

# PROVNINGS- OCH SANERINGSMETODER VID ÅTERBRUK AV TRÄ

*En vägledning*



**Linda Cusumano, Pernilla Johansson, Gunilla  
Bok**

**2022-02-14**

# FÖRORD

Arbetsgruppen för detta utvecklingsprojekt har bestått av:

Linda Cusumano (Projektledare), konstruktör, NCC  
Gunilla Bok, forskare, skadentredare, RISE  
Pernilla Johansson, forskare, RISE  
Hampus Selin, platschef, NCC  
Peter Arvidsson, projektchef, NCC (ersatte Hampus Selin)  
Anders Ljungberg, fuksamordnare, NCC

Huvudförfattare är Linda Cusumano, Gunilla Bok och Pernilla Johansson.

Ett stort tack till SBUF som möjliggjort denna studie, och tack till vår referensgrupp bestående av:

Pär Åhman – Byggföretagen  
Charlotte Tengberg – Skanska  
Charlotte Flygh - Tuve Bygg  
Pär Johansson - Chalmersfastigheter  
Anton Franker - Återbruk Väst

Ni har alla bidragit med nyttig information och värdefull vägledning.

Ett tack också till Linus och Christopher på Isblästringsbolaget i Göteborg AB, för hjälp med verkssaneringen.

Linda Cusumano, Göteborg januari 2022

# SAMMANFATTNING

Det övergripande målet för den här studien är att minska risken för att bygga in återbrukat trämaterial med mögelpåväxt i nya byggnader. Ett vanligt sätt att bedöma påväxt på ett materialprov är att göra en mikroskopisk analys. Detta görs i laboratoriemiljö av specialiserad personal enligt en ackrediterad metod. Nackdelen med metoden är just processen att ta dessa prover, skicka dem för analys och sedan invänta provsvar. Det finns därför incitament för att implementera enklare snabbmetoder för att direkt i fält kunna avgöra graden av påväxt på virke som önskas återbrukas. I den här studien har två olika snabbmetoder för bedömning av påväxt på virkesprover utvärderats. Utöver detta har även effekten av två vanligt förekommande saneringsmetoder undersökts.

Totalt har 23 olika virkesprover analyserats med snabbmetoderna ATP-mätning samt proteinmätning. Resultaten har sedan jämförts med en mikroskopisk analys. För att ytterligare utvärdera snabbmetoderna har de även testats på referensprover i laboratoriemiljö.

De saneringsmetoder som undersöks är hyvling och kolsyreisblästring.

Snabbmetoderna och mikroskopanalysen har delvis utförts på plats i projektet Rymdrum i Onsala den 9:e september 2021, och delvis i RISE:s laboratorium i Borås. Hyvlingen har gjorts i RISE:s verkstad medan kolsyreisblästringen har utförts hos Isblästringstringsbolaget i Göteborg.

Resultaten visar att båda snabbmetoderna är lätta att använda men att resultaten är svårbedömda och inte tillräckligt tillförlitliga för att användas för bedömning av virkets användbarhet för återbruk. Proteinmätningmetoden gav i den här studien slumpmässiga resultat, som även undervärderade förekomsten av mögelpåväxt hos vissa prover. ATP-metoden å sin sida tenderade att överskatta förekomsten av mögelpåväxt vilket kan leda till att bra och användbart virke riskeras att sorteras bort.

De saneringsmetoder som undersöks bedöms fungera bra, men mer omfattande provtagning behöver göras för att kunna dra några slutsatser. Blånat virke med påväxt kan ha djupt växande påväxt och bör därför väljas bort, då två millimeters sanering inte visats sig vara tillräcklig.

# INNEHÅLL

<b>1. BAKGRUND</b> .....	<b>4</b>
<b>2. SYFTE</b> .....	<b>4</b>
<b>3. PROJEKTET RYMDRUM</b> .....	<b>5</b>
<b>4. MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>5</b>
4.1 URVAL AV PROVMATERIAL .....	6
4.2 METODER FÖR ATT AVLÄGSNA TRÄYTOR MED PÅVÄXT .....	7
4.2.1 <i>Hyvling</i> .....	7
4.2.2 <i>Kolsyreisblästring</i> .....	7
4.3 ANALYSEMETODER FÖR MIKROBIELL PÅVÄXT.....	8
4.3.1 <i>Mikroskopisk analys</i> .....	8
4.3.2 <i>ATP-mätning</i> .....	8
4.3.3 <i>Mätning av protein</i> .....	9
4.3.4 <i>Genomförande av provtagning för analys</i> .....	10
4.3.5 <i>Referensprover</i> .....	10
4.4 UTVÄRDERING AV RESULTAT .....	11
<b>5. RESULTAT</b> .....	<b>11</b>
5.1 OBEHANDLADE (ORIGINAL) YTOR .....	11
5.2 UTVÄRDERING .....	13
5.3 REFERENSPROVER .....	14
5.4 EFFEKT AV SANERINGSMETODER.....	15
<b>6. DISKUSSION</b> .....	<b>15</b>
6.1 SNABBTESTMETODERNAS ANVÄNDARVÄNLIGHET.....	15
6.1 SNABBTESTMETODERNAS TILLFÖRLITLIGHET .....	16
6.1 UTVÄRDERING AV METODER FÖR BORTTAGNING AV PÅVÄXT .....	16
<b>7. SLUTSATSER</b> .....	<b>17</b>
<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>18</b>

## 1. BAKGRUND

Sveriges byggindustri står nu inför den utmanande uppgiften att minska sin klimatpåverkan. Då omkring 80% av byggskedets klimatpåverkan kommer från tillverkningen av byggmaterial [1] har intresset för förbättrad hantering av resurser och avfall ökat. Inom förbättrad resursanvändning är två viktiga områden återbruk och materialåtervinning, där detta projekt fokuserar på återbruk. Genom att minska behovet av jungfruligt material och samtidigt begränsa avfallsmängder, kan återbruk bidra till att minska byggbranschens klimat- och miljöpåverkan. Trä har identifierats, både inom NCC samt i tidigare SBUF-projekt [2], som ett byggmaterial med god återbrukspotential men efterfrågan har tidigare varit låg. På beställarsidan börjar nu återbruksinitiativ att dyka upp, vilket ger ett ökat behov av vägledning gällande påväxt, provning och saneringsmetoder för återbrukat virke.

Mögelpåväxt kan uppkomma på trä, och andra byggnadsmaterial då de utsätts för fukt. Detta kan ske under lagring, byggtiden, brukartiden, vid rivning samt vid lagring efter rivning. I en tidigare studie [3] [4] kunde konstateras att begagnat virke som skulle återanvändas hade kraftiga angrepp av mikroorganismer. Dessutom hade sådant virke byggts in i nya konstruktioner. Det skadade materialet hade inte valts bort vid sorteringen, eftersom angreppen inte hade upptäckts då de inte var synliga för blotta ögat.

Återbrukat organiskt material särskiljs inte från nytt material i Boverkets byggregler [5], vilket innebär att återbrukat material som byggs in inte får orsaka negativ påverkan på hygien och hälsa. Då återbrukat virke tidigare kan ha varit fuktutsatt med påväxt som följd måste detta beaktas när det används i nybyggnation och renoveringar. Laborrietester är en väl fungerande metod för att identifiera mikrobiell påväxt, men metoden kan vara svår att genomföra praktiskt i återbruksprojekt av större skala. Detta på grund av tidsåtgången som krävs för att ta prover som ska skickas för analys, inväntande av provsvar samt logistiken kring förvaring av virket under tiden.

Detta projekt är en pilotstudie där en utvärdering gjorts av snabbtestmetoder och behandlingsmetoder för mikrobiell påväxt på virke. Arbetet har utförts under hösten 2021 i projektet Rymdrum – Chalmers rymdobservatorium i Onsala, där ett nytt besökscentrum med höga återbruksambitioner byggs.

## 2. SYFTE

Det övergripande målet för studien är att minska risken för att bygga in återbrukat trämaterial med mögelpåväxt i nya byggnader. Det finns två syften med studien:

1. Undersöka om det med en snabbmetod på byggarbetsplatsen går att bedöma om det finns påväxt på virkesprover.
2. Undersöka effekten av två olika sätt att mekaniskt sanera virke med konstaterad mögelpåväxt.

### 3. PROJEKTET RYMDRUM

I projektet Rymdrum bygger NCC ett nytt besökscenter och utställningslokal, på uppdrag av Chalmersfastigheter. Projektet har mycket höga ambitioner gällande återbruk, och därför har en stor mängd virke från en byggnadsdel som varsamt demonterats sparats och förvarats väderskyddat, se Figur 1. Förutom den byggnadsdel som rivs finns även en befintlig byggnadsdel som behålls och renoveras. Det ligger i projektets intresse att i fält kunna göra enkla bedömningar i fält av förekomst av påväxt. Virket som sparats från rivningen har varit fasadbrädor, råspont, invändig spont, reglar, lister samt fönsterkarmar av trä.

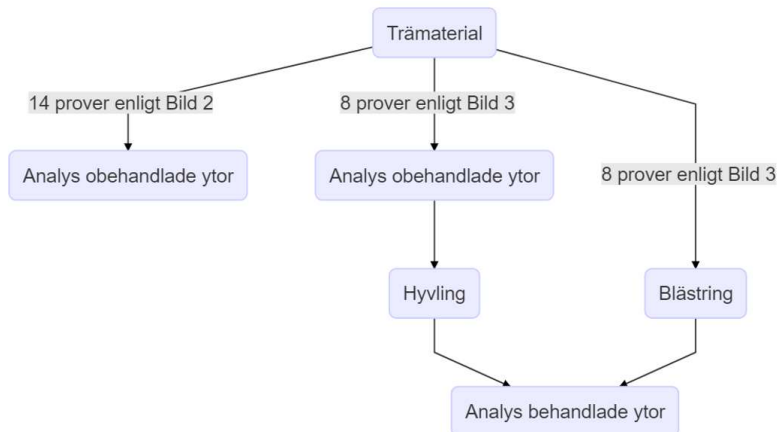


Figur 1: Förvaring av omhändertaget material från rivningsdelen.

### 4. MATERIAL OCH METODER

Arbetsgången i projektet har varit följande:

- Test av 14 virkesprover i fält (Mikroskopanalys samt två olika snabbtestmetoder).
- Test 1 av 9 olika virkesprover i lab.
- Hyvling och kolsyreisblästring av de 9 virkesproverna.
- Test 2 av de 9 virkesproverna för att bedöma effektiviteten i påväxtborttagningen.



Figur 2: Metod för utförande och insamling av data.

## 4.1 Urval av provmaterial

Totalt valdes 23 virkesprover ut för analys. Några prover hade tydlig synlig påväxt av mögel, på andra kunde ingen påväxt ses med blotta ögat eller så kunde det inte avgöras med blotta ögat om missfärgningen bestod av smuts eller påväxt. Proverna har valts bland det virke som lagts undan i syfte att återanvändas, eller ifrån kvarvarande invändigt virke i ytterväggar i den byggnadsdel som ska behållas och renoveras. Proverna har valts bland de virkeskategorier som funnits i större mängd och där återbrukspotentialen bedöms vara hög, samt att dess tänkta användning är innanför ångspärren. Fasadpanel har därför inte kontrollerats då den återmonteras utvändigt och inte bedöms ha någon påverkan på inneklimatet samt att den inte innefattas av BBR-kravet gällande påväxt. Analyser av materialet gjordes dels på lagringsplatsen Onsala på 14 utvalda prover (figur 3), dels på RISE laboratorium i Borås på 8 utvalda prover (figur 4).



Figur 3: Virkesprover testade i fält i projektet Rymdrum, Onsala. (1) Hyvlad väggspont på befintlig vägg, (2) Hyvlad väggspont (3) Ny list av hyvlad ask, (4) Nytt värmebehandlat virke, (5) Plywood (6) Hyvlad väggregel, (7) Spontat hyvlad virke (8) Spontad hyvlad virke, (9) Undersida fönsterkarmar (10) Väggspont på befintlig vägg, (11) Spontad hyvlad virke, (12) Baksida målad trälist, (13) Sågad regel, (14) Spontat virke med sågad yta.





Figur 4: Brädor som provtagits vid lagringsplats och som analyserats på RISE laboratorium A) hyvlat regelvirke, (C) spontat virke med sågad yta, (D-H) spontat virke med hyvlat yta, (I) spontat virke med sågad yta.

## 4.2 Metoder för att avlägsna trätytor med påväxt

I projektet har hyvling och kolsyreisblästring analyserats som saneringsmetoder. Dessa två mekaniska metoder har valts ut då de är vanligt förekommande för byggnader med trästomme där påväxt konstaterats under byggtiden. För att utvärdera de utvalda saneringsmetodernas effektivitet så valdes åtta virkesprover med misstänkt påväxt ut. Varje virkesprov märktes upp och sågades på mitten. Den ena delen hyvlades som metod, medan ytan på den andra delen blästrades med kolsyreisblästring. Virkesproverna analyserades mikroskopiskt både innan saneringen och efter saneringen. Snabbmetoderna användes på de obehandlade proverna. ATP-metod testades även på de blästrade samt en av de hyvlade. Proteinmätningmetoden testades inte på det sanerade virket då resultatet från fältprovningen visade att det inte skulle vara möjligt att dra några slutsatser av saneringseffektiviteten genom ett sådant test.

Slipning är också en vanligt förekommande mekanisk saneringsmetod för virke, men den metoden har inte analyserats i den här studien på grund av arbetsmiljörisker kopplade till inandning av mögelrikt trädammm.

### 4.2.1 Hyvling

Proverna hyvlades med en maskinhyvel i RISE verkstad i Borås. Tjockleken på varje prov mättes före och efter hyvling med ett kalibrerat skjutmått och hyvlingsdjupet blev 1–2 mm.

### 4.2.2 Kolsyreisblästring

Kolsyreisblästring är en torr blästringmetod vilket innebär att den inte lämnar några övriga rester än det material som önskas saneras bort. Tillvägagångssättet är att kolsyreis med en temperatur på  $-78,5\text{ °C}$  sprutas med högt tryck mot virket, vilket gör att yttersta virkeslagret avlägsnas samtidigt som kolsyreisen förångas. Metoden används ofta i saneringssyfte på ytor som är svåråtkomliga för hyvling. Ett annat användningsområde för metoden är vid virkessanering efter brandskador.



Kolsyreisblästringen genomfördes av Isblästringsbolaget i deras lokaler i Göteborg. Virkesbitarna monterades fast för att sedan blästras. Efter blästringen skickades proverna till RISE för mikrobiologisk analys.

### 4.3 Analysmetoder för mikrobiell påväxt

De tre analysmetoder som använts i studien är mikroskopisk analys, ATP-mätning samt mätning av protein. Utöver dessa två metoder gjordes även initiala tester med en inspektionslampa som får mögel att fluorescera med UV-ljus. Metoden valdes dock bort då flera mögelsorter inte är synliga med lampan samt att metoden kräver mörka utrymmen, vilket gör den svåränvänd på byggarbetsplatsen.

#### 4.3.1 Mikroskopisk analys

Bedömningen av påväxtnivån genom användandet av mikroskop har utförts av en sakkunnig, enligt metoden beskriven av Hallberg & Gilbert [5], som är en ackrediterad metod. Proverna har tagits genom att antingen ta bort en liten bit av virket och titta på det direkt i mikroskopet, eller genom att ta ett tejpavtryck på ytan. Påväxten har bedömts enligt metodens fyrgradiga skala i vilken påväxten kategoriseras som; ingen, sparsam, måttlig och riklig påväxt.

#### 4.3.2 ATP-mätning

I denna metod uppskattas den mikrobiologiska förekomsten genom att Adenosin trifosfat (ATP) mäts med hjälp av ett enzym. ATP finns i celler hos bakterier, jäst och mögelsvampar liksom i växt och djurceller. Även andra levande celler än mikrober innehåller ATP och kan ge utslag vid mätningen. Fingeravtryck, insekter eller pollen kan ge förhöjda utslag.

För denna analys användes BioControl Systems (Millipore). Systemet innehåller en provtagningsdel (MVP ICON® Surface Sampling Device) och ett avläsningsinstrument (78300 MVP ICON®), se figur 5. Provtagningsdelen består av en plastbehållare, en pinne med bomullstopp och en behållare med reagens. Vid provtagningsstillfället tas topsen ut ur behållaren och stryks över ytan som ska provtas. Storleken på provytan ska vara 10 x10 cm. Därefter placeras topsen i behållaren, reagensen trycks ut så att bomullstoppen blir blöt och därefter placeras hela röret i behållaren och mätningen påbörjas. Hela mätningen tar några sekunder. Ett värde mellan 0 och 5 ges, vilket tolkas enligt Tabell 1.



Figur 5: BioControls avläsningsinstrument samt provtagningsbehållare

Tabell 1 Tolkning av värde från mätning med BioControl. Acceptansklassen är översatt till svenska av författarna. Originalklasserna på engelska visas inom parenteser.

Värde	"Acceptansklass"	Tolkning
<2,5	Godkänd (Pass)	Indikerar att ytan betraktas som ren
>2,5 & < 2.9	Varning (Caution)	Indikerar att ytan inte är tillräckligt ren
>3	Ej godkänd (Fail)	Indikerar att ytan betraktas som smutsig och bör rengöras och ny provtagning genomförs

#### 4.3.3 Mätning av protein

Denna mätning görs med PRO-Cleans testkit för mögelsvamp (AGX Nordic AB). Enligt informationen på företagets hemsida mäts förekomst av protein på ytan och kan användas för att ge indikation om det finns "svartmögel" på en yta.

Provtagningen gjordes i enlighet med instruktioner som följer med testkitet. En plastpinne med steril bomullstopp stryks över en 10x10 cm yta och placeras sedan i ett plaströr med en sluten behållare med reagensvätska. Denna påföres röret genom att toppen bryts på behållaren. Färgen på vätskan ändrar färg och efter 2–8 min jämförs färgen med en färgskala som finns på röret. Varje färg motsvarar en siffra enligt figur 6. Ju lägre talet är desto bättre är det enligt instruktionerna. Inget gränsvärde anges för vad som är godkänt eller inte. I den här studien valdes avläsning vid 2 minuter samt vid 4 minuter. Det resultat som presenteras i rapporten är avläsningen vid 2 minuter. 4



Figur 6: PRO-Clean testkit för mögelsvamp efter provtagning på 4 olika materialytor.

#### 4.3.4 Genomförande av provtagning för analys

För den mikrobiologiska analysen togs tejpavtryck på ytan. Vid snabbtesterna dras en steril bomullspinne över ytan. För att inte snabbtesternas resultat ska påverkas av tejpavtrycket gjordes först snabbtestet för ATP analys på en yta av 10 x10 cm på provet, därefter togs tejpavtrycket på samma yta. En annan yta på samma bräda, användes för provtagning för Bio-Clean.

Mikroskopanalys gjordes på samtliga originalytor, blåstrade ytor och hyvlade ytor. Snabbtesterna genomfördes på samtliga originalytor och på ett fåtal blåstrade eller hyvlade ytor.

#### 4.3.5 Referensprover

Den påväxt som finns på proverna från det rivna huset kan variera i ålder och en del av påväxten kan vara inaktiv eller död om det varit torrt länge. Detta kan påverka utfallet av snabbtestresultaten när förekomsten av ATP mäts. Det är oklart om trämaterial i sig kan påverka resultaten när förekomsten av protein mäts. Därför användes referensprover för att utvärdera mätresultaten, dvs för att undersöka hur väl metoderna verkar fungera vid kända påväxtnivåer. Denna provtagning utfördes på referensmaterial med omfattande levande påväxt respektive material utan påväxt samt på yta som kan betraktas som steril (rostfri plåt avtorkad med 70% alkohollösning och sterilt material).

Prover av hyvlad gran, finsågad gran, aluminiumfolie samt ett glasfiberfilter som först doppats i näringslösning sprutades med en sporlösning innehållande 6 olika mögelsvamparter. Proverna placerades i klimatkammare vid 95 % RF och 22 °C till dess att kraftig påväxt uppkom på proverna. Analys gjordes direkt efter proverna togs ur skåpen. Detta innebär att växten var levande och aktiv. Som referenser användes motsvarande rena ytor utan påväxt. Glasfiberfilter togs direkt i mitten av flera i en förpackning och är sterilt. Dessutom mättes ATP på insidan av en steril petriskål samt en avtorkad yta av rostfritt stål i en sterilbänk.

Referensmaterialen visas i figur 7.



Figur 7: Referensprover av (a) rent glasfiberfilter, (b) filter med kraftig aktiv mögelpåväxt, (c) hyvlad gran, (d) aluminiumfolie, (e) sågad gran. För material c-e ingick dels prover med aktiv omfattande påväxt, dels prover utan sådan påväxt. Påväxten var inte synlig för blotta ögat.

#### 4.4 Utvärdering av resultat

I den mikroskopiska analysen kontrolleras påväxten i 400x förstoring och resultatet av denna analys användes som ”facit” för snabbtesterna.

Man kan inte förvänta sig att ett material är helt fritt från påväxt. Även om förekomst av sparsam påväxt visar att förutsättningarna varit sådana att mögel kan börja växa så betraktar vi det som att det inte finns någon skada, dvs sparsam och ingen påväxt klassas som ingen påväxt i detta fall. Måttlig eller riklig påväxt klassas som påväxt.

Biocontrols värden för godkänd eller varning klassas som ingen påväxt, medan fail är påväxt.

Pro-Cleans färger grön (0) och grå (1) klassas som ingen påväxt medan de båda lila kulörerna (2 och 3) klassas som påväxt.

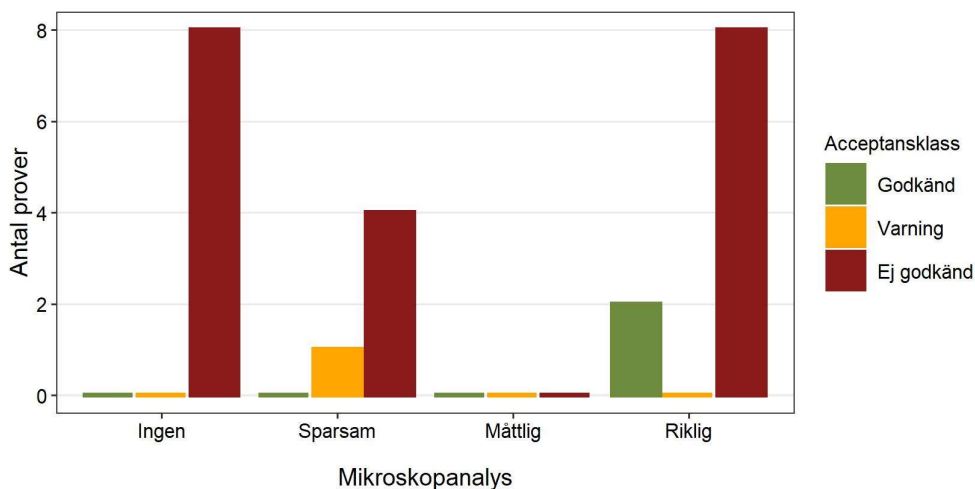
## 5. RESULTAT

### 5.1 Obehandlade (original) ytor

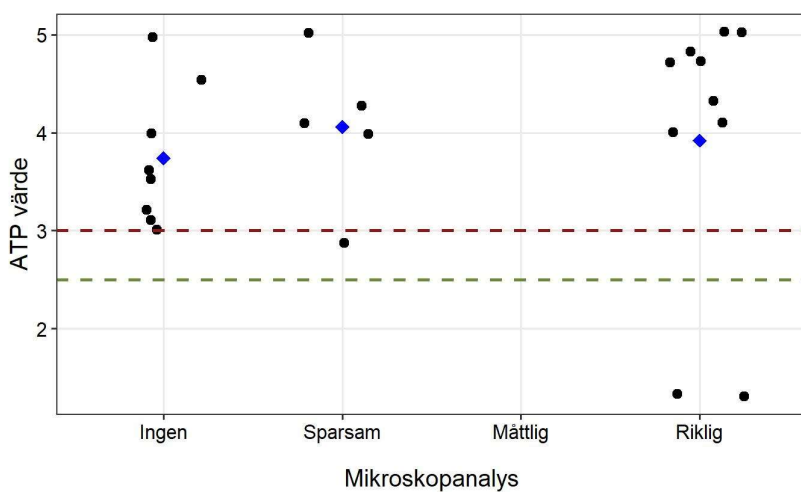
Riklig mögelpåväxt fanns på 41 % (10 av 23) av de obehandlade provytorna medan påväxt saknades eller var sparsam på 35 % (8 prover) respektive 22 % (5 prover).

Figur 8 visar resultat av mätningarna med ATP BioControl i förhållande till den mikroskopiska analysen. I de flesta fallen visar mätningarna över 3, dvs det bedöms som inte godkänt prov med

avseende på mikrobiell påväxt. Detta oavsett om det verkligen finns påväxt eller inte på proverna.

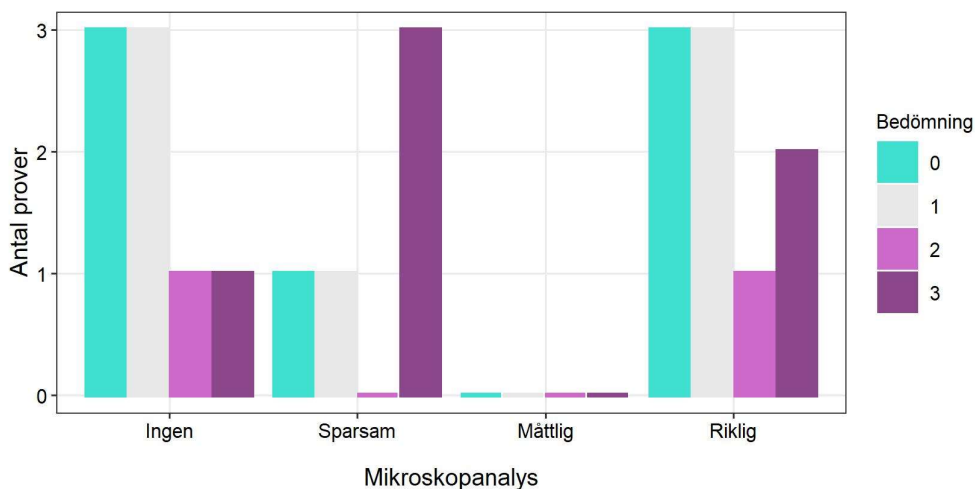


Figur 8: Resultat av mätning enligt ATP-metoden visat som antalet prover för varje acceptansklass enligt Tabell 1 grupperat efter förekomst av mögel på proverna enligt den mikroskopiska analysen.



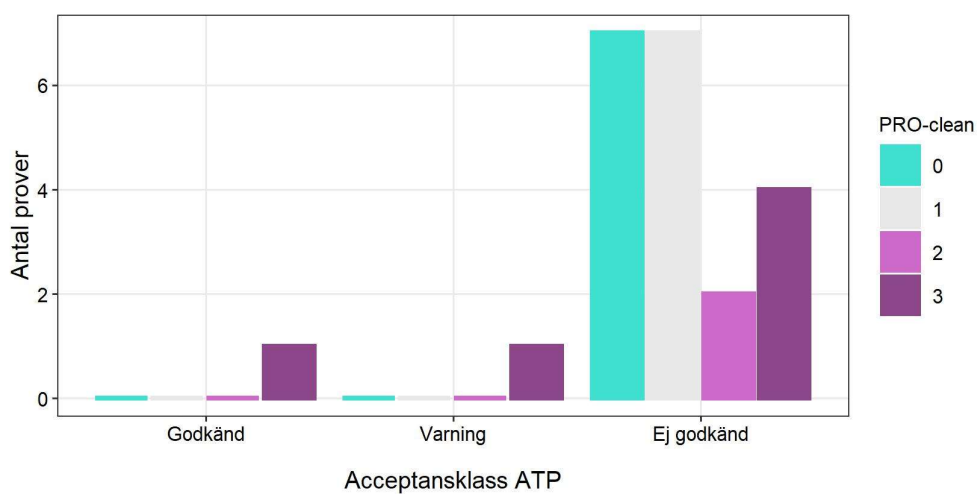
Figur 9. Resultat av mätning enligt ATP-metoden visat som uppmätta och grupperat efter förekomst av mögel på proverna enligt den mikroskopiska analysen. De horisontella linjerna motsvarar gränsvärdena för acceptansnivåerna enligt Tabell 1. Över den röda linjen är resultaten inte godkända, under den gröna linjen är nivåerna acceptabla. Mellan dessa linjer är det en varningszon. Varje svart punkt är ett mätvärde. Den blåa kvadraten är medelvärdet för mätningen i varje grupp.

Resultaten från mätningarna med ProClean visas i figur 10. Här varierar resultaten i färgbedömning mellan de olika grupperna på ett, som det verkar, slumpartat sätt.



Figur 10. Resultat av mätningar med PRO-clean.

I Figur 11 visas en resultaten från PRO-Clean mätningarna i förhållande till ATP-mätningarna.



Figur 11. Jämförelse mellan de båda snabb metoderna.

## 5.2 Utvärdering

Överensstämmelsen mellan det som de båda snabbmetoderna visar och resultaten från mikroskopanalysen varierar. Jämförelse mellan påväxt konstateras från mikroskopanalys och resultat från snabbmetoder, enligt utvärderingskriterier i avsnitt 4, visas för ATP-mätning i Tabell 2 och för mätning med PRO-Clean i Tabell 3.



Tabell 2: Korstabell av jämförelse mellan resultat från ATP-mätning och mikrobiologisk analys. Siffrorna anger antal prover, siffror inom parentes är procentuell andel prover. Gröna siffror visar överensstämmelse, röda att det inte finns överensstämmelse.

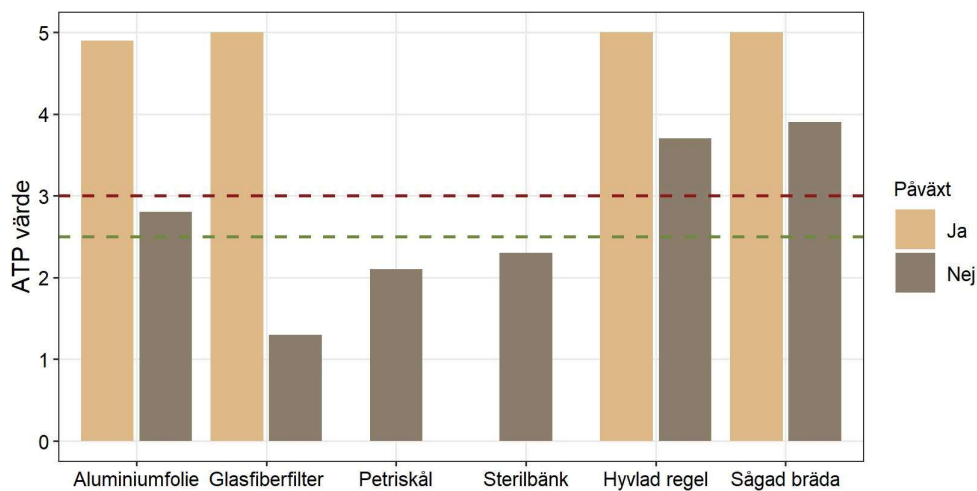
Bedömd skada av ATP-mätning	Påväxt enligt mikroskopanalys	
	Ja	Nej
Ja	8 (35 %)	11 (48 %)
Nej	2 (9 %)	2 (9 %)

Tabell 3: Korstabell av jämförelse mellan resultat från PRO-Clean mätning och mikrobiologisk analys. Siffrorna anger antal prover, siffror inom parentes är procentuell andel prover. Gröna siffror visar överensstämmelse, röda att det inte finns överensstämmelse.

Bedömd skada av PRO-Clean mätning	Påväxt enligt mikroskopanalys	
	Ja	Nej
Ja	3 (14%)	5 (23%)
Nej	6 (27%)	8 (36%)

### 5.3 Referensprover

Resultatet från ATP mätningar av referensprover med eller utan påväxt redovisas i figur 12. På de släta, oorganiska, ytorna finns det god överensstämmelse mellan vad mätningen visar och konstaterad förekomst enligt mikroskopanalys. På träproverna är mätvärdena höga och indikerar skada oavsett om det finns påväxt eller inte, även om värden är något lägre på de prover där det saknas påväxt.

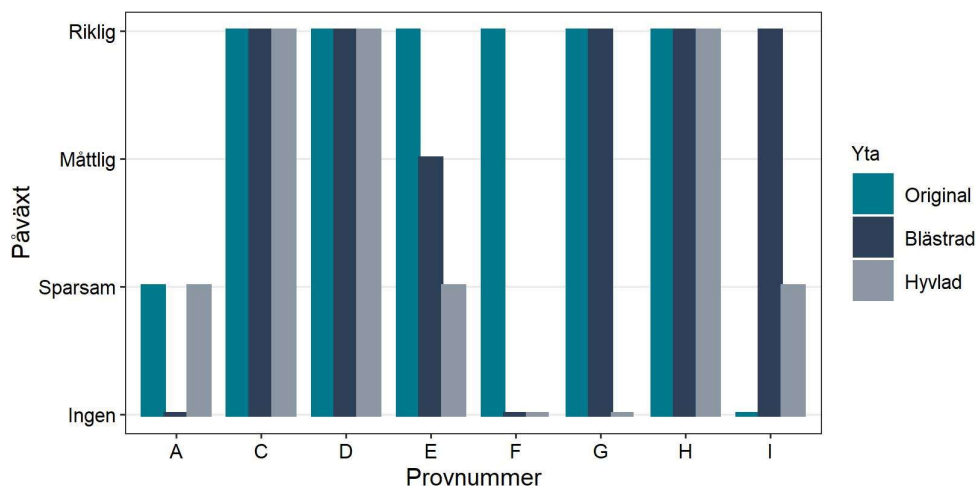


Figur 12. Resultat av mätning enligt ATP-metoden på referensproverna, fördelat på prover med eller utan påväxt av mögel. De horisontella linjerna motsvarar gränsvärdena för acceptansnivåerna enligt Tabell 1. Över den röda linjen är resultaten inte godkända, under den gröna linjen är nivåerna acceptabla. Mellan dessa linjer är det en varningszon.

Samtliga PRO-clean mätningar visar grön färg (0) för alla referensprover, förutom för glasfiberfiltret med kraftig påväxt där det visar grått (1).

## 5.4 Effekt av saneringsmetoder

I Figur 13 visas resultaten från mikrobiologisk analys av prover före och efter behandling med blästring eller hyvling.



Figur 13. Omfattning av påväxt på originalytor, blästrade respektive hyvlade ytor enligt den mikroskopiska analysen. Bokstäverna refererar till brädnummer i bild 3.

## 6. Diskussion

Antalet prover som ingick i studien var relativt litet och det är svårt att dra några generella slutsatser. Resultaten kan ändå ge en indikation på hur tillförlitliga resultaten från snabbtester är i förhållande till observerad påväxt i mikroskop. Om påväxt förekommer kan ytor saneras genom till exempel blästring eller hyvling. I studien utvärderades resultaten av blästring och hyvling men även här är antalet prover i studien för litet för att dra några långtgående slutsatser. Nedan diskuteras snabbtesternas praktiska användarvänlighet, deras tillförlitlighet samt effekten av de metoderna för att sanera virket.

### 6.1 Snabbtestmetodernas användarvänlighet

Pro-Cleans testmetod är lättanvänd eftersom ingen utrustning krävs utan endast provrören. Att kontamineringsfärgskalan finns på varje provrör underlättar bedömningen. Provrören kan förvaras i rumstemperatur vilket också gör dem lämpliga för användning i fält. Efter användningen källsorteras rören som plast. Bruksanvisningen anger tiden mellan provtagning och avläsning till mellan 2–8 minuter. Erfarenheten från denna studie var att färgen ändrades under detta tidsintervall, vilket gjorde det svårt av att avgöra vilken som var den slutliga färg som skulle användas för bedömningen. Bedömningen har även ett inslag av subjektivitet, eftersom det inte alltid är uppenbart vilken färg vätskan har i förhållande till referensfärgerna. I den här studien valdes att avläsa resultatet både efter 2 minuter och efter 4 minuter. Resultaten

som redovisas är den bedömning som gjordes efter 2 minuter. Cirka 10 minuter efter provtagning var många prov mörklila, vilket innebär att avläsningen måste ske inom det angivna tidsintervallet för att få tillförlitliga resultat. Det gör det svårare att jobba med flera provtagningar samtidigt.

Bio-Controls provsticka var lätt att använda. Mätaren för avläsning är liten, lätt att transportera och relativt lätt att använda. Resultaten blir objektiva genom att mätningen genererar ett siffervärde. Själva mätinstrumentet kalibreras en gång per år på ett externt laboratorium. Utöver detta bör regelbundna kalibreringar göras genom att positiva och negativa kontrollmaterial används vilket innebär en kostnad. Generellt upplevdes bedömningen med Bio-Control som säkrare tack vare den digitala avläsningen, vilket blir särskilt viktigt om flera olika personer jobbar med provtagning i ett projekt.

Ett problem som uppstod för båda metoderna vid provtagning på sågat virke var att själva bomullstoppen på provtagningspinnen fastnade i provtagningsmaterialet och delvis drogs sönder. Detta genererar en osäkerhet i hur mycket kontaminerat material som finns kvar på topsen, och provet kan behöva göras om.

Generellt bedöms båda snabbtestmetoderna som likvärdiga gällande enkelheten i användningen. Prismässigt är metoderna också lika gällande kostnad/prov, dock kräver Bio-Control inköp av ett mätinstrument samt kostnad för kalibrering. Kostnaderna för snabbmetoderna är dock betydligt lägre än kostnaden för mikroskopisk analys.

## 6.1 Snabbtestmetodernas tillförlitlighet

I denna pilotstudie har påväxt på prover analyserats med tre metoder, en mikroskopisk och två kemiska. Överensstämmelsen mellan analysmetoderna varierar. De kemiska metoderna utvärderas med den mikroskopiska analysen som facit.

Resultaten för PRO Clean-metoden var svårbedömda och verkade näst intill slumpartade. I och med att det inte gick att se några tydliga kopplingar mellan rikligheten av mögelpåväxt och testresultaten så är metoden olämplig att använda för just det ändamål som avsågs i den här studien. Metoden underskattade påväxten i ungefär hälften av proverna. Även i kontrollen mot referensproverna så visade metoden osäkra resultat.

ATP-metoden tenderade att överskatta förekomsten av mögelpåväxt. Vid en kontroll mot referensproverna så lyckades ATP-metoden identifiera samtliga prov med påväxt, men samtidigt så klassades även prover utan påväxt fel. Metoden bedöms mer tillförlitlig än proteinmätningmetoden, men samtidigt blir den praktiskt svår använd om syftet är att snabbt kunna sortera ut användbart virke. Resultaten visar att mätvärdet ligger lägre för träprover utan påväxt än för prover med påväxt men ändå i de flesta fall överskrider gränsvärdet för att inte vara acceptabelt. En möjlig tolkning är att det generella gränsvärdet är satt för lågt och att gränsvärdet behöver anpassas för detta användningsområde.

## 6.1 Utvärdering av metoder för borttagning av påväxt

Både blästring och hyvling av ytan har tagit bort påväxten på några av proverna. Där det fortfarande finns påväxt finns denna längre ner i veden än vad effekten av blästringen eller hyvlingen (2mm) har nått. För litet antal prover har använts för att några säkra slutsatser ska kunna dras men både hyvling och kolsyreisblästring bedöms vara fungerande saneringsmetoder

när påväxten enbart växer på den absoluta ytan. Ökat hyvlingsdjup kan ta bort påväxt som går längre ner i cellerna. Detta är kanske inte ett lämpligt alternativ för tunnare virke, tex spontad panel, då det kan påverka virkets egenskaper så som dess lastupptagningsförmåga. En rekommendation blir därför att klenare blånat virke inte är lämpligt att sanera utan bör väljas bort. Tjockare trämaterial, tex bjälkar, kan sannolikt saneras längre ner i veden utan att materialegenskaperna förändras nämnvärt.

## 7. SLUTSATSER

De två snabbtestmetoder som utvärderats i denna studie, ATP-mätning samt proteinmätning, kan inte rekommenderas för en tillförlitlig utsortering av återbrukbart.

Proteinmätningmetoden gav i denna studie slumpmässiga resultat, vilket innebär att virke med riklig påväxt kan missas. ATP-metoden gav i stället en överskattning av andelen virke med påväxt, vilket kan få som konsekvens att fullt användbart virke sorteras bort. I vissa fall gav metoden också felaktiga negativa värden där det fanns konstaterad påväxt.

En rekommendation blir därför i nuläget att använda sig av mikrobiologisk analys utförda på laboratorium alternativt att kvalificerade personer använder sig av optiska mikrobiologiska analyser på plats.

Virke med blånad har djupare växande mögelpåväxt (djupare än 2 mm) och vid återbruk bör det därför tas hänsyn till att virkets dimensioner förändras vid saneringen vilket kan medföra en risk för förändrade materialegenskaper, framför allt hos tunnare virke. De provade saneringsmetoderna bedöms som effektiva, men då för få virkesprover har analyserats behöver en mer omfattande studie göras för att komma fram till säkrare slutsatser.

# LITTERATURFÖRTECKNING

- [1] Liljenström C, Malmqvist T, Erlandsson M, Freden J, Adolfsson I, Larsson G, Brogren M  
Byggandets klimatpåverkan – Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett  
nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong, 2015. Rapport nr B2217. IVL Svenska  
Miljöinstitutet.
- [2] Åhman P, Rylander Berglund B. Bygga nytt av gammalt – erfarenheter från bygga med  
återanvänt material, 1999. SBUF rapport 9037.
- [3] Johansson, P, Ekstrand-Tobin A och Sikander, E (1999). Hantering och urval av  
trämaterial avsett för återanvändning : Vad man bör tänka på för att undvika  
mödelskadat material. FoU Väst: 29
- [4] Johansson, P (2003) Mögel på nytt och begagnat byggnadsvirke. SP Rapport 2003:17
- [3] Boverket 2021. Boverkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd.  
<https://www.boverket.se/sv/lag--ratt/forfattningssamling/gallande/bbr---bfs-20116/>  
Hämtad 2021-11-05.
- [4] Hallenberg N & Gilbert E. Betingelser för mögelpåväxt på trä - Klimatkammarstudier (SP rapport  
1988:57). 1988. Borås: Statens Provningsanstalt.
- [5] Pro-Clean Hygiena.  
<https://www.hygiena.com/food-safety-solutions/allergen-detection/pro-clean/#how-to-use>  
Hämtad 2021-11-05.
- [6] Bio-Control. Millipore Sigma.  
<https://www.biocontrols.com/products/segment/haccp-hygiene>  
Hämtad 2021-11-05.