell 2. Mängd urlakad substans grundat på resultat från Halldin & Eriksson (1978)

Ämne	Mängd per normalstock	Mängd per (m <sup>3</sup> fpb) virke
Tot - P	350 mg	1782 mg
Tot - N	1,4 g	7,1 g
BOD 7	35 g	178 g
Fenol	60 mg	306 mg

## Hur kan utlakningen minskas?

I början av bevattningssäsongen är miljöbelastningen som störst vilket beror på att koncentrationsgradienterna i timret är hög samtidigt som timmervältans mikrobiella biomassa inte har vuxit tillräckligt för att kunna bryta ner de tillgängliga lakämnena. För att minska belastningen under denna period är det särskilt viktigt att inte överdosera vattenmängden (Borgå, 1995).

Används istället för lite vatten är risken stor att det leder till näringsbrist för de mikroorganismer som finns i tillgängliga i lakvattnet och agerar biologiskt filter. Bevattnas timret endast med den mängd som förloras i avdunstning kan de insekter som redan etablerat sig i vältorna överleva och orsaka skador på timret. Den mest sårbara tiden för timret i vältan är när temperaturen är som högst och avdunstningen som störst. Det är då den biologiska aktiviteten är som intensivast och ett överskott av vatten behövs (Elowson, 1995).

Det finns ett par rekommendationer för minskad belastning vid timmerbevattning utförda av Skogsstyrelsen. I dessa anges att det är av stor betydelse att vattendraget tål ett vattenuttag, därför är det viktigt att det alltid finns så mycket vatten kvar vid pumpning att det motsvarar vattendragets normala lägsta lågvattennivå under ett år. Ett vattendrag som har en bottenbredd som är mindre än två m bör inte användas för vattenuttag. De senaste åren har kemisk

besprutning av virke praktiserats i syfte att reducera insektsangreppen, detta virke kan om det bevattnas resultera i ödesdigra följder för vattenlevande organismer (www.svo.se).

### Näringsläckage

Idag utnyttjas i många fall den arealspecifika förlusten av kväve och fosfor för att bedöma miljötillståndet i vattendrag istället för att bedöma koncentrationen i vattnet. Den arealspecifika förlusten beskrivs som det läckage av näringsämnen som uppstår från alla källor uppströms mätpunkten. Detta mått utgör även ett indirekt mått på produktionsförutsättningarna för vattendragens växt- och djurpopulation (Naturvårdsverket, 1999).

Tabell 3. Bedömningsgrunder för fosfor och kväve (Naturvårdsverket.1999)

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust Fosfor (kg/ha, år)	Arealspecifik förlust Kväve (kg/ha, år)
1	Mycket låga förluster	≤ 0,04	≤ 1,0
2	Låga förluster	0,04-0,08	1,0-2,0
3	Måttligt höga förluster	0,08-0,16	2,0-4,0
4	Höga förluster	0,16-0,32	4,0-16,0
5	Mycket höga förluster	> 0,32	> 16

För att beräkna den arealspecifika förlusten (kg/ha år) multiplicerar man de uppmätta halterna med dygnsvattenföringen och delar med avrinningsområdets storlek (figur 2) (Naturvårdsverket, 1999).

**Ekv 1.**        Halt (µg/l) x dygnsvattenföring (l/dygn) / avrinningsområde areal (ha)

## Material & Metod

Denna undersökning bygger på data från träindustrins miljörapporter. Miljörapporter har mottagits av varje industris tillsynsmyndighet som i det här fallet har varit antingen kommun eller Länsstyrelse. Ett urval av svenska träindustrier har gjorts med utgångspunkt från de provningsnivåer Länsstyrelsen använder sig av för bedömning av miljöfarlig verksamhet. Utifrån de träindustrier i Sverige med permanent timmerbevattning har beräkningar och uppskattningar utförts med hjälp av den information som finns tillgänglig i miljörapporterna. För att möjliggöra ett ungefärligt mått på timmerlagrens läckage har analysdata från miljörapporterna och egna uppskattningar genomförts, vilket bl.a. har resulterat i utlakningsvolym per säsong. De ämnen som varit möjliga att använda för denna studie är BOD7, CODcr, P-tot, N-tot och fenol. För att se eventuella konsekvenser av utlakningen har fyra olika fall konstruerats. Fallen visar hur en recipient påverkas då en träindustri med timmerbevattning skulle placeras i dess närområde. De ämnen som varit möjliga att använda i fallstudierna är totalfosfor och totalkväve. För att kunna påvisa eventuell påverkan har den beräknade utlakningen jämförts med ämneskoncentrationen före utsläppen. Jämförelse enligt Naturvårdsverkets bedömningsmallar och en beräkning av den relativa förändringen har därefter utförts.

Urval av anläggningar:

- Klass B (20-1) industri där mer än 60 000 kubikmeter toppmätt volym råvara förbrukas per år.
- Klass C (20-2) industrisvarvning där mer än 10 000 kubikmeter men högst 60000 kubikmeter toppmätt volym råvara (rundvirke) eller kubikmeter virke (råvara) förbrukas per

### Belastningsberäkningar

För att kunna utföra belastningsberäkningarna bygger denna studie på data som avser det genomsnittliga läckaget som sker under en bevattningsssäsong samt uppskattade faktorer som påverkar utlakningen. Uppskattade värden för ett öppet respektive recirkulerande system visas i tabell 1 & 2.

Tabell 4. Antagna värden för ett öppet system

Faktor	Värde
Bevattningsvolym	100 mm/dygn
Nederbörd	300 mm/år (www.smhi.se)
Evaporation	40 % (www.smhi.se)
Antal bevattningsdygn	150 dygn (Jonsson, 2004)
Breddningsvolym	300 mm/säsong (www.smhi.se)

För att timret ska hålla en acceptabel fuktkvot har en bevattningsmängd på 100 mm/dygn används, denna volym är något högre jämfört med tidigare resultat (Liukko, 1995).

För att kunna uppskatta belastningen för ett öppet system förutsätts att den volym vatten som tillförs genom bevattning och nederbörd är den volym som senare transporteras till recipient. För att få en belastningsmängd multiplicerar man vattenvolymer minus evaporation med mätdata som avser säsongsmedelvärdet för varje ämne.

Belastningsmängden för ett öppet system ( $B_{\text{öppet}}$ ) beräknas med hjälp av formeln

$$\text{Ekv. 2} \quad B_{\text{öppet}} = ((B_v + P) * (1 - E)) * [\text{ämne}]$$

$B_{\text{öppet}}$  = Belastningsmängden för ett öppet system (kg/säsong)

$B_v$  = Bevattningsvolym per säsong

$P$  = Den genomsnittliga nederbörden under en bevattningssäsong

$E$  = Evaporation

Beräkningen för ett recirkulerande system förutsätter att det sker en bräddning, d.v.s. den vattenvolym som systemet inte klarar av att behålla utan bräddar till recipient. Denna volym antas motsvara den nederbörd som faller under en bevattningssäsong minus evaporation.

Belastningsmängden för ett recirkulerande system beräknas med hjälp av formeln

$$\text{Ekv. 3} \quad B_{\text{recirk}} = P * (1 - E) * [\text{ämne}]$$

$B_{\text{recirk}}$  = Belastningsmängden för ett recirkulerande system (kg/säsong)

$P$  = Den genomsnittliga nederbörden under en bevattningssäsong.

$E$  = Evaporationen

Utifrån den information som fanns tillgänglig i miljörapporterna har tre olika mätpunkter använts för ett öppet system respektive recirkulerande system (se figur 3). Gemensamt för de båda systemen är den mätpunkt som anger det lakvatten som har lämnat bevattningsanläggningen och är på väg mot recipient (punkt A). Lakvatten från denna punkt har även passerat någon form av filtrering t.ex. markinfiltration, sedimentationsdamm eller grusbädd. Punkt B ingår i det recirkulerande systemet och avser data för lakvatten från recirkulationsdamm. När detta lakvatten når recipienten har det skett genom bräddning av en recirkulationsdamm utan att passera någon filtrering. Den sista punkten gäller lakvatten från det öppna systemet uppmätt direkt från timmervältorna (punkt C).

$$\text{Ekv. 4} \quad B_{\text{Ha}} = P * 10000 * (1 - E) * [\text{ämne}]$$

$B_{\text{Ha}}$  = Belastningsmängden för ett recirkulerande system (kg/ha)

$P$  = Den genomsnittliga nederbörden under en bevattningssäsong.

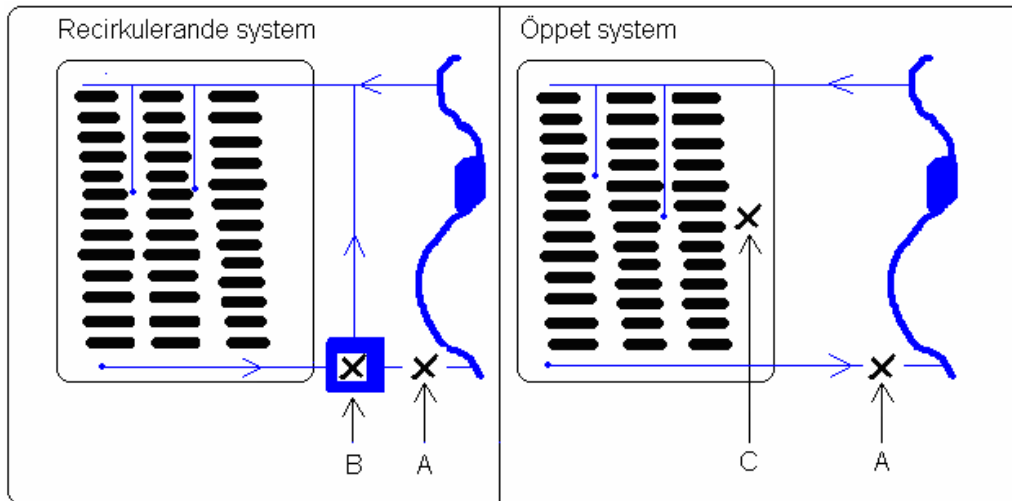
$E$  = Evaporationen

$$\text{Ekv. 5} \quad B_{\text{m}^3} = B_{\text{Ha}} / 15000$$

$B_{\text{m}^3}$  = Belastningsmängden för ett recirkulerande system (kg/m<sup>3</sup> virke)

$B_{\text{Ha}}$  = Belastningsmängden för ett recirkulerande system (kg/ha)

15000 = Volym virke på 1 ha

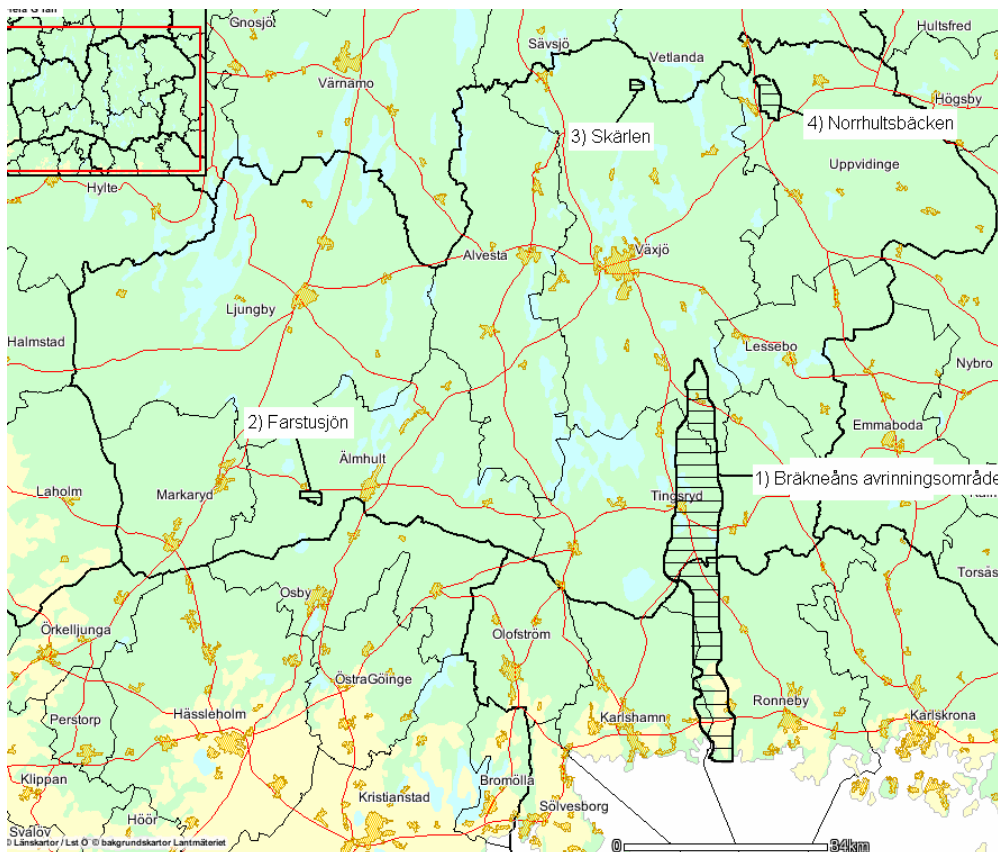


Figur 3. Översikt för hur mätpunkterna är placerade i de två bevattningsystemen.

### Belastningsscenarier

För att konstatera eventuell påverkan på recipient utfördes belastningsberäkningar för 4 scenarier där utlakningen från ett recirkulerande samt ett öppet system sker till 4 olika typer av recipienter (se figur 4). Utifrån data har sedan den procentuella förändringen beräknats. För att bedöma påverkan av timmerbevattningen på recipienten har värdena jämförts med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Då ämneskoncentrationer för dessa fall endast fanns tillgängliga för Tot-P och Tot-N utesluts COD, BOD7 och fenol ur fallen.

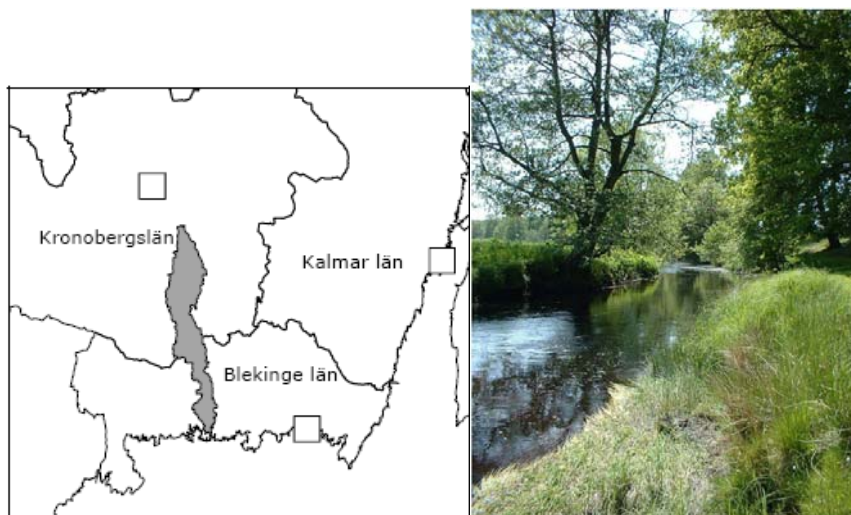
Fallen baseras på samma grunder som ovan med en antagen lagringsyta på 2,5 ha. För de fyra fallen tas ingen hänsyn till den retention som sker i recipienten och påverkan av ämneskoncentrationerna. Sjöns omsättningstid försummas även.



Figur 4. Översikt av recipienterna som berör Kronoberg och Blekinge län (www.lst.se).

### Fall 1.

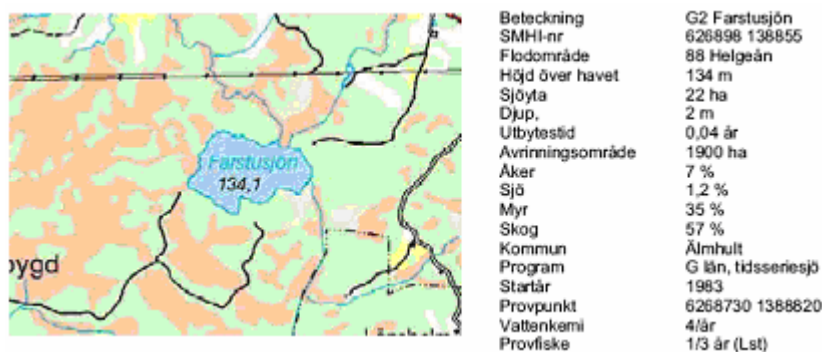
Det första fallet gäller Bräkneåns avrinningsområde som täcker en yta på 462 km<sup>2</sup> i Kronobergs län och Blekinge län (se figur 5). Vattenföringen ligger i genomsnitt på 2,1 m<sup>3</sup>/s. Kväveförlusten uppgick under 2005 till 2,1 kg/ha, denna mängd beskrivs enligt (Naturvårdsverket rapport nr 4913) som måttligt höga förluster. Fosforförlusten var 0,037 kg/ha vilket motsvarar mycket låga förluster (ALCONTROL AB, 2005).



Figur 5. Bräkneåns avrinningsområde (Fall 1) (www.lst.se).

### Fall 2.

Fall 2 gäller Farstusjön har en area om 22 ha och ett medeldjup på 1m (www.lst.se). Sjön klassas som eutrof (klass 3, höga halter) med avseende på fosforhalt. Även i fråga om kvävehalt hamnar sjön i klass 3. Farstusjöns avrinningsområde är 1900 ha och omgivningen domineras av myr- och skogsmark (Länsstyrelsen Kronobergs län, 2005).



Figur 6. Farstusjön (www.lst.se).

### Fall 3.

Enligt de senaste årens inventering av Skärlen kan ämnesmedelvärdena för sjön klassas som ultraoligotrof (totalfosforhalt < 6 µg/l under maj till oktober). Överlag är vattenkemin i den långtidsomsatta sjön mycket stabil. Dock har fosforhalterna varierat kraftigt under åren. Även Skärkens kvävehalt anses vara låg. Avrinningsområdet för sjön är 1330 ha medan vattenytan är 334 ha och medeldjupet är 8,7 m (figur 7).

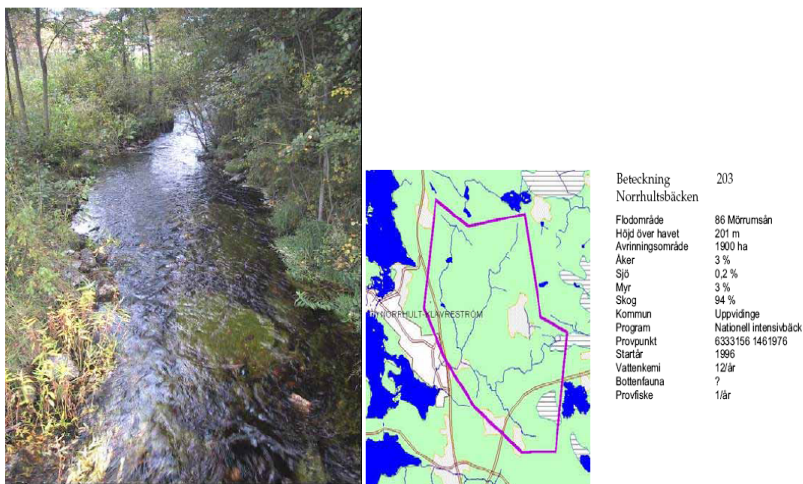


Figur 7. Skärlen ([www.lst.se](http://www.lst.se)).

### Fall 4.

Det 4:e fallet avser ett avrinningsområde för Norrhultsbäcken som är 1900 ha stort. Omgivningen domineras av skogsmark. Vattendraget har låga fosfor- och kväveförluster, 0,0103 respektive 0,627 mg/l. Den arealspecifika förlusten är för fosfor 0,01 och för kväve 0,63 kg/ha.

Norrhultsbäcken



Figur 8. ([www.lst.se](http://www.lst.se)).

Tabell 5. P-tot och N-tot koncentrationer för recipienten före belastning ([www.lst.se](http://www.lst.se))

	Medelhalter (mg/l): (före belastning)	
	P-tot	N-tot
Sjö (större) (Skärlen)	0,006	0,22
Sjö (mindre) (Farstusjön)	0,035	1,05
Större avrinningsområde (Bråkneån)	0,025	1,4
Mindre avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,010	0,63



## Bedömning av tillstånd

Eutrofieringen i sjöar och vattendrag skapas av ökad tillförsel av växtnäringsämnen eller gör dem mer tillgängliga vilket resulterar i ökad produktion av växter och djur, ökad turbiditet samt ökad syrgasförbrukning då nedbrytning av det organiska materialet. På längre sikt ändras även artsammansättningen och biodiversiteten. Det är främst fosfor men även kväve som reglerar de biologiska förändringar i vatten.

Tabell 6. Tillstånd, P-tot halt i sjöar ( $\mu\text{g/l}$ ) (Naturvårdsverket, 1999).

Klass	Benämning	Halt (maj-okt.)
1	Låga halter	$\leq 12,5$
2	Måttligt höga halter	12,5-25
3	Höga halter	25-50
4	Mycket höga halter	50-100
5	Extremt höga halter	$> 100$

Tabell 7. Tillstånd, N-tot i sjöar ( $\mu\text{g/l}$ ) (Naturvårdsverket, 1999)

Klass	Benämning	Halt (maj-okt.)
1	Låga halter	$\leq 300$
2	Måttligt höga halter	300-625
3	Höga halter	625-1250
4	Mycket höga halter	1250-5000
5	Extremt höga halter	$> 5000$

## Resultat

Responser från tillsynsmyndigheten gällande miljörapporterna har varit varierande. Av de 216 st. utvalda företag inom träindustrin använder 45 företag virkesbevattnings. Ett antal företag har gått i konkurs eller lagt ner sin verksamhet. Inventeringen som var utförd år 2000 hade en betydligt högre svarsfrekvens från alla produktionsstorlekarna.

Miljörapporter från sex myndigheter uteblev trots att det i dessa län finns träindustrier med virkesbevattnings. Miljörapporternas innehåll har även varit högst varierande. Utan data från andra källor och egna uppskattningar skulle en belastningsberäkning inte vara möjlig. Det har heller inte varit möjligt att genom miljörapporterna få ett tydligt svar på om det är praxis för träindustrin att använda klimatstyrt system för virkesbevattnings.

### Utlakningsberäkningar

Resultaten från den genomsnittliga utlakningen från timmerbevattnings (se tabell a) baseras på de 45 st. sågindustrier med timmerbevattnings och resultat baserade från Beyer (1983). Medelvärden (se figur 8) gäller för en bevattningsäsong på fem månader.

Tabell 8. Halter från lakvatten angivna som medeltal/säsong.

			Säsongmedelvärde mg/l:				
			BOD <sub>7</sub>	COD <sub>Cr</sub>	P-tot	N-tot	fenol
Recirkulerande system	Recirkulationsvatten (B)	(utan sedimentering)	69	360	1,1	13	0,097
	Utgående lakvatten (A)	(med sedimentering)	20	105	0,14	1,1	0,087
Öppet system	Lakvatten från vält (C)	(utan sedimentering)	32	157	0,42	1,2	0,24
	Utgående lakvatten (A)	(med sedimentering)	2,5	27	0,063	0,80	0,000

Det organiska materialet står för den volymmässigt högsta belastningen. För uträkningen av 1 ha lagringsyta uppskattades att det under en bevattningsäsong lagrats 15000 m<sup>3</sup> virke. (Se tabell x) Då de nya värdena för belastningen utfördes försummas vattnets omsättningstid.

Tabell 9. Avser belastningen för 1 ha bevattnad lagringsyta.

	Belastning kg/säsong (1 ha)				
	BOD <sub>7</sub>	COD <sub>Cr</sub>	P-tot	N-tot	fenol
<b>Belastning (Med sedimentering)</b>					
Recirkulerande system	37	190	0,25	1,8	0,16
Öppet system	232	2400	5,8	73	0,00
<b>Belastning (Utan sedimentering)</b>					
Recirkulerande system	123	654	1,9	24	0,17
Öppet system	2900	14300	38	109	22

Tabell 10. Belastning i gram per m<sup>3</sup> virke och bevattningssäsong.

	Belastning g/m <sup>3</sup> virke. bevattningssäsong				
	BOD <sub>7</sub>	COD <sub>Cr</sub>	P-tot	N <sub>-tot</sub>	fenol
<b>Belastning (Med sedimentering)</b>					
Recirkulerande system	2,5	12	0,016	0,12	0,01
Öppet system	15	165	0,39	4,9	0
<b>Belastning (Utan sedimentering)</b>					
Recirkulerandesystem	8,2	43	0,13	1,5	0,012
Öppet system	196	957	2,5	7,3	1,5

## Resultat för fyra scenarier

Tabell 11. Utsläpp till recipient från en lagringsyta på 2,5 ha (för Scenarier 1,2,3 & 4).

	Belastning kg/säsong (för Case 1,2,3 & 4)				
	BOD <sub>7</sub>	COD <sub>Cr</sub>	P-tot	N <sub>-tot</sub>	fenol
<b>Med sedimentering</b>					
Recirkulerande system	93	476	0,62	4,7	0,39
Öppet system	580	6200	15	183	0,00
<b>Utan sedimentering</b>					
Recirkulerande system	309	1600	4,8	58	0,44
Öppet system	7400	36000	96	274	56

Den procentuella förändringen (tabell 12) visar tydligt att det är det öppna systemet utan sedimentering som leder till den största procentuella förändringen.

Tabell 12. Beräknad procentuellförändring

		Med sedimentering		Utan sedimentering	
		P-tot	P-tot	N <sub>-tot</sub>	N <sub>-tot</sub>
Recirkulerande system	Sjö (större) (SkärLEN)	0,5	0,0	3	0,0
	" Sjö (mindre) (Farstusjön)	9,0	0,0	70	1,5
	" Större avrinningsområde (Bräkneån)	0,0	0,0	0,5	0,0
	" Mindre avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	3,0	0,5	25	5,0
Öppet system	Sjö (SkärLEN) (större)	8,3	0,0	55	0,10
	" Sjö (Farstusjön) (mindre)	210	4,5	1400	6,5
	" Större avrinningsområde (Bräkneån)	1,0	0,2	5,7	0,5
	" Mindre avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	76	15	507	23

Från de olika fallen kan man tyda ett mönster som visar att de större recipienterna visar obetydlig påverkan medan den mindre recipienterna drabbas betydligt hårdare av utlakning oavsett bevattningssystem se (tabell 13).

Tabell 13. Fall 4. Norrhultsbäcken. Bedömning fosfor

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust fosfor (kg/ha,år)	Utgångsläge	Recirkulerande system Med Sedimentering	Recirkulerande system Utan Sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Mycket låga förluster	≤ 0,04	0,01				
2	Låga förluster	0,04 - 0,08					
3	Måttligt höga förluster	0,08 - 0,16		0,10	0,11	0,14	
4	Höga förluster	0,16 - 0,32					
5	Mycket höga förluster	> 0,32					0,43

Tabell 14. Fall 4. Norrhultsbäcken. Bedömning kväve

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust kväve (kg/ha, år)	Utgångsläge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Mycket låga förluster	≤ 1,0	0,63				
2	Låga förluster	1,0 - 2,0					
3	Måttligt höga förluster	2,0 - 4,0					
4	Höga förluster	4,0 - 16,0		6,2	5,9	6,3	6,7
5	Mycket höga förluster	> 16,0					

Tabell 15. Fall 1. Bräkneån. Bedömning fosfor

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust fosfor (kg/ha, år)	Utgångsläge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Mycket låga förluster	≤ 0,04	0,037				
2	Låga förluster	0,04 - 0,08					
3	Måttligt höga förluster	0,08 - 0,16		0,051	0,052	0,054	0,065
4	Höga förluster	0,16 - 0,32					
5	Mycket höga förluster	> 0,32					

Tabell 16. Fall 1. Bräkneån. Bedömning kväve

Klass	Benämning	Arealspecifik förlust kväve (kg/ha, år)	Utgångsläge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Mycket låga förluster	≤ 1,0					
2	Låga förluster	1,0 - 2,0					
3	Måttligt höga förluster	2,0 - 4,0	2,1	2,9	2,9	2,9	2,9
4	Höga förluster	4,0 - 16,0					
5	Mycket höga förluster	> 16,0					

Tabell 17. Fall 3. Skärilen. Bedömning fosfor

Klass	Benämning	(P) (mg/l)	Utgångsläge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Låga halter	≤ 0,0125	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060	0,0060
2	Måttligt höga halter	0,0125-0,025					
3	Höga halter	0,025-0,05					
4	Mycket höga halter	0,05-0,1					
5	Extremt höga halter	> 0,1					

Tabell 18. Fall 3. Skärilen. Bedömning kväve

Klass	Benämning	(N) (mg/l)	Utgångsläge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Låga halter	≤ 0,3	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
2	Måttligt höga halter	0,3-0,625					
3	Höga halter	0,625-1,25					
4	Mycket höga halter	1,25-5,0					
5	Extremt höga halter	> 5,0					

Tabell 19. Fall 2. Farstusjön. Bedömning fosfor

Klass	Benämning	(P) (mg/l)	Utgångs- läge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Låga halter	$\leq 0,0125$					
2	Måttligt höga halter	0,0125-0,025					
3	Höga halter	0,025-0,05	0,035	0,035	0,035	0,035	0,038
4	Mycket höga halter	0,05-0,1					
5	Extremt höga halter	$> 0,1$					

Tabell 20. Fall 2. Farstusjön. Bedömning kväve

Klass	Benämning	(N) (mg/l)	Utgångs- läge	Recirkulerande system Med sedimentering	Recirkulerande system Utan sedimentering	Öppet system Med sedimentering	Öppet system Utan sedimentering
1	Låga halter	$\leq 0,3$					
2	Måttligt höga halter	0,3-0,625					
3	Höga halter	0,625-1,25	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
4	Mycket höga halter	1,25-5,0					
5	Extremt höga halter	$> 5,0$					

## Diskussion

Miljörapporterna kan i vissa fall vara bristfälliga då det gäller att skapa sig en bild av hur lagringen av virke sker. Den huvudsakliga miljöpåverkan ur virkesindustrins synvinkel är buller. Denna påverkan finns nämnd i de flesta miljörapporter och gäller i synnerhet de virkesindustrier som ligger i närhet av bebyggelse. Miljörapporterna har oftast litet fokus avseende utsläpp av näringsämnen till recipient. Däremot har de flesta rapporterna information om t.ex., hur många lysrör som förbrukats, hur många ton wellpapp, plast, etc. samt vem som transporterar avfallet till avsedd mottagare.

I det slutna bevattningssystemet är det tydligt att ämneskoncentrationerna är betydligt högre i recirkulationsvattnet än i det lakvatten som lämnar anläggningen för att sedan nå recipient (se tabell 8). Detta kan som tidigare nämnts delvis förklaras med att den mikrobiologiska nedbrytningen ständigt pågår i vattnet och att det sker en effektiv filtrering. Med tanke på att den mikrobiella biomassan styr nedbrytningen av de ämnen som utlakas från timret och speciellt då näringsrikt vatten används kan det finnas skäl att öka näringsinnehållet i det recirkulerande vattnet vid bevattningssäsongens början. Det skulle då finnas fler mikrobiella nedbrytare som skulle kunna jämna ut de utlakningstoppar som kan uppstå de första veckorna av bevattningssäsongen. Den data som avser utlakningen för ett hektar lagringsyta (se tabell 9) avser en lagrad virkes volym på 15000 m<sup>3</sup>. Denna volym kan variera kraftigt då en del träindustrier lagrar betydligt mer virke.

Sedimentationen påverkar både vegetationen i vattendragen och djurlivet. Det blir därför svårare för bottenlevande djur att överleva och igen slamningen försämrar lekplatser för fisk och döljer de ägg som läggs av insekter. Sedimentationen leder även till en försämrad syretillgång på bottarna p.g.a. en ökad nedbrytning av organiskt material. Ett vattendrag som en gång blivit hårt igen slammat får det svårt att återfå det ursprungliga tillståndet. Enligt tabell 13 Norrhultsbäcken leder utlakningen till en stor förändring av vattensammansättningen. För en bäck i denna storleksklass är risken stor att sedimentering och försämrad syretillgång leder till ödesdigra konsekvenser.

Då det är fosfor som reglerar tillväxten i svenska sjöar och vattendrag, leder en ökad fosforhalt i vattnet till tillväxt av bl.a. växtplankton och bakterier. Enligt resultaten ovan är det fosfor som ökar mest procentuellt. Redan vid relativt små läckage ökar risken för att recipienten påverkas negativt. Vad som är viktigt att tänka på vid planering av lagringsytorna utifrån informationen ovan är placering av timmerlagret, bevattningssystem och att det finns en väl fungerande sedimentationsanläggning. En kombinerad anläggning med t.ex. både infiltration och översilning borde minska utlakningen.

Jämförs värdena (per m<sup>3</sup> virke) från tabell 2 (Halldin & Eriksson, 1978) med resultaten från denna undersökning så är likheten störst när det gäller belastning från ett öppet system utan sedimentering.

Utlakningsberäkningarna som är gjorda ovan ger en översiktsbild på omfattningen av de olika substanserna som utlakas från det lagrade timret och hur belastningen påverkar recipienten. Det är viktigt att även studera utlakningen under kortare perioder istället för att presentera ett medelvärde per bevattningssäsong. Anledningen till detta är att utlakningen från bevattnade virkeslager varierar kraftigt under en säsong. Lakning av icke önskvärda ämnen med vattnet beror på komplicerade förhållanden. Det är oerhört viktigt att utlakningen minimeras för att minska läckaget av näring till sjöar och vattendrag. Den data som används för att beräkna belastningen består av medelvärden för en bevattningssäsong och de faktorer som påverkar belastningen är grundande på typiska bevattningar och inte extremfall. Detta innebär att de beräknade värdena kan vara underskattningar.

Denna undersökning ger som tidigare nämnts endast en grov bild av hur utlakning påverkar en recipient. De faktorer som påverkar beräkningen och resulterar i värden som avser belastningen per hektar lagringsyta och per m<sup>3</sup> virke är grovt uppskattade och kan leda till

orealistiska värden. Den information som data avser bygger på företagens miljörapporter och som i sin tur tillsynsmyndigheten ansvarar för är undermålig. Det är svårt att avgöra om det recirkulerande systemet har ett läckage som kan uppskattas till den mängd vatten som tillkommer som nederbörd och senare avgår genom bräddning. Då man inte känner till recirkulationsdammarnas storlek och kapacitet är det svårt att avgöra hur omfattande läckaget verkligen är. Likaså är det osäkerhet hur stor volym virke som kan lagras per ha. I den här studien har en volym om 15000 m<sup>3</sup> virke använts för att beräkna belastningen. Ur lagringssynpunkt är det säkert möjligt med en ökad lagringsvolym som kan resultera i ökad utlakning till recipient.

För att utföra en mer realistisk belastningsberäkning bör först och främst data för lakvatten vara mer konkret och informativ vilket kan resultera i mer realistiska beräkningsresultat som t.ex. förändringarna i utlakning under en bevattningssäsong. Detta skulle ge ett bättre slutresultat istället för ett medelvärde per bevattningssäsong. Miljörapporterna bör även vara mer detaljerade med t.ex. en plan över bevattningsanläggningen om de ska ingå som beräkningsunderlag. Det är mycket värdefull information som går förlorad om inte miljörapporterna är kompletta.



## Referenser

- Beyer, G. 1983. Timmerbevattning - utformning och vattenkvalitet vid några olika bevattningsanläggningar. Träteknik Rapport.
- Bydén S, Larsson A-M & Olsson M. 1996. Mäta vatten. Undersökningar av sött och salt vatten. Andra upplagan. Inst. För miljövetenskap och kulturvård. Göteborg
- Borgå, P. 1994. Chemical and microbial interactions in environmental degradation process.
- Borgå, P. Fakta Skog Nr 1. 1995. Nordisk timmerbevattningskonferens.
- Elowson, T. Fakta Skog Nr 1. 1995. Nordisk timmerbevattningskonferens.
- Halldin A & Eriksson R 1978. Föroreningsurlakning ur ved. Ett försök avseende lagring av vatten i timmertankar. Rapport 1033. Naturvårdsverket.
- Johansson, A. Näringslivsavdelningen. Information gällande lagring av virke. 2005. Länsstyrelsen i Jönköpings län.
- Jonsson, M Wet Storage of Roundwood. 2004.
- Liukko, K. Climate-Adapted Wet Storage of Saw Timber and Pulpwood. An alternative method of sprinkling and its effect on freshness of round wood and environment. 1997.
- Liukko, K Fakta Skog Nr 1. 1995. Nordisk timmerbevattningskonferens.
- Länsstyrelsen Kronobergs län. 2005. Referensvatten Kronobergs län 1983-2003 ISSN 1103-8209, meddelande 2005:03.
- Miljörapport för BooForssjö AB, 2005.
- Miljörapport för VIDA Timber, Alvesta Kommun, 2005.
- Mellanskog Skogsägarna. 1998. Det ömtåliga virket.
- Naturvårdsverket. 1999. Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- Naturvårdsverket. 1992. Sågverk, dopning och lagring. Branchfakta. SNV.
- Staland, J.; Navrén, M.; Nylinder, M. 2000: Såg 2000. Institutionen för skogens produkter och marknader, SLU, Uppsala.
- <http://www.smhi.se>
- <http://www.g.lst.se/g/amnen/Fiske/>
- <http://www.g.lst.se/g/amnen/Miljoskydd/miljorapport.htm>
- Naturvårdsverket. 2005. Miljöeffekter vid lagring av stormfällt timmer.  
<http://www.naturvardsverket.se>
- <http://www.notisum.se> (Miljöbalken)

## Bilaga 1.

Tabell 21. Recirkulerande system: halter efter belastning (mg/l)

	<u>Säsongsmedelvärdet mg/l (med sedimentering)</u>	
	P-tot	N <sub>-tot</sub>
Sjö (större) (SkärLEN)	0,0060	0,22
Sjö (mindre) (Farstusjön)	0,035	1,1
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,011	0,63
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,025	1,4
	<u>Säsongsmedelvärdet mg/l (utan sedimentering)</u>	
Sjö (större) (SkärLEN)	0,0060	0,22
Sjö (mindre) (Farstusjön)	0,035	1,1
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,012	0,6
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,025	1,4

Tabell 22. Öppet system: halter efter belastning (mg/l)

	<u>Säsongsmedelvärdet (med sedimentering)</u>	
	P-tot	N <sub>-tot</sub>
Sjö (större) (SkärLEN)	0,0060	0,22
Sjö (mindre) (Farstusjön)	0,035	1,05
Vattendrag (Norrhultsbäcken)	0,015	0,64
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,026	1,4
	<u>Säsongsmedelvärdet (utan sedimentering)</u>	
Sjö (större) (SkärLEN)	0,0060	0,22
Sjö (mindre) (Farstusjön)	0,038	1,1
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,044	0,67
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,031	1,4

Tabell 23 Recirkulerande system halter efter belastning

	Arealsspecifik förlust kg/ha Med sedimentering	
	P-tot	N <sub>-tot</sub>
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,05	2,9
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,10	6,2
	Arealsspecifik förlust kg/ha Utan sedimentering	
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,05	2,9
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,11	5,9

Tabell 24 Öppet system halter efter belastning

	Arealsspecifik förlust kg/ha Med sedimentering	
	P-tot	N <sub>-tot</sub>
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,055	2,9
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,14	6,3
	Arealsspecifik förlust kg/ha Utan sedimentering	
Avrinningsområde (Bräkneån)	0,065	2,9
Avrinningsområde (Norrhultsbäcken)	0,40	6,7