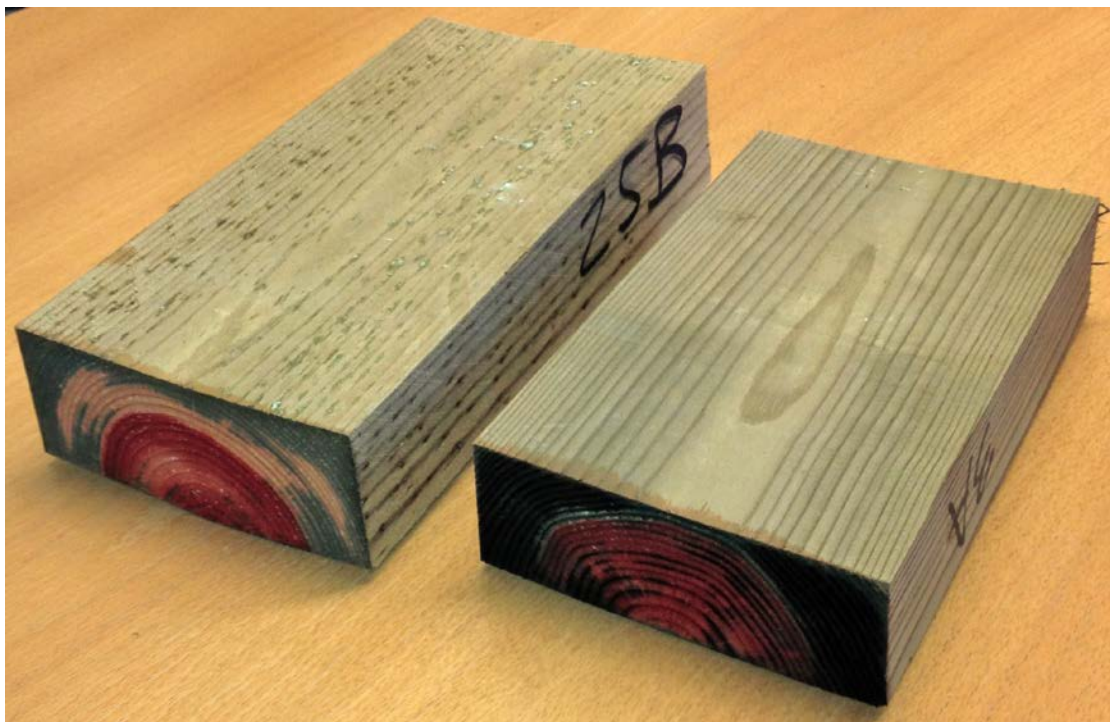




Virkestorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint – Del III

Inverkan av hyveldjup



Margot Sehlstedt-Persson, LTU
Fredrik Persson, SP

Förord

Detta TCN-projekt "Virkestorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint – Del III" är en fördjupad fortsättning av följande projekt som publicerats i tidigare TCN rapporter:

Januari 2011 Modern torknings inverkan på impregnerbarhet i furusplint - Förstudie

Februari 2013 Virkestorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint – Del II:
Delrapport 1: Studier i industriskala av torkningstemperaturens och fuktkvotnivåns betydelse vid impregnering av hyvlade bräder och plank.

Oktober 2013 Virkestorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint – Del II
Delrapport 2: Inverkan av mellanlagring och konditionering. I studien har inverkan av konditionering, torkningsspänningar, fuktkvotgradienter och mellanlagringens betydelse för impregneringsresultatet studerats i labbskala.

Projektet är finansierat av TräCentrum Norr. Ett varmt tack riktas till industrireferensgruppens deltagare för värdefulla synpunkter och insatser under arbetets planering och genomförande: Erland Hedlund och Viktor Karlsson - Martinsons Kroksjön samt Niclas Larsson – SCA Timber Bollsta.

Arbetet som avrapporteras i denna rapport har genomförts av LTU och SP under 2014-2015

Skellefteå, april 2015

Sammanfattning

Projektets målsättning var att undersöka om och hur virkestorkning påverkar impregnerbarhet med vattenbaserat kopparmedel, samt att ge rekommendationer om hur torkningsbetingelserna kan göras så gynnsamma som möjligt för ett bra impregneringsresultat.

I den studie som avrapporteras här har huvudfrågan varit hur olika hyveldjup påverkar impregneringsresultatet i centrumsågat furuvirke 50x125 mm. Virket torkades i labtork med målfuktkvoten 18 % med max torrtemperatur 75°C. Torkprocessen avslutades med en kombinerad vatten- och ångbasningskonditionering. Jämförelse gjordes mellan ohyvlat och följande tre olika hyveldjup: 0,7; 2,4 och 4,3 mm.

Försöksvirket impregnerades industriellt med kopparbaserat medel enligt Nordiska Träskyddsföreningen (NTR) klass AB.

Studien visar att hyvlat virke har bättre impregneringsresultat jämfört med ohyvlat virke. Det bästa resultatet erhålls vid det största hyveldjupet. Produktionsmässigt är det dock knappast ekonomiskt försvarbart med så stort hyveldjup runt om på virkestyckets samtliga sidor. Ingen skillnad kunde ses mellan hyveldjupen 0,7 och 2,4 mm. Detta indikerar att även en "lätt" hyvling ger ett signifikant bättre impregneringsresultat för konditionerat virke jämfört med ohyvlat.

Om inga andra kvalitetskrav finns som motiverar en konditionering i slutet på torkprocessen är rekommendationen att ohyvlat virke som skall impregneras inte bör konditioneras. En konditioneringsfas kostar även tid, dvs. produktionskapacitet, vilket leder till en dubbel förlust om inga kvalitetskrav finns som motiverar konditionering av virket.

För mer information om projektet kontakta:

Margot Sehlstedt-Persson (projektledare)

LTU

Skellefteå

0910-58 53 05

Margot.Sehlstedt-Persson@ltu.se

Fredrik Persson

SP

Skellefteå

010-516 62 27

Fredrik.Persson@sp.se

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Avgränsningar.....	4
2	Material och Metoder	5
3	Resultat och diskussion	11
3.1	Fuktkvot före och efter torkning	11
3.2	Densitet.....	11
3.3	Kärnvedsandel och splintvedsvolym	11
3.4	Kådklassning	12
3.5	Kupning	13
3.6	Hyvlingsresultat	13
3.7	Impregneringsresultat	14
3.7.1	Upptag impregneringsmedel/splintvedsvolym	16
4	Diskussion	18
5	Slutsatser och Rekommendationer	19
6	Fortsatt arbete	20
7	Referenser	21

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I Sverige impregneras årligen omkring 1.2 miljoner kubikmeter virke med kopparbaserade medel – huvudsakligen virke som hyvlas före impregneringen. Producenter med rätt att NTR märka sitt impregnerade virke lämnar idag en 20 årig rötskyddsgaranti gentemot konsumenterna. I Träskyddsnytt nr 24 februari 2009 rapporterades för kopparbaserade impregneringsmedel en kraftig ökning av antalet impregneringsmissar i furusplint, något som på sikt riskerar rötskador i impregnerat virke med stora kostnader som följd. Vissa verk som impregnerar riskerar även att förlora certifiering och rätten att NTR-märka sitt virke.

Orsakerna till inträngningsproblemen diskuteras och en del facklitteratur utpekar torkningsprocessen som en tänkbar orsak till problemet genom de förändringar som gjorts med högre torktemperaturer och snabbare process. *”Det som f n förefaller vara den stora boven i dramat är torkningsförfarandet i kombination med träskyddsmedlets fysikaliska egenskaper”* (Citat ur Träskyddsnytt nr 24, februari 2009). Det är synnerligen angeläget att utreda orsakerna till problemen och att undersöka om och hur den forcerade virkestorkningen påverkar impregnerbarhet.

Den studie som avrapporteras i denna rapport är en direkt fortsättning och fördjupning av tidigare arbeten inom området ”Virkestorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint”. En förstudie av screeningkaraktär gjordes 2010 (Sehlstedt-Persson et.al. 2011) och väckte frågor som ledde vidare till en större undersökning i industriskala. I de industriella försöken undersöktes torkningstemperaturens och fuktkvotnivåns betydelse vid impregnering av hyvlat bräder och plank (Sehlstedt-Persson et.al. 2013). Därefter genomfördes en undersökning i labbskala på ohyvlat virke där inverkan av konditionering, torkningsspänningar, fuktkvotsgradienter och mellanlagringens betydelse för impregneringsresultatet undersöktes (Sehlstedt-Persson och Persson 2013).

I den senaste studien visade det sig att konditionering tycktes försämra impregneringsresultatet för ohyvlat virke. En hypotes är att effektiv konditioneringen lösgör och driver extraktiver mot virkesytan vilka kan ses som typiska ”kådfräknar” på konditionerat virke, Figur 1.

Dessa kådfräknar antas fungera som ett hinder för impregneringsmedlet att ta sig in i virket via de rikt förekommande hartskanalerna som - förutom via mägstrålar - antas utgöra en viktig transportväg för medel i furusplintved. Efter impregnering av ohyvlat virke ses ofta rester av impregneringsalter på dessa kådfräknar samt runt extraktivrika områden nära kvistar.



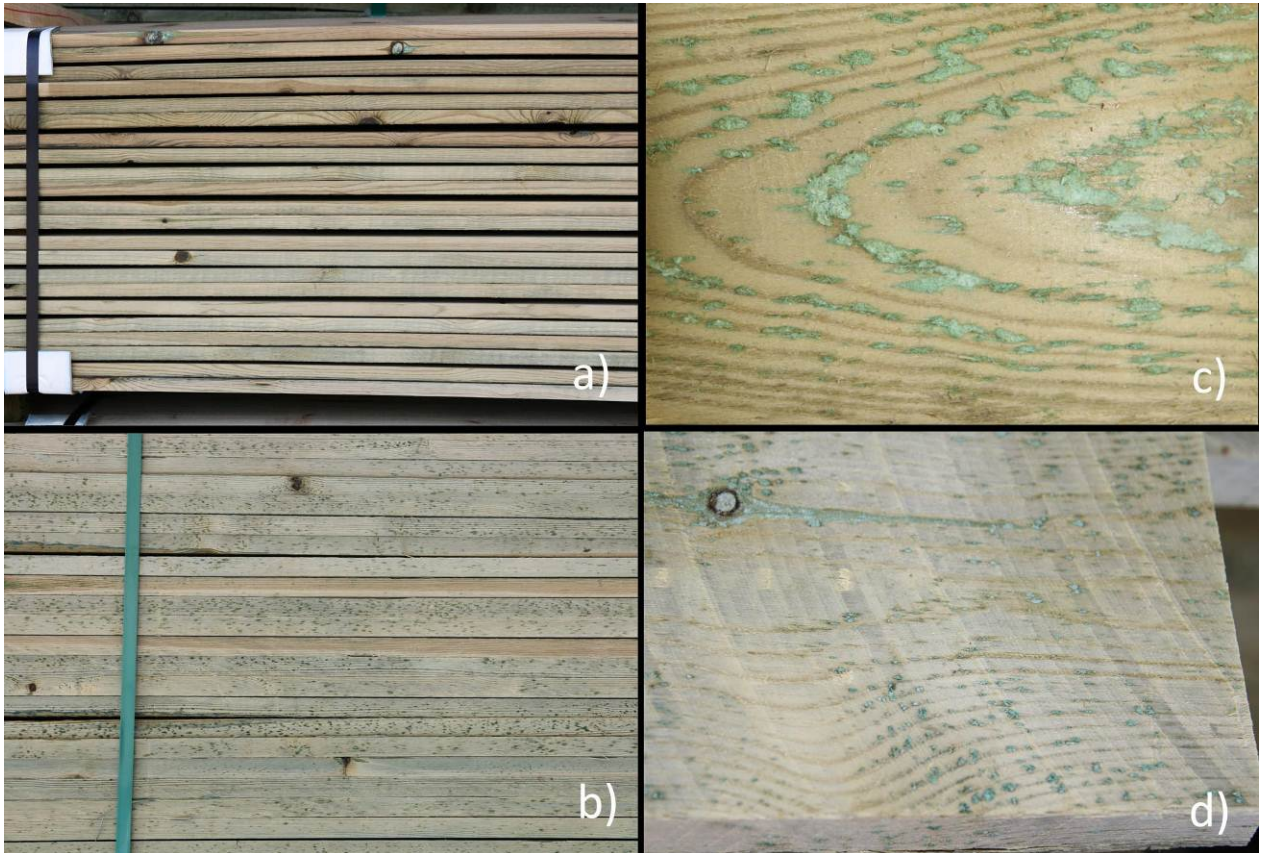
Figur 1 Övre bild: Exempel på virkesyta med kåfräknar efter effektiv ångkonditionering. Observera ytan till höger som saknar kåfräknar då den varit blockerat av ett torkströ under torkning och konditionering. Undre bild: Ohyvlad yta efter impregnering

Medelupptag - koncentration

Kravet på upptag av impregneringsmedel i impregneringsklass AB för det använda medlet är 19 kg träskyddsmedel/m³ splintved. Omräknat till torrsubstans aktiva medel motsvarar det knappt 3 kg/m³ ved varav torrsubstans koppar utgör knappt 2kg/m³.

För en 4 meter lång centrumsågad 50x125 mm furuplanka med 50 % kärnvedsandel innebär en godkänd impregnering ett upptag av aktiva medel $4 \times 0,05 \times 0,125 \times 0,5 \times 3 = 0,04$ kg.

Om då rester av impregneringsmedlet (aminer samt aktiva medel efter avgång av vatten) finns kvar på kådfräknar mm. efter impregnering i den omfattning som ses i Figur 1, är ett rimligt antagande att dessa kådfräknar har försvårat medelinträngning in i veden.



Figur 2 Exempel på virkesytors utseende efter impregnering hos a) hyvlat virke b) ohyvlat virke c) detalj på ohyvlat virkes flatsida som visar rester av impregneringssalter på sommarvedsstråk d) detalj på ohyvlat virkes flatsida som visar rester av impregneringssalter på hartsrika stråk runt kvistar samt som "fräknar" runt hartskanaler.

När resultat från senaste studien presenterades för projektets industrireferensgrupp föreslog industrirepresentanterna fortsatta studier för att undersöka inverkan av olika hyveldjup i kombination med konditionering samt att undersöka hur stor inverkan kådfräknighet efter konditionering på ohyvlat virke påverkar inträngningen.

Frågeställningarna i denna fortsättning av projektet som presenteras här i denna rapport har varit följande:

- Finns någon inverkan av olika hyveldjup på impregneringsresultatet?

Studien har gjorts på noggrant utvalt och väl matchat försöksmaterial med torkning i labbskala av ca 1 m långa, ändtätade centrumsågade 50x125 mm furuplank som impregnerats i industriell miljö i enligt gällande rutiner i NTR klass AB i ordinarie impregneringsprocess med kopparbaserat medel.

Det bör betonas att impregneringsresultatet från denna studie inte är representativt för normal produktion av impregnerat virke i klass AB. Därför är det inte heller relevant att ange namnet på impregneringsmedlet eller det sågverk där impregneringen utfördes.

Tätningen av ändytorna som gjordes var sannolikt ogynnsamt i förvakuumsteget och för medelinträngningen. Detta var dock inte något problem vid utvärderingen av resultatet eftersom målet med undersökningen har varit att göra en jämförande undersökning av hyveldjupets inverkan och att samtliga provbitar varit behandlade på samma sätt och impregnerats i samma tryckning.

1.2 Avgränsningar

I projektet ingick inte att undersöka olika impregneringsmedel eller inverkan av processparametrar i impregneringsprocessen.

I projektet som helhet studeras enbart impregnering med kopparbaserade medel i klass AB.

Avrapporteringen i denna delrapport avser enbart konditionerat virke.

2 Material och Metoder

I samråd med industrireferensgruppen beslöts och genomfördes följande försökupplägg:

Försök i labbskala enligt samma förfarande som i förra studien med torkning i Sp:s labtork av ändtätade 1 m långa prover, 2ex log med dimension, 50x125 mm som torkades enligt samma schema som i förra försöket med målfuktkvot 18 %.

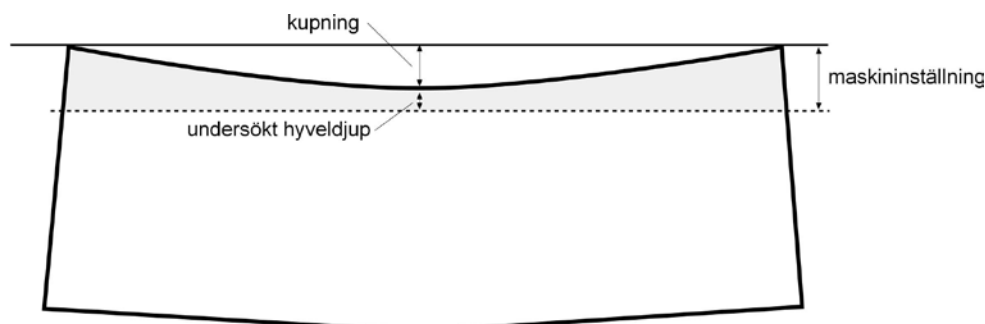
Konditionering av allt virke gjordes med ånga för att provocera fram kådfräknar.

Hyvling gjordes med fyra hyveldjup efter konditionering:

- 0 mm (dvs. ohyvlat med kådfräknar kvar)
- ≈ 0.7 mm (hyvelsläpp kan förekomma)
- ≈ 2 mm
- ≈ 4 mm

Försökets designades med 4 batcher som av utrymmesskäl torkades i två omgångar för att få tillräckligt stort försöksdata. Batcher med hyveldjup 0 och 4 mm torkades i torkomgång 1 samt 0.7 och 2 i torkomgång 2.

Hyveldjupet på splintsidan med hänsyn taget till kupning definieras enligt Figur 3. Teoretisk kupning för 2X, 50x125 furu med standardvärden 7,7 % tangentiell och 4 % radiell krympning (Träfakta, Boutelje Rydell) vid torkning till 18 % fuktkvot har beräknats till 0,82 mm.



Figur 3 Definition av hyveldjup på splintsidan (kupning kraftigt överdriven)

Försöksvirket

Totalt 42 centrumsågade furuplank 2X, 50x125 mm valdes ur ett antal nysågade ströade råa paket den 23/10 2014. Plankorna valdes noggrant med så hög splintvedsandel som möjligt, med märke idealt placerad nära kärnvedssidan, samt med så lite kvist som möjligt.

Den 27-28/10 bereddades allt provmaterial: från toppändan av varje planka kapades drygt 1 m långa prover som märktes med planknummer samt A, B, C från toppändan. Från de flesta plankorna var det endast möjligt att få 2 stycken prover pga. kvistar eller alltför hög kärnvedsandel mot rotändan - målsättningen var att alla provbitar skulle ha ren splintved på splintvedssidan, Figur 4.



Figur 4 Råa tvärsnitt som visar mörkplacering och kärnvedsandel i en av batcherna före ändtätning.

Totalt bereddes 96 st. ändtätade prover med position A-C längs de individuella plankorna. Ändtätningen gjordes med Sikaflex 221. I samband med provberedningen gjorde avkap från alla provbitar för mätning av ingående medelfuktkvot (torrviktsmetoden), standardavvikelse fuktkvot samt medeldensitet $\rho_{0, \text{rå}}$.

Provmaterialet indelades i 4 batcher med så likvärdig fördelning som möjligt av antalet A, B och C bitar, se **Tabell 1**. Batcherna fördelades slumpmässigt till de fyra olika hyveldjupen.

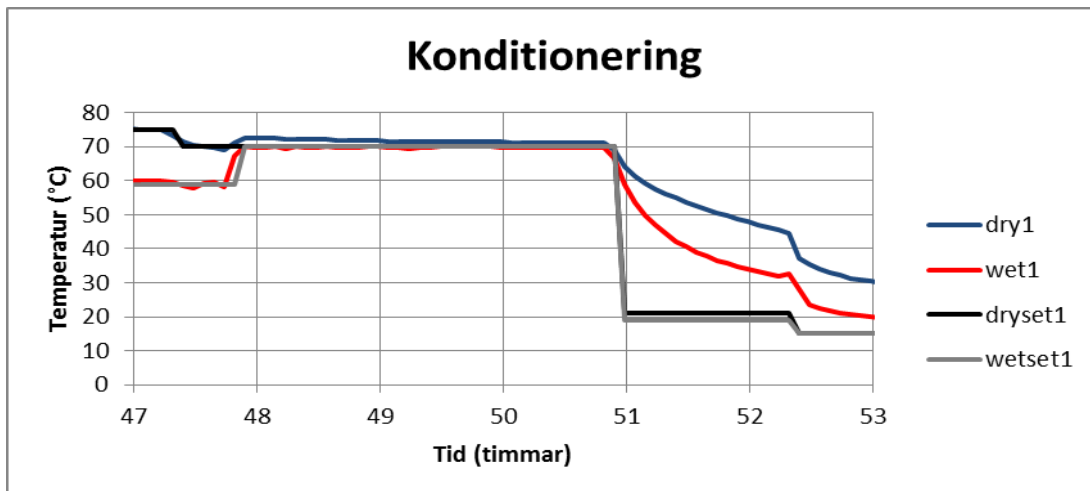
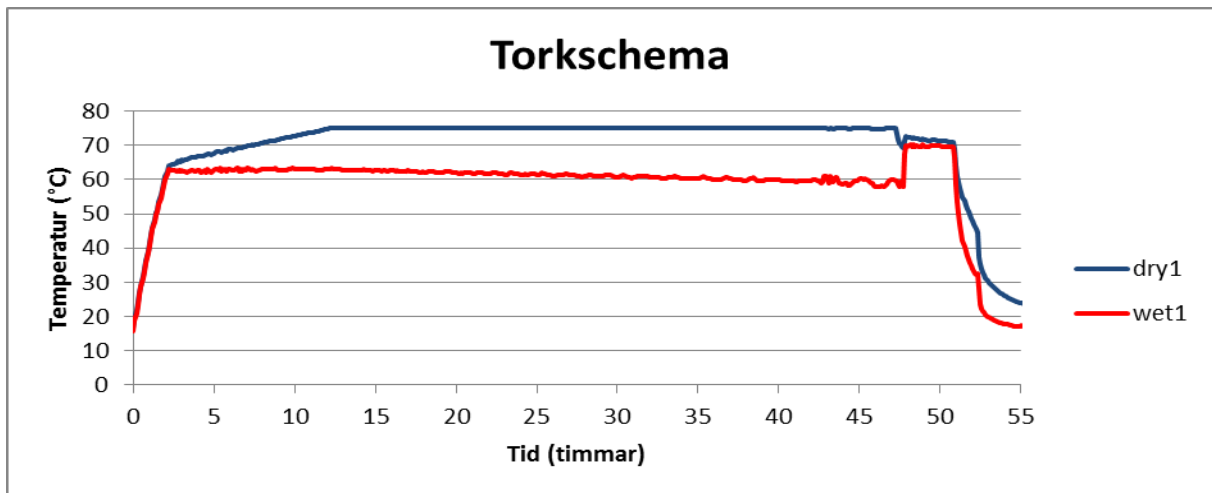
Tabell 1 Försöksupställning. Totala antalet prov samt fördelning av A, B, C prov i de fyra batcherna från olika plankor där A är första biten från toppändan, B andra biten, osv. Provbit A behöver inte ha suttit i direkt anslutning till provbit B. Batchernas slumpmässiga indelning i torkomgång 1 eller 2 samt undersökt hyveldjup.

	N(antal prov)	A	B	C	Torkomgång	Hyveldjup
BATCH 1	24	11	9	4	2	0,7 mm
BATCH 2	24	11	9	4	1	0 mm
BATCH 3	24	10	9	5	1	4 mm
BATCH 4	24	10	9	5	2	2 mm

Torkning och konditionering

Totalt har av utrymmesskäl två torkomgångar med två batcher vardera körts i labbtork. Vid de två torkomgångarna kördes identiskt torkschemat med max torrtemperatur +75°C och målfuktkvot 18 %, se Figur 5 för torkomgång 1. Konditioneringssteget på ca 3 timmar gjordes

med mättad vattenånga vid torrtemperatur +70°C. Efter torkning och konditionering mättes fuktkvot i samtliga prover med stiftmätare. De två torkomgångarna utfördes mellan den 28/10 – 2/11.



Figur 5 Torkschemas och konditioneringsschemas från torkomgång 1, batch 2 och 3.

Torkprocessen i de båda torkomgångarna blev i det närmaste identisk varvid risken för att skillnader mellan batcherna orsakat av torkning bedöms liten.

Kådklassning av splintvedsytor

En visuell klassning av förekomsten av kådfräknar på splintvedsytor efter torkning och konditionering gjordes på samtliga provbitars splintsida. Klassningen gjordes i 4 klasser:

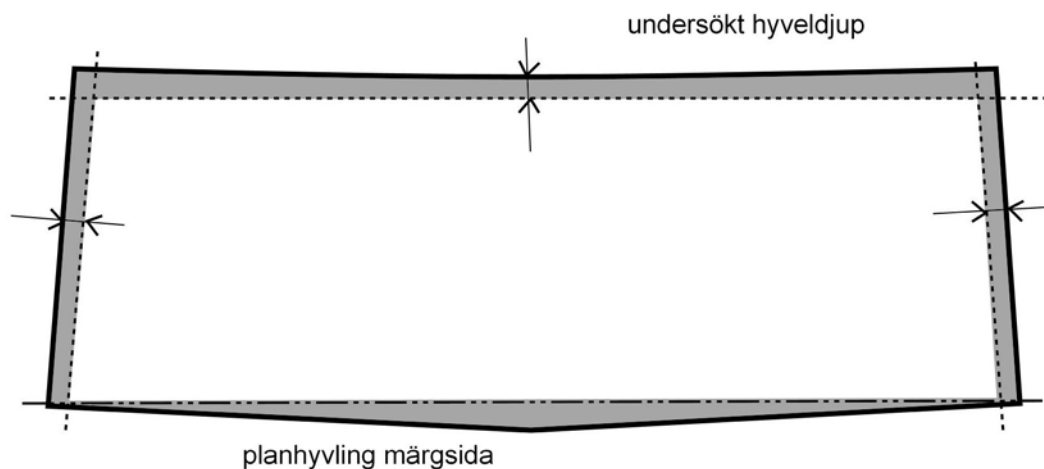
- Klass 0 (inga synliga kådfräknar)
- Klass 1 (kådfräknar förekommer sparsamt)
- Klass 2 (måttlig förekomst av kådfräknar)
- Klass 3 (riklig förekomst av kådfräknar)

Kupning

Kupning efter torkning/konditionering mättes med en mätklocka på halva längden och halva bredden på samtliga prov före hyvling.

Hyvling

De fyra batcherna slumpades till följande hyveldjup: batch 1: 0,7 mm; batch 2: 0 mm; batch 3: 4 mm och batch 4: 2 mm. Den 3-4/11 hyvldes försöksvirket i batch 1,3 och 4. Först planhyvlades märgsidan på samtliga prover varefter tjockleken på varje prov mättes med en krumpassare mitt ovanför märg. Därefter gjordes i planhyveln en maskininställning av batchvis undersökt hyveldjup + teoretiskt kupning på 0,89 mm varefter batchens samtliga prov hyvldes på splintsidan. Samma undersökta hyveldjup ställdes därefter in i en rikthyvel där provernas båda kantsidor hyvldes. Slutligen gjordes en ny mätning av tjockleken på varje prov mitt ovanför märg för att kunna beräkna varje provs individuella hyveldjup på splintsidan som det definieras i Figur 3. Denna procedur gör att tvärsnitten inte är helt rektangulära, dock är avvikelserna vid aktuell fuktkvot 18 % små, se Figur 6.



Figur 6 Hyvlingsprocedur av prov i batcherna 1,3 och 4. Batch 2 hyvldes inte.

Efter hyvling av batch 1, 3 och 4 vägdes samtliga prover i de fyra batcherna varefter proverna ströades med tunna bindströn och bandades i fyra batcher som noggrant täcktes med plast i väntan på transport till impregneringsanläggningen.

Impregnering

Impregnering gjordes den 11/11 av de fyra batcherna i en och samma tryckning. Impregneringen utfördes enligt gällande rutiner i NTR klass AB med följande processteg:

1. 90 % förvakuum i 20 min
2. Ca 40 min. övertryck, ca 1400 [kPa]
 - a. Impregneringsmedel: Kopparsalt i vattenlösning, ett av de vanligaste förekommande impregneringsmedlen.
 - b. Vätsketemperatur: ca 15°C
 - c. 3,4 % koncentration impregneringsmedel
3. Eftervacuum 20 min

Ingen efterföljande fixering/torkning som normalt görs i industriell produktion gjordes för provbitarna. Omedelbart efter impregnering och avrinning transporterades proverna till labb där varje prov vägdes. Därefter förvarades provbitarna uppströade på en lastpall i inomhusklimat fram till den 12/1 2015 då proverna kapades upp för analys av impregneringsresultatet, se Figur 7.

Utvärdering av impregneringsresultat

Alla prov kapades i 4 delar, jämnt fördelade på längden, med så kvistrena kapsnitt som möjligt och staplades ovanpå varandra. Efter buntning penslades alla tvärsnitt med kärnvedsreagens för att få en distinkt gräns mellan splint- och kärnved eftersom kärnveden blir rödaktigt av reagensen. I och med detta ses impregnerad splintved som grönfärgad, kärnved som rödaktig och impregneringsmissar som träfärgade områden.



Figur 7 Försöksmaterialet direkt efter impregnering och transport till SP.

En gemensam protokollförd visuell bedömning av samtliga kapsnitt gjordes kontinuerligt av 2 personer direkt följt av fotografering med högupplöst kamera. Vid den visuella bedömningen klassades samtliga kapsnitt i tre klasser, vilket avgör hur många poäng kapsnittet och sedan biten totalt får:

- Klass 0 (poäng), för kapsnitt utan miss
- Klass 0.5 (poäng), för små missar
- Klass 1 (poäng), för stora missar.

Detta innebär att när resultaten anges i poäng så är låga poäng bra! Noll poäng innebär full impregnering.

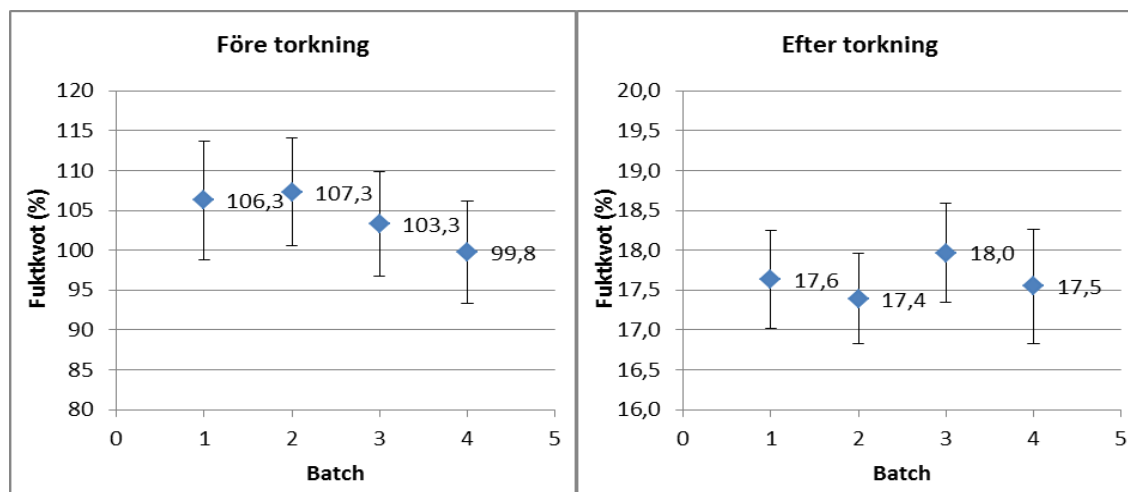
Kärnvedsandel och splintvedsvolym

Bestämning av kärnvedsandel gjordes med mjukvaran Image J genom mätning i fotografier på två kapsnitt i varje provbit. Detta gjordes för att kunna beräkna individuell splintvedsvolym. Med kännedom om varje provs splintvedsvolym samt vikt före/efter impregnering kunde upptagen mängd impregneringsvätska/volym ren splintved beräknas. Totalvolym beräknades utifrån följande: För ohyvlade prov i batch 2 har inte individuella mått uppmätts utan här användes nominella bredden 125 mm och tjocklek 47,4 mm (uppmätt medeltjocklek före hyvling för alla prover i batch 1,3 och 4). För de hyvlade proverna användes individuellt uppmätt tjocklek samt bredden 125 mm minus 2×aktuellt hyveldjup i batchen. Längden 0,98 m har använts för samtliga prov. Vid denna beräkning gjordes ingen kompensation för volymkrympning eller för kvistvolym i provet utan måttet får ses som ett något grovt mått på impregneringsmedelupptag.

3 Resultat och diskussion

3.1 Fuktkvot före och efter torkning

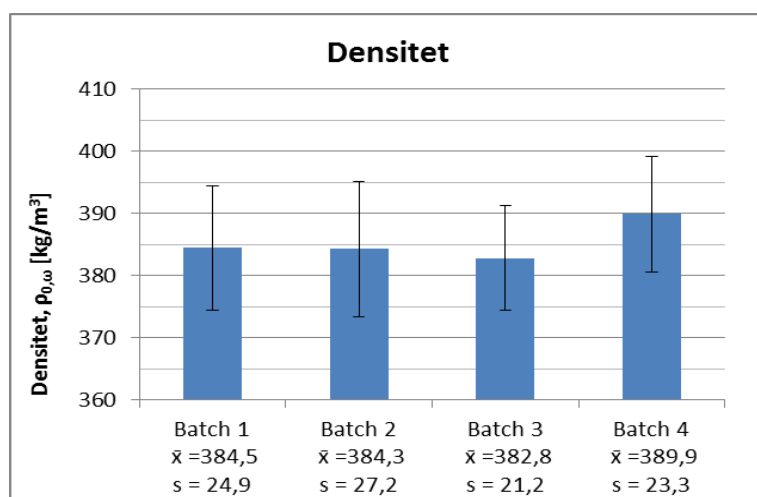
Fuktkvoten före och efter torkning/konditionering med målfuktkvot 18 % i de fyra batcherna framgår av Figur 8. Ingen skillnad i fuktkvot före eller efter torkning/konditionering finns mellan batcherna vid 5 % signifikansnivå.



Figur 8 Fuktkvot före och efter torkning och konditionering för batch 1-4. Medelvärde och 95 % konfidensintervall för 24 prov i varje batch.

3.2 Densitet

Densiteten $\rho_{0,rå}$ i de fyra batcherna framgår av Figur 9. Ingen skillnad i densitet finns mellan batcherna vid 5 % signifikansnivå.

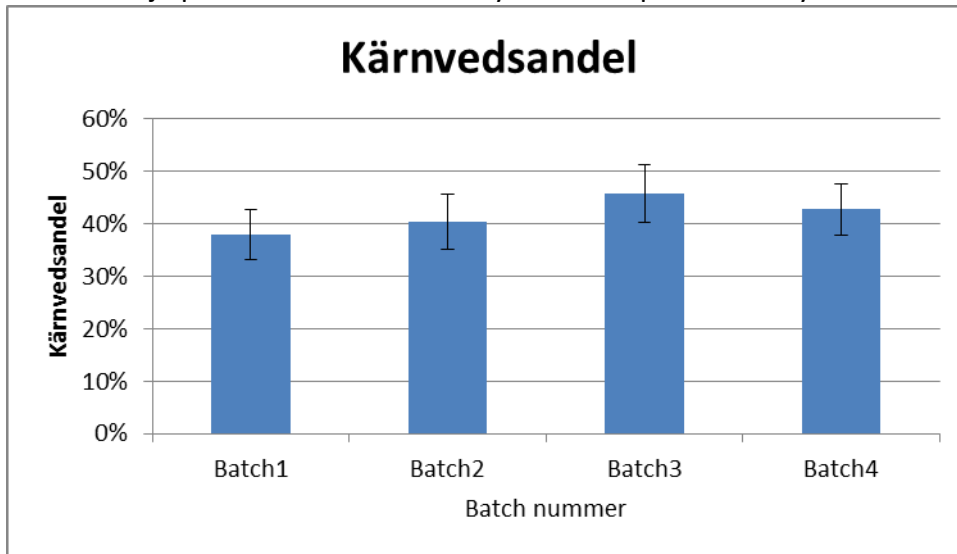


Figur 9 Densiteten i de fyra batcherna. Medelvärde, standardavvikelse och 95 % konfidensintervall av 24 prov/batch.

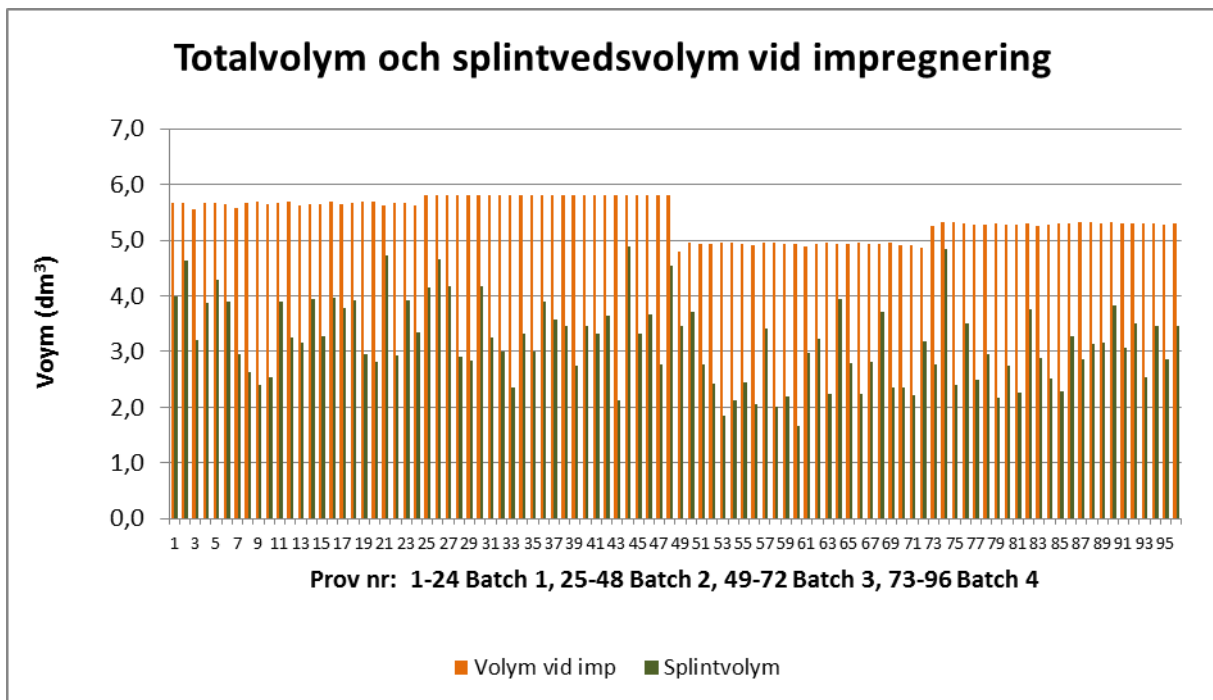
3.3 Kärnvedsandel och splintvedsvolym

Medelvärde av kärnvedsandel i de fyra batcherna visas i Figur 10. Att batch 3 har den största kärnvedsandelens förklaras av det största hyveldjupet där det främst är splintved som hyllas bort på splintsida och kanter och att därför andelen kärnved ökar. Det är dock endast batch

1 som signifikant skiljer sig från batch 3 och batch 4 vid 5 % signifikansnivå. I Figur 11 visas den för varje prov beräknade totalvolymen och splintvedsvolymen vid impregnering.



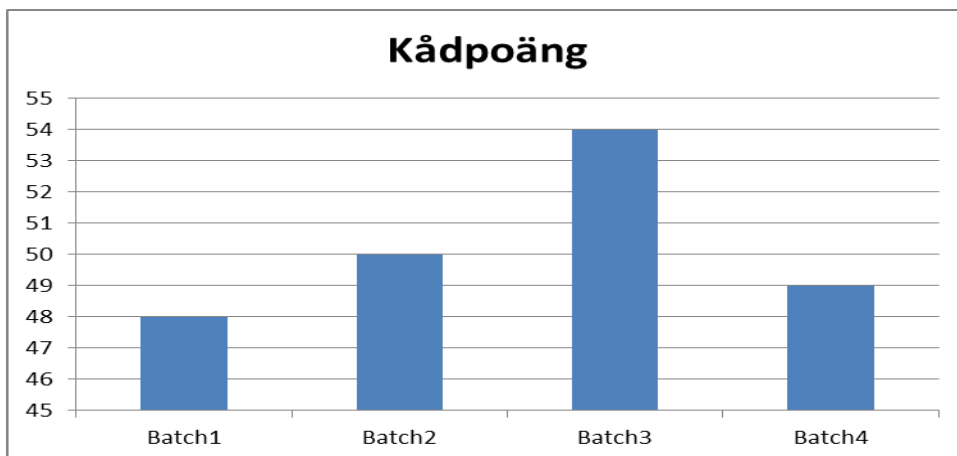
Figur 10 Kärnvedsandel i de fyra batcherna. Medelvärde och 95 % konfidensintervall av 24 prov/batch.



Figur 11 Totalvolym och splintvedsvolym i varje prov i de fyra batcherna vid impregnering.

3.4 Kådklassning

Kådklassning av splintsideytor efter torkning och konditionering av de fyra batcherna före hyvling visas i Figur 12 som summan av alla kådpoäng/batch. Samtliga enskilda prov uppvisade kådfräknar dvs. inga nollor fanns över huvudtaget. Medelvärdet/prov varierade mellan 2-2,3 poäng/prov dvs. måttlig förekomst av kådfräknar. Batch 3 uppvisade mest kådfräknar.

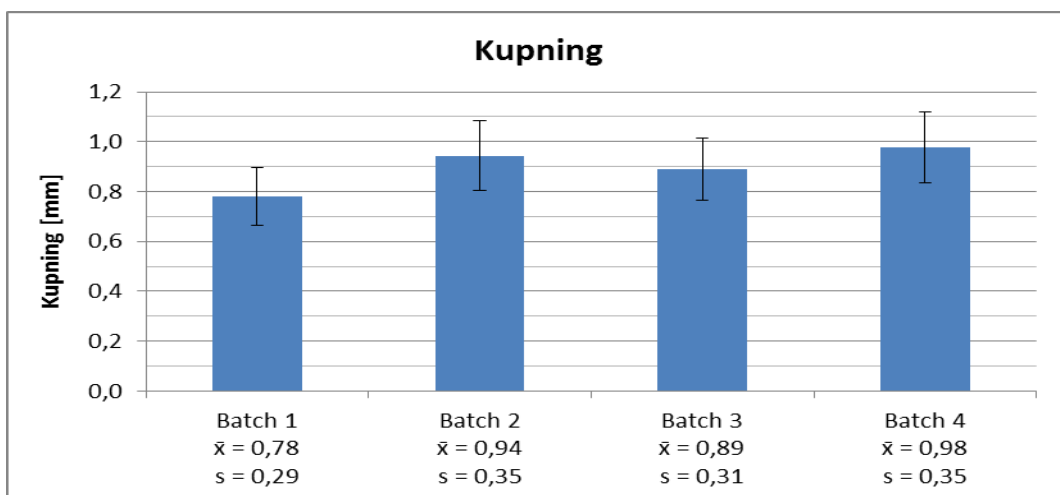


Figur 12 Summan av kådpöäng/batch efter torkning/konditionering.

3.5 Kupning

Kupning efter torkning/konditionering mättes på samtliga prov före hyvling. I Figur 13 visas medelvärde, standardavvikelse och 95 % konfidensintervall för batcherna 1-4. Batch 1 uppvisar mindre kupning jämfört med batch 4 vid 5 % signifikansnivå, i övrigt finns inga skillnader mellan batcherna.

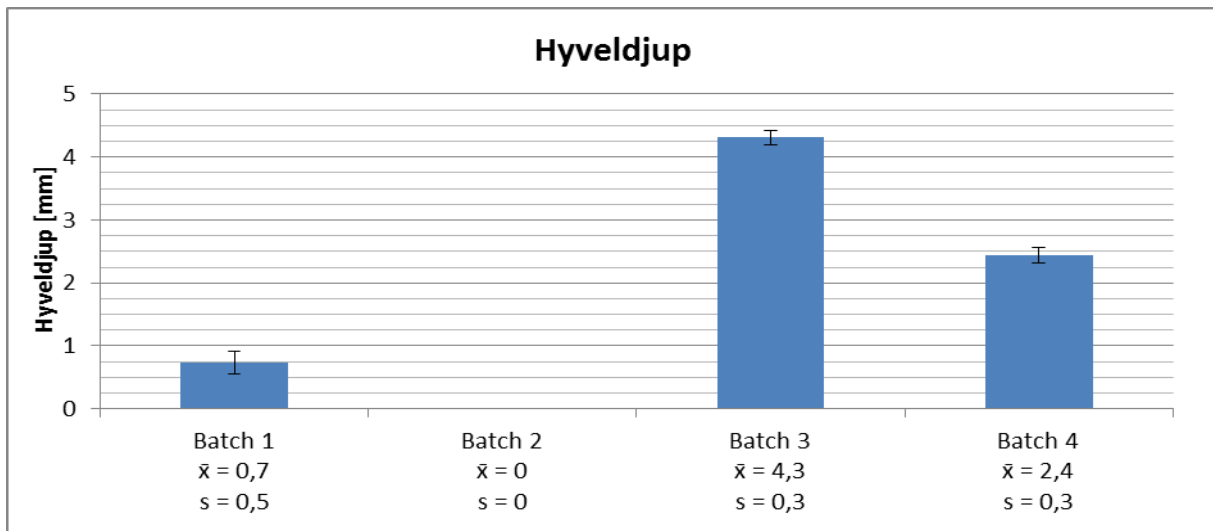
Teoretisk kupning för aktuell medelfuktqvot i de fyra batcherna beräknas till 0,87, 0,89, 0,85 respektive 0,88 mm för batch 1 tom 4 baserat på generella krympningstal 4 % och 7,7 % för radiell och tangentiell krympning.



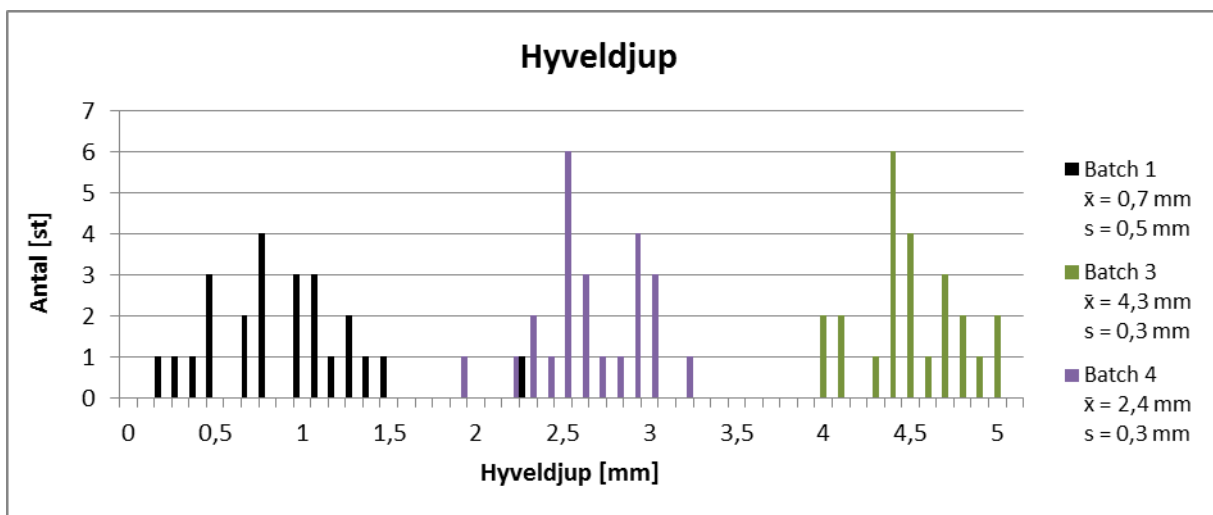
Figur 13 Kupning (mm/125 mm bredd) i de fyra batcherna. Medelvärde, standardavvikelse och 95 % konfidensintervall av 24 prov/batch.

3.6 Hyvlingsresultat

Medelvärden av uppmätt hyveldjup (definition enligt Figur 3) visas i Figur 14 som medelvärden, standardavvikelse och 95 % konfidensintervall för batcherna 1-4. I Figur 15 visas den individuella fördelningen av provernas hyveldjup i batcherna 1, 3 och 4.



Figur 14 Uppmätt hyveldjup i de fyra batcherna. Medelvärde, standardavvikelse och 95 % konfidensintervall av 24 prov/batch.

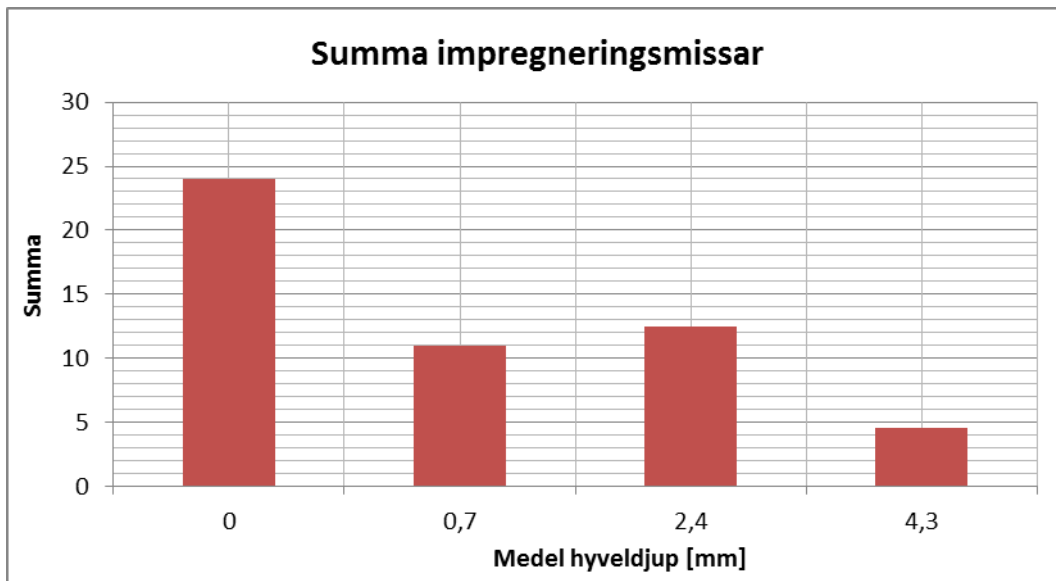


Figur 15 Fördelning av uppmätt individuellt hyveldjup i batch 1, 3 och 4.

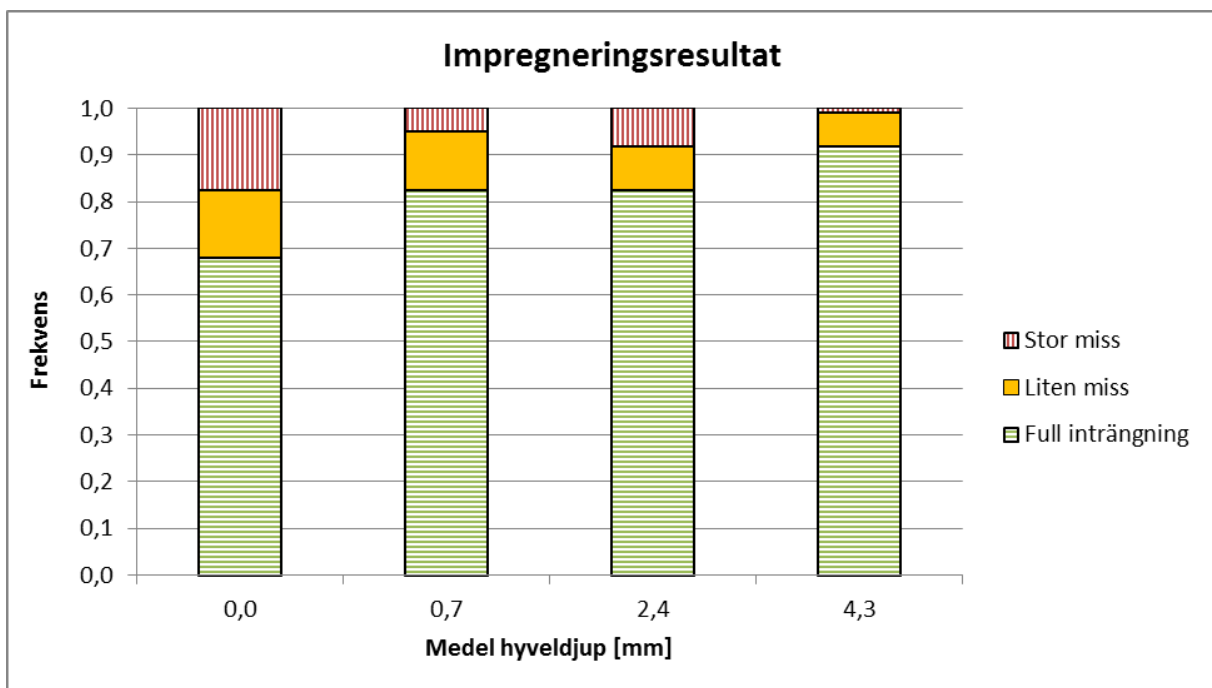
Batcherna är väl åtskiljda i undersökt hyveldjup förutom ett prov i batch 1 som sammanblandas med batch 4.

3.7 Impregneringsresultat

Resultat av klassningen av impregneringsmissar som summa misspoäng för varje hyveldjup visas i Figur 16. Här framgår tydligt att det ohyvlade virket (batch 2) har flest missar och att det största hyveldjupet 4,3 mm (batch 3) uppvisar det bästa impregneringsresultatet. Frekvensen av antalet snitt med 0 poäng (ingen miss) 0.5 poäng (liten miss) och 1 poäng (stor miss) för de olika hyveldjupen visas i Figur 17. Här framgår tydligt att andelen kapsnitt med full inträngning är störst (92 %) för det största hyveldjupet och lägst för det ohyvlade virket (68 %). Andelen kapsnitt med stora missar är samtidigt störst för det ohyvlade virket (18 %) och lägst (1 %) för det största hyveldjupet. Resultatet för hyveldjupet 0,7 och 2,4 mm är tämligen likartat och uppvisar 82 % med full inträngning. Andelen kapsnitt med stora missar är något större för hyveldjupet 2,4 mm (8 %) jämfört med 0,7 mm (5 %)

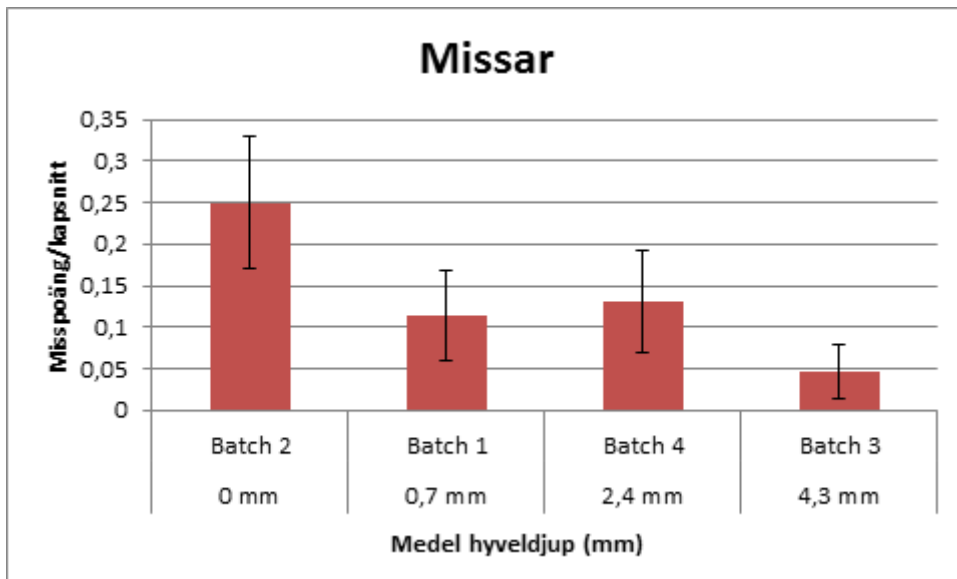


Figur 16 Impregneringsresultat vid olika hyveldjup. Antalet utvärderade kapsnitt är 4x24 st för varje hyveldjup.



Figur 17 Impregneringsresultat vid olika hyveldjup. Antalet utvärderade kapsnitt är 4x24 st för varje hyveldjup.

I Figur 18 visas medelvärdet av misspoäng/kapsnitt vid olika hyveldjup. En hypotesprövning vid 5 % signifikansnivå gjordes för att undersöka ifall det fanns statistiskt säkerställda skillnader mellan hyveldjupen och resultatet framgår av Tabell 2. I de fall skillnad finns vid lägre signifikansnivå än 5 % har nivån angivits.



Figur 18 Medelvärdet av misspoäng per utvärderat kapsnitt vid olika hyveldjup. 95 % konfidensintervall. Antalet utvärderade kapsnitt är 4x24 st. för varje hyveldjup.

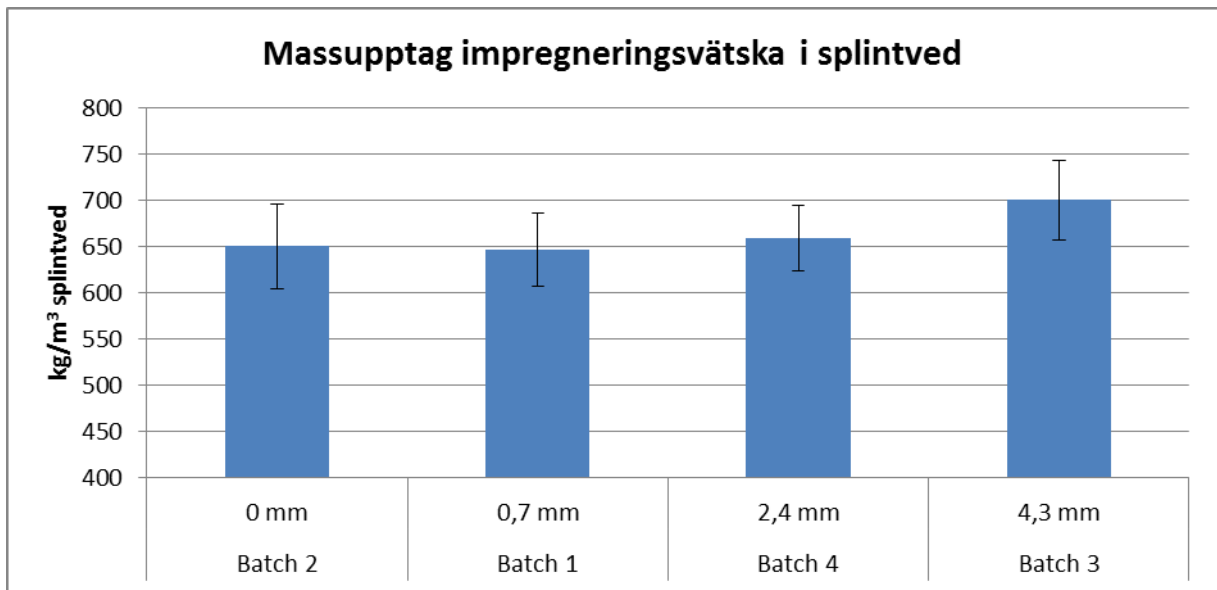
Tabell 2 Resultat av hypotesprövning, samt angiven signifikansnivå, om det finns skillnad mellan misspoäng per kapsnitt vid olika hyveldjup enligt Figur 18. (Ju lägre signifikansnivå desto säkrare skillnad).

	B1	B2	B3	B4
B1 (0,7mm)		JA vid 1 %	JA vid 5 %	NEJ ej vid 5 %
B2 (0 mm)			JA vid 1 %	JA vid 2 %
B3 (4,3 mm)				JA vid 2 %
B4 (2,4 mm)				

Resultaten visar tydligt att ohyvlat virke uppvisar betydligt fler missar än hyvlat virke. Största hyveldjupet 4,3 mm har det bästa impregneringsresultatet. Förutom att ingen skillnad finns mellan hyveldjup 0,7 och 2,4 mm skiljer samtliga batcher sig från varandra med mellan 95 - 99 % sannolikhet.

3.7.1 Upptag impregneringsmedel/splintvedsvolym

Massupptaget av impregneringsmedel per beräknad splintvedsvolym i de 4 batcherna framgår av Figur 19. Notera att beräkningen av splintvedsvolym inte är speciellt noggrann utan värdet får ses som ett något grovt mått på upptag impregneringsmedel per splintvedsvolym. Massupptaget visar tämligen lika värde för hyveldjup 0, 0,7 och 2,4 mm och det högsta värdet för det största hyveldjupet 4,3 mm. Skillnaden är inte dock inte signifikant vid 5 % nivån (vid 7 % signifikansnivå är medelupptaget i batch 3 högre än batch 1). Tendensen är dock samstämmig med högst medelupptag och bäst impregneringsresultat.



Figur 19 Upptag impregneringsmedel per splintvedsvoym vid olika hyveljup. Medelvärde av 24 prov i varje batch, 95% konfidensintervall.

4 Diskussion

Föregående studie (Sehlstedt-Persson och Persson 2013) visade såväl på medelvärdesnivå som på individnivå vid MVDA analys tendensen att konditionering ökade antalet missar. Vid jämförelse mellan ohyvlat/konditionerat/ej lagrat i föregående studie med batch 2 ohyvlat/konditionerat i denna studie så fanns det fler missar i förra studien. Även upptag av impregneringsmedel per volym splintved är högre i denna studie, skillnaden är dock inte signifikant vid 5 % signifikansnivå (men vid 6 %). Tänkbara förklaringar till detta är sannolikt olikheter i impregneringsprocessen eller på materialnivå. Ingen av de uppmätta materialparametrarna kan dock förklara skillnaden mellan de olika studierna. Torrdensitetens medelvärde var i båda studierna 385 kg/m³. Kärnvedsandelen var något högre i förra studien, 45 %, att jämföra med 40 % i batch 2 i denna studie.

Vad gäller hyvlingdjup visar resultaten i denna studie att hyvling förbättrar impregneringen jämfört med ohyvlat. Ingen skillnad kunde ses mellan hyveldjup 0,7 och 2,4 mm, vilket är positivt då många sågverk eftersträvar ett litet hyveldjup för att minska spillet. Det största hyveldjupet på 4,3 mm visar tydligt det bästa impregneringsresultatet. Produktionsmässigt är det dock knappast ekonomiskt försvarbart med så stort hyveldjup.

En konditionering med mättad vattenånga skulle tillsammans med hyvling kunna resultera i ett ännu bättre impregneringsresultat. Ångan lösgör extraktivämen som drivs upp mot virkesytan och skapar de s.k. "kådfräknarna". Hyvlingen tar bort huvuddelen av extraktiverna i virkesytan och kvar blir virke med mer öppna hartskanaler och andra inträngningsvägar för impregneringsmedlet.

En konditionering med vatten, t.ex. HTVVB – högtrycks varmvatten basning, skapar kådfräknar i en mindre omfattning och förväntas därför inte för ohyvlat virke skapa samma försämrade impregneringsresultat som ångbasning.

5 Slutsatser och Rekommendationer

Slutsatser från denna studie vars syfte varit att undersöka hur hyveldjupet påverkar impregneringsresultatet för konditionerat virke sammanfattas enligt följande:

Inverkan av hyveldjup

Studien visar att hyvlat virke har bättre impregneringsresultat jämfört med ohyvlat virke. Det bästa resultatet erhålls vid det största hyveldjupet på 4,3 mm. Produktionsmässigt är det dock knappast ekonomiskt försvarbart med så stort hyveldjup.

Studien visar att även en "lätt" hyvling ger ett signifikant bättre impregneringsresultat för konditionerat virke jämfört med ohyvlat virke då ingen signifikant skillnad kunde ses mellan hyveldjup 0,7 och 2,4 mm.

Utifrån de begränsade resultatet av denna studie och delar av den föregående studien (Sehlstedt-Persson och Persson 2013) blir rekommendationerna följande:

- Virke som skall impregneras ohyvlat bör inte ångkonditioneras efter torkning. Anledningen är att extraktiver och kådräknar som "lockas" upp på splintvedsytona via hartskanaler och i mägstrålar försvårar inträngningen av impregneringsmedel.
- Finns inga kvalitetskrav som motiverar en konditionering bör även HTVVB (högtrycks varmvatten basning) användas restriktivt. En konditioneringsfas kostar även produktionskapacitet förutom risken för ett försämrat impregneringsresultat.
- Stort hyveldjup på ca 4 mm visar det bästa resultat. Även en lätt hyvling med mindre än 1 mm:s hyveldjup visar en klar förbättring jämfört med ohyvlat virke som ångkonditionerats.

6 Fortsatt arbete

- Det bör utredas om virke som konditionerats med ånga eller HTVVVB leder till olika bra impregneringsresultat för hyvlat respektive ohyvlat virke.
- Hyvlat virke som skall impregneras, bör det konditioneras eller inte för bästa impregneringsresultat?
- Inverkan av lagringstid mellan hyvling och impregnering. Spelar ytans "färskhet" roll för impregneringsresultatet? Vid målning och limning försämras vidhäftningen ju längre tid en yta är exponerad.
- Vedanatomiska studier av "kådfräknar" d.v.s. hartskanalernas öppningar närmast virkesytorna. Hur töms dessa på extraktiver vid torkning respektive olika konditioneringsmetoder?

7 Referenser

- Sehlstedt-Persson, M., Wamming, T., Karlsson, O. & Ahmed, S. A. (2011) "*Modern torknings inverkan på impregnerbarhet i furusplint: Förstudie*" TräCentrum Norr. 24 s. (Forskningsrapport/Luleå tekniska universitet).
- Sehlstedt-Persson, M., Persson, F., Karlsson, O. & Ahmed, S. A. (2013). "*Virketorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint – Del II*". TräCentrum Norr Delrapport 1. 56 s. (Forskningsrapport/Luleå tekniska universitet).
- Sehlstedt-Persson, M., Persson, F (2013) *Virketorkningens inverkan på impregnerbarhet i furusplint – Del II. Delrapport 2. Inverkan av mellanlagring och konditionering*. TräCentrum Norr. Delrapport 2. 36 s. (Forskningsrapport/Luleå tekniska universitet).
- Träfakta. 44 träslag i ord och bild. Boutelje, B. J., Rydell, R. (1986) Träteknikcentrum