



Rb/Sfb	Hi	(S ₄)
Rb Hi.303		

Keldnaholti, sími 570 7300

Desember 2004

1.0 INNGANGUR

1.1 Almennt

Blað þetta er síðara Rb-blað af tveimur um verndun viðar gegn fúa. Blöðin í heild fjalla um viðarskemmdir af völdum fúa í mannvirkjum, stórum sem smáum, og forvarnir gegn þeim. Tíndar eru til ýmsar mikilvægar upplýsingar og veittar eru almennar leiðbeiningar. Í þessu síðara blaði er meginviðfangsefnið gagnvörn og fúavarnarefni, en í fyrra blaðinu er aðallega fengist við viðarskemmdir og orsakir fúa. Um almennar forsendur er vísað til kafla 2 í fyrra blaðinu.

Hafa skal í huga við lestur blaðanna að í kafla 3 í fyrra blaðinu eru skilgreiningar á helstu hugtökum, sem tengjast fúa og fúavörnum, sem ekki er augljóst hvað merkja. Þar er lýst hvað átt er við með orðunum *fúavarnarefni*, *gagnvörn* eða *gagnfúavörn*, *gegndreyppingu*, *yfirborðsefni*, *inndreyppingu*, *rysjuviði* og *kjarnaviði*.

1.2 Markmið

Markmiðið með tækniupplýsingablöðunum tveimur er að koma á framfæri undirstöðuþekkingu, sem nota má til að bæta árangur við notkun viðar, þ. e. trjáviðar eða timburs, þar sem búast má við að fúaskemmdir geti orðið.

Upplýsingarnar ættu að geta komið að gagni fyrir hönnuði og aðra sérfræðinga við gerð verklýsinga og við eftirlitsstörf, fyrir iðnaðarmenn sem vinna við timbur og almennt fyrir eigendur mannvirkja úr timbri.

1.3 Um notkun blaðanna

Rb-blöðin tvö hafa beint hagnýtt gildi við að velja gagnvarinn trjávið til tiltekinna nota. Til slíks má m. a. nota töflu 2 á bls. 5 í þessu síðara blaði, en í henni er að finna lýsingu á notkunarviðum með dæmum til leiðbeiningar um val á gagnvarnarflokki. Þá skarast að nokkru leyti upplýsingar í blöðum þessum og Rb-blaði nr. Rb Vu6.001, *Yfirborðsefni fyrir viðarfleti utan-húss* - 1. *Almennar leiðbeiningar*, sem

vísað er í, en sumt sem þar er sagt er endurtekið hér.

1.4 Samantekt áhersluatriða

Í töflu 1 er að finna í hnotskurn mikilvæg áhersluatriði sem hafa ætti í huga í tengslum við forvarnir gegn skemmdum af völdum fúa. Taflan er einnig birt í fyrra blaðinu á bls. 1.



Birt með leyfi Húsasmiðjunnar

Timbur nýggagnvarið með grænu fúavarnarefni.

2.0 EFNAMEDFERÐ GEGN FÚA

Þegar verja skal trjávið gegn fúaskemmdum, þ. e. þar sem hættu er á háu rakastigi, stoðar lítið annað en gagnvörn, þ. e. gegndreypping með fúavarnarefni, sem mettar viðinn í nægjanlegu magni alveg í gegn eða í gegnum tiltekna lagþykkt, allt eftir kröfum. Á vegum Norræna timburverndaráðsins, NTR, hefur slíkum kröfum verið skipað í flokka, gagnvarnarflokka, sem samræmast Evrópastöðlum.

Fúavarnarefnunum er þannig þrengt inn í viðinn, misjafnlega djúpt eftir kröfum, og er slíkt ýmist gert með undir- eða yfirþrýstingi í tönkum með sérstöku tækjabúnaði. Eftir slíka meðferð er sagt að viðurinn sé *gagnfúavarinn* eða einfalda

lega *gagnvarinn*. Tekið skal fram, að ætla má að sambærilegri gagnvörn megi í flestum tilvikum ná með því að láta viðinn vera nógu lengi á kafi í viðeigandi fúavarnarefni.

3.0 GAGNVÖRN

3.1 Norræna timburverndarráðið - NTR

Frá því árið 1969 hefur verið starfrækt mjög skipulegt og markvisst, samnorrænt átak, Norræna Timburverndarráðið (NTR, Nordisk Træbeskyttelsesråd). Stofnanir sem m. a. fengust við trétækni komu ráðinu á laggir og stóðu að því, ein frá hverju hinna norrænu landanna þar til íslensk aðild komst á 1987. NTR var endurskipulagt 1996 og tóku þá við aðildinni og stjórnuninni samtök framleiðenda gagnvarins viðar í hverju hinna norrænu landanna, á meðan Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins fór áfram með íslensku aðildina sem eins konar fulltrúi gagnvarnarfyrirtækjanna hér á landi.

Meginhlutverk NTR er að standa að þróun timburverndar á Norðurlöndum. Þungamiðja starfseminnar hefur frá upphafi verið annars vegar að fást við mat á virkni gagnvarnarefna til iðnaðarnota, viðurkenningu

og skráningu þeirra eftir umsóknum framleiðenda þeirra, og hins vegar að samræma gæðaeftirlit með gagnvörn viðar með setningu staðla eða reglna.

NTR hafði þannig frumkvæði að setningu samnorræns staðals, INSTA 140, *Gagnvarinn viður gæðkröfur*, sem tók gildi árið 1989. Skilgreindi staðallinn fjóra flokka gagnvarins viðar, gagnvarnarflokka, og setti reglur um gagnvörn og gæðaeftirlit.

Með tilkomu evrópskra staðla á sviði gagnvarnar árið 1998 varð, í samræmi við samninga, að leggja INSTA 140 niður. Þar með var ekki lengur unnt að skilgreina norrænu gagnvarnarflokkanana í opinberum staðli. Innan gagnvarnariðnaðarins á Norðurlöndum höfðu hins vegar komið fram eindregnar óskir um að halda áfram notkun flokkanna fjögurra. Var þá gripið til þess ráðs að endursemja INSTA 140 efnislega sem eins konar NTR-staðal, NTR-skjal nr. 1:1998, *Norrænir gagnvarnarflokkar* (NTR Dokument nr. 1:1998, *Nordiska träskyddsklasser*). Skjal þetta uppfyllir en þrengir kröfur Evrópustaðlanna og má líta á það sem aðlögun að staðlinum EN 351.

TAFLA 1 - Samantekt áhersluatriða

Staðreyndir	<ul style="list-style-type: none"> • Viður fúnar ekki nema við langvarandi rakaálag með viðarraka um og yfir 20%. • Með gagnvörn má lengja endingu viðar verulega við slíkt rakaálag.
Viðvaranir	<ul style="list-style-type: none"> • Ekki er við að búast að inndreyping eins og viðarolíur eða olíubæs, títt misnefnd sem „fúavarnarefni“, veiti að jafnaði nokkra vörn gegn fúa. • Yfirborðsefni, eins og málning og inndreyping, verja viðinn aðallega gegn gránun, þar sem regn og sólskin mæða á, auk þess að bæta útlit.
Val á gagnvörn	<ul style="list-style-type: none"> • Þegar nota skal gagnvarinn við, er ráðlegt að velja gagnvarnarflokk eftir aðstæðum, þ. e. eftir notkunarsviði eða áhættu af völdum rakaálags. • Gagnvarnarflokkar hafa verið skilgreindir á vegum Norræna timburverndarráðsins (NTR) fyrir notkunarflokka í samræmi við Evrópustaðla. • Yfirlit yfir slíka flokka með lýsingu á notkunarsviðum og með dæmum er að finna í töflu 2 á bls. 5 í þessu síðara blaði, um gagnvörn og fúavarnarefni. • Tafla þessi er leiðbeinandi við val gagnvarins viðar eftir gagnvarnarflokkum.

Í NTR-skjali nr. 1:1998 er, auk yfirlits yfir ofan nefnda gagnvarnarflokka, greint frá skilyrðum viðvíkjandi ástandi og meðferð timburs fyrir og eftir gagnvörn og viðvíkjandi merkingu gagnvarins timburs með stöðluðum merkjum NTR, þar sem fram kemur hver gagnvarnarflokkurinn er. Þá hefur NTR gefið út reglur um viðurkenningu gagnvarnarefna, í NTR-skjali nr. 2, sem og reglur um gæðaeftirlit með og merkingu á gagnvörðu timbri, í NTR-skjali nr. 3.

3.2 Gagnvarnarflokkar

Samkvæmt NTR-skjali nr. 1:1998 eru gagnvarnarflokkarnir fjórir, eins og áður segir, og eru þeir auðkenndir með bókstöfunum **M, A, AB og B**. Í töflu 2 er lýsing á notkunarsviðum með dæmum til leiðbeiningar um val á gagnvarnarflokkum. Taflan er aðlöguð úr viðauka við NTR-skjal nr. 1:1998. Flokkunum má lýsa afar lauslega eins og hér segir:

Gagnvarnarflokkur M:

Mestar kröfur gerðar til gagnvarnar viðar í flokki M, og er hann ráðlegur fyrir timbur í sjó eða söltu vatn, sem og þar sem gerðar eru sérstakar kröfur um þol og styrk. Timbur helst í flokki M þrátt fyrir þversögun, borun og aðra minni háttar vinnslu, ef viðeigandi fúavarnarefni er borið á unnu fletina. Við meiri vinnslu fellur það úr flokknum.

Gagnvarnarflokkur A:

Flokkur A kemur næst á eftir M að kröfum til, og er hann ráðlegur fyrir timbur í snertingu við jörð og þar sem vætuálag er mikið, sem og innanhúss þar sem búast má við samfelldum miklum raka. Timbur helst í flokki A þrátt fyrir þversögun, borun og aðra minni háttar vinnslu, ef viðeigandi fúavarnarefni er borið á unnu fletina. Við meiri vinnslu fellur það úr flokknum.

Gagnvarnarflokkur AB:

Flokkur AB er ráðlegur fyrir timbur sem ekki er í snertingu við jörð, en verður fyrir áhrifum veðurs eða þéttivatns. Hvað kröfum viðvíkur má líta á flokk AB sem eins

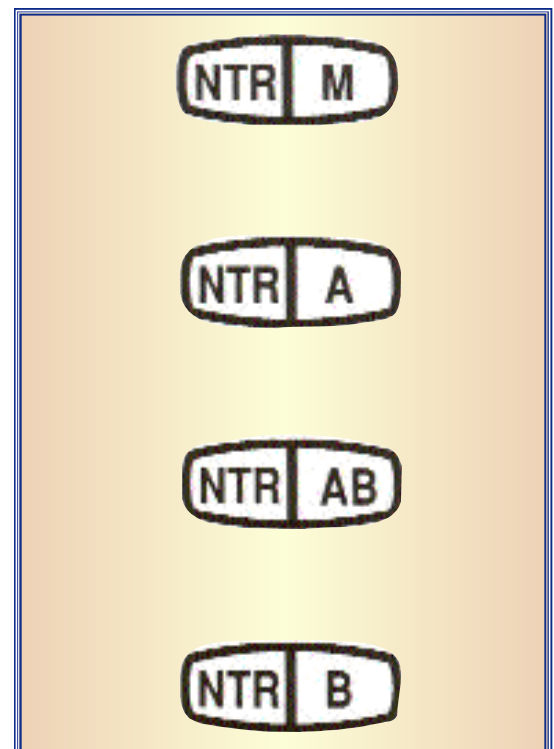
konar millistig á milli flokka A og B. Timbur helst í flokki AB þrátt fyrir þversögun, borun og aðra minni háttar vinnslu, ef viðeigandi fúavarnarefni er borið á unnu fletina. Við meiri vinnslu fellur það úr flokknum.

Gagnvarnarflokkur B:

Minnstar kröfur eru gerðar til gagnvarnar viðar í flokki B, enda þótt hann sé ráðlegur á sama hátt og AB fyrir timbur sem ekki er í snertingu við jörð, en verður fyrir áhrifum veðurs eða þéttivatns. Í flokk B skal hins vegar einungis gagnverja fullunnar einingar, þar eð timbur fellur úr flokknum við minnstu vinnslu. Flokkur B er þannig ákjósanlegur fyrir verksmiðjuframleiðslu á gluggum og útidyrabúnaði.

3.3 Gæðaeftirlit

Fari framleiðandi gagnvarins timburs í hvívetna eftir reglum NTR, getur hann fengið aðild að óháðu gæðaeftirliti skv. NTR-skjali nr. 1, og þar með heimild og skyldu til þess að nota flokkunarkerkingar, þ. e. gæðamerki, NTR.



Gæðamerki NTR.

Slík aðild og merking timburs eftir gagnvarnarflokkun er háð ýmsum skilyrðum, sem tilgreind eru í NTR-skjali nr. 1. Þau eru í meginatriðum eins og hér segir:

- Fyrirtækið sem gagnver timbur skal vera viðurkennt, en til þess skal það hafa yfir að ráða tækjakosti og búnaði sem stenst kröfur NTR, og starfsmenn þess skulu búa yfir tilhlýðilegri þekkingu.
- Gagnvarnarefnið skal vera viðurkennt og þar með skráð á lista NTR yfir viðurkenndar vörutegundir, sbr. lið 4.1.
- Viðartegundin, sem gagnverja skal, þarf að vera viðurkennd, þ.e. fura hvegg tegundar sem er (pinus spp). Greni tekur illa við gagnvörn og er það ekki viðurkennt á sama hátt og fura til gagnvarnar, heldur gilda um það sérstakar reglur á vegum NTR.
- Dýpt og magn fúavarnarefnis í viðnum skal vera í samræmi við gagnvarnarflokkinn og -efnið, sem notað er.
- Gæðaeftirlit skal að vera í höndum hlutlausrar stofnunar, sem starfar í tengslum við og með heimild NTR.

Prófanir við hið óháða gæðaeftirlit með gagnvörn eru tvenns konar:

Annars vegar er gengið úr skugga um með mælingu, að gagnvarnarefnið hafi gengið nógu djúpt inn í viðinn, þ. e. í gegnum alla rysjuna og inn að kjarna, þegar um flokka M, A og AB er að ræða. Fyrir flokk B er krafan um að dýptin sé minnst 50 mm inn í rysju í endatré og minnst 6 mm inn í rysju þvert á stefnu viðaræðanna.

Hins vegar er gengið úr skugga um magn gagnvarnarefnisins á rúmmálseiningu í viðnum með sérstökum mælingum, þ. e. magnbundinni efnagreiningu.



Grænt fúavarnarefni hefur víðast farið inn að kjarna og lítillaga inn í hann.

Hið óháða gæðaeftirlit er í því fólgið, að starfsmaður þeirrar stofnunar, sem eftirlitið annast, kemur ekki sjaldnar en tvisvar á ári, og þá án viðvörunar, í fyrirtækið þar sem gagnvarið timbur er framleitt, tekur sýni til ofangreindra mælinga og fullvissar sig um að fylgt sé í einu og öllu reglum NTR.

Á Íslandi hefur Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins annast hið óháða gæðaeftirlit með framleiðslu gagnvarins viðar skv. reglum NTR.

4.0 FÚAVARNAREFNI

4.1 NTR-skráð gagnvarnarefni

NTR gefur út lista yfir öll þau gagnvarnarefni sem njóta viðurkenningar, ef framleiðandi þeirra hefur sótt um skráningu. Í listanum er greint frá efnismagni, sem þarf á rúmmálseiningu timburs í hinum ýmsu flokkum. Listinn er

finnanlegur á vefsíðum NTR, www.ntr-nwpc.com, undir "NTR-godkända träskyddsmedel" og heitinu "Wood preservatives approved by the Nordic Wood Preservation Council".

Samkvæmt flokkunarreglum NTR eru gagnvarnarefni í höfuðdráttum prents konar:

1. Vatnsuppleyst efni:

Í þessum flokki eru aðallega sérstakar saltlausnir, en einnig koma fyrir ýmis önnur málsambönd og lífræn efnasambönd. Geta efni þessi dugað fyrir alla fjóra gagnvarnarflokkana. Margar saltlausnanna lita gegndreypta viðinn grænan.

2. Leysisblönduð efni:

Í þessum flokki eru efnasambönd, jafnan lífræn, uppleyst í terpentínu eða

öðrum lífrænum leysum og eru efnin yfirleitt aðeins viðurkennd fyrir gagnvörn samvæmt flokki B.

3. Kreósótblöndur:

Kreósótefni eru yfirleitt aðeins notuð í flokka M, A og AB. Kreósót hefur þann annmarka að timbrið verður dökkleitt og yfirborðsmeðferð án lýta er torveld. Slíkri gagnvörn er því aðeins beitt í tilvikum þegar útlit er aukaatriði.

Þegar um er að ræða gagnvörn í flokkum M, A og AB er aðferðin við að gagnverja oftast það sem nefnt er þrýstífuvörn. eru þá yfirleitt notuð vatnsleysanleg fúavarnarefni, en einnig kreósót, einkum fyrir flokka M og A. Magn gagnvarnarefnisins, sem krafist er að lágmarki að sé í viðnum, er í flestum tilvikum talsvert minna fyrir flokk AB en A og talsvert meira fyrir M en A.

TAFLA 2 - Notkunarvið og dæmi til leiðbeiningar um val á gagnvarnarflokkum.

Notkunar-flokkar	Notkunarvið	Dæmi	Ráðlegur gagnvarnar-flokkur
1	Viður í þurru innlofti.	Húsgögn, þiljur og veggir innanhúss.	Gagnvörn að jafnaði óþörf
2	Viður sem er hvorki í snertingu við jörð né verður fyrir beinni veðrun, en getur blotnað skamman tíma í senn.	Sperrur og þakklæðning. Viður undir þaki utanhúss.	Gagnvörn að jafnaði óþörf
3	Viður sem verður fyrir áhrifum veðurs eða þéttvatns en er hvorki í snertingu við jörð né stöðugt í vatni, og er hvorki þar sem mikil hætta er á óhöppum né þar sem mikið vandamál er að skipta um hluta, sem verða fyrir skemmdum.	3.1 Gluggar og útihurðarkarmar. 3.2 Viðarhlutir í gördum, lausir frá jörð. Ýmsar borðaklæðningar utanhúss, svo sem í pallgólum, skjólveggjum og girðingum.	B AB
4	Viður sem er stöðugt í snertingu við jörð eða ferskvatn eða verður fyrir sérstaklega miklu veðurálagi. Viðarhlutar sem reynsla sýnir að hætt sé við skemmdum og sem erfitt er að skoða og skipta um eða eru þar sem öryggi manna er í húfi.	Línúmostur eða -staurar, girðingastaurar og hliðstólpar, tröppur, burðarvirki palla o.þ.h. utanhúss. Fótstykki veggja, gólfbitar yfir lítið upphituðum eða óupphituðum rýmum.	A
5	Viður í sjó eða söltu vatni, svo og viður sem sérstakar kröfur um þol og styrk eru gerðar til.	Bryggjur, legukantar, staurar.	M

Þegar flokkur B á í hlut eru efnin gjarnan þau leysisblönduðu og aðferðin við að gagnverja venjulega það sem kallað er „vakúum“-fúavörn, enda er undirþrýstingur aðaleinkenni ferlisins.

4.2 Viðarolíur og „fúavarnarefni“

Hugtakið "fúavarnarefni" er hér á landi að umtalsverðu marki ranglega notað um vissar gerðir vökva, sem einkum eru seldir til penslunar á timbur og fást í neytendaumbúðum í bygginga- og málningarvöruverslunum. Yfirborðsefni þessi, sem ættu flest að geta flokkast sem inndreypingar, eru í meginatriðum þunnfljótandi lausnir olíuefna í terpentínu, blandaðar ýmsum hjálpar-efnum, og eru þær ýmist hálf-gagnsæjar eða glærar.

Fólk talar oft í góðri trú um að „fúaverja“, þegar lausnir þessar eru bornar á timbur. Hér er um alvarlegan misskilning að ræða, að svo miklu leyti sem átt er við raunverulega eða virka vörn gegn fúaskemmdum. Líklega má á rekja þennan misskilning meðal almennings að mestu til þess, að orðið „fúavarnarefni“ hefur, a. m. k. frá því á sjöunda áratugnum, verið gróflega misnotað við markaðsfærslu á þessum yfirborðsefnum. Rétt er að tala um olíulausnir þessar sem viðarolíur eða olíubæs, eins og við á. Gera má ráð fyrir að yfirborðsefni af þessu eða öðru tagi almennt, **veiti við venjulega notkun litla sem enga raunverulega vörn gegn fúaskemmdum**, þar sem þau ná í besta falli aðeins að metta timbrið rétt í yfirborðinu. Líklegt er að þannig olíuborið timbur, með fúavarnarefni í yfirborðinu einvörðungu, fúni í gegn í blautum jarðvegi, svo dæmi sé tekið, nánast eins og óvarið timbur. Til þess að tryggja ræki-lega að viðarstykki fúni ekki, þarf viðeigandi fúavarnarefni að metta í gegn í nægjanlegu magni allan rysjuhluta viðarins inn að kjarnahlutanum, ef kjarnaviður er þá fyrir hendi.

Í flestum gerðum viðarolía og olíubæsa til nota utanhúss eru að vísu efni, sem vinna gegn myndun gróðurs á og í yfirborði viðar sem þau hafa verið borin á, en gera má þó

ráð fyrir að efni þessi séu mjög mismunandi virk gegn fúasveppum. Virkni gegn þeim skiptir þó trúlega ekki ýkja miklu máli að jafnaði, þar sem efnin ganga hvort eð er svo stutt inn í timbrið. Olíublöndur þessar verja viðinn fyrst og fremst gegn veðrun, en ennfremur gegn gróðri á yfirborði.

Yfirleitt getur þannig aðeins í vissum tilvikum verið um að ræða óbeina vörn gegn fúa, að líkindum, þar sem olíuefnin vernda viðinn að nokkru marki gegn vatni og sprungumyndun. Samt má gera ráð fyrir að þessi misnefndu „fúavarnarefni“ dugi jafnvel mjög takmarkað sem vatnsvörn, þar sem bleyta er mikil eða þar sem vatn eða raki liggur langtímum saman að timbrinu. Þar að auki veðrast olíuinndreypingar yfirleitt tiltölulega fljótt sjálfar og gera lítið gagn, eftir að þær fara að mást af að verulegu leyti. Af ofangreindu má ráða að telja verður mjög villandi að nefna þennan flokk efna „fúavarnarefni“.

4.3 Málun gagnvarins viðar

Um gagnvarinn trjávið má segja, að taki framleiðandi hans ekki annað fram við sölu, ætti að vera óhætt að gera ráð fyrir að fyrir hann gildi allt það sama og fyrir ógagnvarinn við, hvað undirbúningi, inndreypingu og málun viðvíkur. Þetta á við um öll algengustu gagnvarnarefni, sem NTR hefur samþykkt til nota við gagnvörn í NTR-flokka A, AB, B og M, nema kreósót. Sjá þó Rb-blað nr. Rb Vu6.001, *Yfirborðsefni fyrir viðarflæti utanhúss - 1. Almennar leiðbeiningar*, lið 6.1, um flokk B og fúavarnarefni blönduð ópornandi olíum.

4.4 Bönnuð fúavarnarefni

Umfangsmiklar rannsóknir sem stöðugt fara fram á alþjóðlegum vettvangi á hugsanlegum neikvæðum áhrifum ýmissa efna á heilsu og umhverfið almennt, hafa m. a. leitt í ljós að sum fúavarnarefni geti á einn eða annan hátt verið skaðleg, ýmist til skamms eða langs tíma litið. Heilbrigðisyriföld víða um lönd hafa þannig takmarkað notkun vissra fúavarnarefna, rétt eins og fjölmörg efni annarra iðn- eða

atvinnugreina. Þá hefur Evrópusambandið einnig gefið út tilskipanir í þessu sambandi.

Af þessum sökum hafa flestir framleiðendur, sem eiga og átt hafa viðurkennd gagnvarnarefni skráð á lista NTR, smám saman hætt framleiðslu og sölu sumra efna sinna og látið taka þau út af listanum. Í flestum tilvikum koma í staðinn ný gagnvarnarefni sem talin eru umhverfisvænni. Þannig hefur ástandið verið í auknum mæli frá því um 1990 og verður án efa þannig framvegis.

Meðal virkustu og öflugustu fúavarnarefna, sem þróuð hafa verið og verið hafa á markaði áratugum saman, eru kreósót og svonefnd CCA-efni. Í þeim síðarnefndu eru viss efnasambönd kopars, króms og arsens. Kröfur um takmarkaða notkun þessara efna hafa verið hertar mjög á öllu evrópska efnahagssvæðinu. Í samræmi við þetta hefur kreósót verið óheimilt til notkunar á almennum markaði frá því 1998 og CCA-efni frá því á miðju ári 2004. Fúavarnarefni í þessum flokkum og timbur gagnvarið með þeim er þannig einungis heimilt hér á landi til iðnaðarnota í sérstökum tilvikum. Nánari upplýsingar má fá hjá Umhverfisstofnun, m. a. á vefsíðum stofnunarinnar, www.ust.is.

Annað dæmi um gagnvarnarefni, sem hafa verið að hverfa af lista NTR, eru þau sem í eru lífræn efnasambönd tins, sem umhverfisyfirvöld víða um lönd hafa mjög takmarkað notkun á.

5.0 HEIMILDIR

- Rögnvaldur S. Gíslason: „Verndun viðar gegn fúa og veðrun“, Rb-skýrsla nr. 92-14, júlí 1992.
- NTR Dokument nr. 1:1998, „Nordiska träskyddsklasser“, Del 1, Nordiska Träskyddsrådet, 1998.
- NTR Dokument nr. 3:1998, „Nordiska regler för kvalitetskontroll och märkning av impregnerat trä“, Del 1, Nordiska Träskyddsrådet, 1998.
- Norræna timburverndarráðið (NTR), vefsíður, nóv. 2004, www.ntr-nwpc.com.
- Umhverfisstofnun: „Hættuleg efni í viðarvörn“, Upplýsingar og staðreyndir, júní 2004, www.ust.is.

Höfundur:

Rögnvaldur S. Gíslason, efnaverkfræðingur.

Ritvinnsla og umbrot:

Sigrún Pétursdóttir.

Prentun:

Gutenberg ehf.

EFTIRPRENTUN ÓHEIMIL