

Gæðafjalir

Límtrésbitar úr Íslensku timbri

Samstarfsverkefni Límtré Vírnets, Skógræktarinnar og
Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands

Höfundar

Eiríkur Þorsteinsson

Jón Sigurjónsson

Trausti Jóhannsson

Logi Unnarson Jónsson



Samstarfsverkefnið í hnotskurn

Tilraunavinnsla í flettingu, þurrkun og límingu

Hvers vegna varð verkefnið til?

- Límtré Vírnet óskaði eftir því að tilraun yrði gerð með framleiðslu á límtré úr íslensku timbri.
- Þeir fengu til samstarfs við sig Skógræktina og Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Ef vel tekst til og hægt er að framleiða límtré úr íslensku timbri mun það hafa jákvæð áhrif á kolefnisspor Límtré Vírnets og einnig kolefnisjöfnun á Íslandi

Verkefni sem þurfti að leysa:

- LímtréVírnet kaupir límtrésfjalirnar frá Norðurlöndum, sem eru þurrkaðar og styrkflokkaðar frá timburframleiðenda í rétta flokka. Íslenskt timbur, sem mun koma til framleiðslu þarf að þurrka og flokka í rétta styrkflokka þannig að það uppfylli gæði til framleiðslu á límtré, sem byggingarreglugerðir gera kröfur um.
- Þekking hér á landi á sögun á bolvið í límtrésfjalir og flokkun á þeim í rétta styrkflokka fyrir límtrésframleiðslu, sem uppfylla kröfur byggingarreglugerðar, er takmörkuð.

Hvað var gert:

- Valdar voru fjórar trjátegundir, sitkagreni, stafafura, Rússalerki og alaskaösp. Allt efni var sótt í Þjórsárdalsskóg fyrir utan alaskaösp sem var sótt að Tumastöðum í Fljótshlíð.
- Bolirnir voru sagaðir í ákveðna lengd og síðan sagaðir í límtrésfjalir 50x100 mm eftir ákveðinni sögunaraðferð.
- Efninu var raðað upp fyrir þurrkun og flutt á Flúðir til þurrkunar hjá Límtré Vírnet.
- Þegar timbrið var orðið þurrt var það flokkað í rétt gæði samkvæmt staðlinum ÍST INSTA 142-2009, gallar skornir úr og efnið fingrað saman.
- Tólf bitar voru límdir úr þessum fjórum viðartegundum.
- Prufur úr límtrésfjöllum sem voru bæði fingraðar og ekki fingraðar, voru prófaðar í brotpressu hjá Límtré Vírnet á Flúðum. Þetta var gert til að kanna styrk á þessum mismunandi viðartegundum, til að hægt væri að gera samanburð milli tegundanna. Þegar niðurstöður liggja fyrir um gæði límtrésbitanna verður unnið frekar úr prufunum.
- Samanburðarbrotpróf var gert á límtrésbitunum hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- Skýrsla unnin úr niðurstöðum og birt á haustmánuðum 2019.

Hvert verður framhaldið ef niðurstöður reynast jákvæðar?

Farið verður í frekari prófanir og kannað með möguleika á framleiðslu.



Límtré Vírnet

Á Íslandi er byggingariðnaðurinn ábyrgur fyrir mikilli notkun auðlinda og myndun úrgangs. Um helmingur auðlindanýtingar jarðar kemur frá byggingariðnaðinum og telur hann um 40% úrgangs í Evrópu. Að auki, hafa flutningar á vörum milli landa sín áhrif á umhverfið með losun gróðurhúsalofttegunda, jafnt skipaflutningar sem og flug. Framleiðsla sem er nær mörkuðum, er umhverfisvænni og hefur jákvæð samfélags áhrif.

Stjórnvöld hafa skýr markmið í loftslagsmálum og vinna nú að því að innleiða sjálfbæra hugsun í alla opinbera stefnumótun. Huga þarf að sjálfbærni í allri auðlindanýtingu og timbur er þar ekki undanskilið. Væri ekki frábært ef Íslendingar væru sjálfbærir með timbur sem byggingarefni? Kolefnisspor vegna innflutnings á timbri myndi minnka og kolefnisbinding myndi aukast við aukna skógrækt á Íslandi. Aukin áhersla íslenskra stjórnvalda á skógrækt myndi skila sér í íslenskan iðnað og íslenskt atvinnulíf sem hefði jákvæð áhrif fyrir íslenskt hagkerfi.

Þess má geta að á síðasta ári, árið 2018, var flutt inn 42.440 tonn af timbri til Íslands. Ef timbrið hefur verið flutt til landsins frá Svíþjóð, þýðir það um það bil 9.000 tonn CO₂ í losun. Minni losun gróðurhúsalofttegunda er eitt af mikilvægustu verkefnum samtímans.

Gjöfult samstarf

Límtré Vírnet er íslenskt iðnaðarfyrirtæki sem framleiðir og selur vörur fyrir íslenskan byggingariðnað, s.s. límtré, stálsmiði, valsað stál og ál til klæðninga utanhúss og innanhúss, milliveggjastoðir og einingar með íslenskri steinull. Íslensk framleiðsla fyrir íslenskan iðnað. Hugsjónir stjórnenda Límtrés Vírnets er að framleiðslufyrirtækið verði leiðandi í umhverfismálum í íslenskum byggingariðnaði. Tilgangurinn er skýr, að minnka innflutning á timbri, minnka þar með kolefnissporið og stuðla að því að Ísland verði sjálfbært með byggingarefni.

Snemma árs 2019, undirrituðu Límtré Vírnet, Skógræktin og Nýsköpunarmiðstöð Íslands samkomulag um rannsóknir á notkun íslensks timburs í framleiðslu Límtré Vírnet. Slíkt er ekki einungis til þess fallið að styðja við þá sókn sem framundan er hjá íslenskri skógrækt, heldur einnig til að draga úr kolefnisspori þungaflutninga vegna innflutnings á erlendu timbri.

Árið 2018 var sérstaklega farsælt fyrir Límtré Vírnet þar sem slegið var met í límtrésframleiðslu og yfir 3000 m³ af fullnum límtrésbitum voru framleiddir úr um það bil 4000 m³ af timbri úr FSC vottuðum sænskum skógum. Þetta þýðir að Límtré Vírnet notar um 5% af því timbri sem flutt er inn til landsins.

Timbur er byggingarefni framtíðarinnar

Tré binda kolefni úr andrúmsloftinu meðan þau vaxa og varðveitist kolefnið í byggingum sem gerðar eru úr timbri og timburafurðum. Kolefnið losnar ekki út í andrúmsloftið fyrr en byggingar eru rifnar og byggingarefninu eytt. Þannig eru skógar og timbur endurnýjanleg, náttúruleg auðlind og hluti af náttúrulegri lífrænni hringrás. Vinna við að fá FSC vottun á íslenska timbrið stendur yfir, en vottunin merkir að timbrið sé fengið úr sjálfbærum skógi.

Íslensk skógrækt á sér ekki langa sögu en nú bendir þó margt til þess að hér sé hægt að byggja upp mjög blómlegan timburiðnað með sjálfbærri skógrækt og sterkum innviðum á næstu áratugum. Innleiða þarf skilvirkni í skógrækt sem og alla úrvinnslu en það er flókið ferli og kostnaðarsamt. Leggja þarf áherslu á að gæðavottanir séu til staðar svo sem CE merking en hún gefur til kynna að varan uppfylli þær lágmarkskröfur sem öryggi og heilsuvernd er settar eru fram í Evróputilskipunum. Einnig þarf að samræma og aðlaga íslenska staðla að úrvinnslunni. Það er því mikið fagnaðarefni að Skógræktin sé að sinna þessum brýnu málum í samstarfi við sænska staðlaráðið.

Gríðarleg framþróun hefur orðið í notkun timburs í mannvirki á undanförunum árum og eftirspurnin eftir timbri er sífellt að aukast. Notkun á krosslímdu timbureiningum (CLT-Cross laminated timber) hefur stórukist á heimsvísu og virðist einnig ætla að ná fótfestu í íslenskum byggingariðnaði.

Timburbyggingar kosta ekki meira en steinsteyptar byggingar og ending þeirra er engu síðri. Vegna mikillar kolefnislosunar og umhverfisáhrifa sem hlýst af notkun stáls og steinsteypu eru arkitektar og hönnuðir hvattir til að beina kastljósinu á hönnun bygginga úr timbri. Það er árangursrík loftslagsaðgerð. Rannsóknir sýna að fyrir hvert tonn af timbri í stað steinsteypu dragi úr losun CO₂ um jafnaði 2,2 tonn. Þess má geta að heimsmarkaðsverð timburs fer hækkandi um þessar mundir vegna aukinnar eftirspurnar á meðan heimsmarkaðsverð stáls fer lækkandi. Miklir framtíðarmöguleikar eru því í timburframleiðslu.

Tilgangurinn hjá Límtré Vírnet er skýr, að minnka innflutning á timbri, minnka þar með kolefnissporið og stuðla að því að Ísland verði sjálfbærara með byggingarefni. Mikilvægt er að Ísland verði fyrirmynd annarra þjóða í umhverfismálum og geti þar með skapað íslenskum iðnaði samkeppnisforskot.



Samkomulag.

Límtré Virnet kt. 440510-1160, Skógræktin kt. 590269-3449 og Nýsköpunarmiðstöð Íslands kt. 580607-0710 gera með sé eftirfarandi samkomulag:

Tilraunavinnsla í flettingu, þurrkun og límingu.

Skógræktin leggur fram, án endurgjalds, alls fjóra m³ flett efni úr furu, ösp, greni og lerki í tilraunavinnslu í þurrkun og límingu. Timburborðin skulu afhent inn í verksmiðju LímtréVirnet á Flúðum í febrúar n.k., í þeim stærðum og lengdum sem henta þykja til vinnslunnar.

Gerðar verðar límtrésprufur úr öllum fjórum viðartegundunum, en LímtréVirnet þurrkar efnið og límir í fyrirfram uppgefnar stærðareiningar.

Styrkur á fingrun verður kannaður og mældur hjá Límtré Virnet og niðurstöður þeirra mælinga túlkaðar hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands. Brotprófanir á bitum verða framkvæmdar hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands. Niðurstaða skal liggja fyrir um mitt ár 2019.

Aðilar að samkomulagi þessu kosta hver og einn sinn verkhluta.

Reykjavík 10. janúar 2019.

Límtré/Virnet

Logi Unnarsson Jónsson

Fyrir hönd Skógræktarinnar

Þrausti Þórharmsson

Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Elva Eiríksdóttir



Val á bolum í Þjórsárdal

Þær trjátegundir sem notaðar voru í þessu verkefni voru fjórar talsins en þær eru alaskaösp (*Populus trichocarpa*), rússalerki (*Larix sukachzewii*), stafafura (*Pinus contorta*) og sitkagreni (*Picea sitchensis*). Þær voru valdar því þær ásamt birki (*Betula pubescens*) eru þær tegundir sem algengastar eru í íslenskri skógrækt og mest gróðursett af. Þessar fjórar tegundir eru líka þær sem best falla til timburframleiðslu á Íslandi.

Öll trén sem felld voru fyrir þetta verkefni voru fengin í Þjórsárdal í skógum Skógræktarinnar fyrir utan alaskaösp en hún var fengin frá Tumastöðum í Fljótshlíð í landi Skógræktarinnar. Ekki eru samfelldir skógar af alaskaösp í Þjórsárdal heldur smærri yngri lundir og stök tré og því var efnið sótt að Tumastöðum til að gæta þess að efniviðurinn kæmi úr samskonar umhverfi og hinar tegundirnar.

Efni og aðferðir

Rússalerki, stafafura og sitkagreni voru felld og keyrð út úr skógi í viku 3 árið 2019 í Þjórsárdal (mynd 1 og 2). Allt voru þetta dæmigerðir skógarreitir sem hafa fengið einhverja umhirðu. Greni og fura höfðu verið grisjaðar tvisvar sinnum en rússalerkið einu sinni (tafla 1). Umhirða skóga með millibilsjöfnun ungsjóga og svo grisjun á réttum tíma hefur mikið að segja um vöxt og gæði skógarins. Með réttri umhirðu má stýra vexti og vaxtarlagi trjána og greinabyggingu þeirra. Það skiptir miklu máli þegar kemur að því að framleiða timbur. Með millibilsjöfnun eða snemmgrisjun er millibili trjána stýrt og með grisjun eru lakari tré tekin út til þess að rýma fyrir þeim sem betri eru og skapa þannig rými fyrir þau að vaxa. Með réttri umhirðu skóganna er stuðlað að því að fá betri og meiri afurðir úr skóginum, meira gæða timbur og betri nýtingu. Ef grisjað er of skart geta hliðargreinar trjána farið að vaxa of mikið og myndað þannig slæma kvisti í trénu og form trésins orðið ójafnt og þannig rýrt gæði timbursins. Þess vegna er mikilvægt að stunda ábyrga sjálfbæra skógrækt með góðum ræktunaráætlunum svo hægt sé að veita inngríp á réttum tíma og hámarka verðmæti viðarins.



Mynd 1. Rússalerki fellt og afkvistað í Þjórsárdal.



Mynd 2. Jóhannes H. Sigurðsson aðstoðarskógarvörður, vinnur við afkvistun á nýfelledu sitkagreni.

Trén voru felld og afkvistuð með keðjusögum og keyrð út á timburvagni og dráttarvél (mynd 3).



Mynd 3. Niels M. Magnússon starfsmaður Skógræktarinnar affermir timbur í Þjórsárdal.

Alaskaösp var sótt að Tumastöðum í Fljótshlíð (mynd 5), úr reit sem gróðursettur var upphaflega um 1950 en kól niður í rót í vorhretinu fræga 1963 og þau tré sem felld voru nú eru vaxin upp af rótarskotum frá þeim öspum. Því má segja að þessi reitur sé önnur kynslóð alaskaasparinnar frá 1950. Þessi asparreitur hafði ekki verið grisjaður áður (tafla 1).



Mynd 4. Magnús Fannar Guðmundsson afkvistar alaskaösp á Tumastöðum.

Tafla 1. Upplýsingar fyrir tegundir notaðar í verkefninu, kvæmi, aldur, grisjunarár og reitanúmer.

Trjáttegund	Kvæmi	Aldur	Grisjunarár	Staður	Reitanúmer
Alaskaösp	Kenai	56	Ógrisjað	Tumastaðir	54
Rússalerki	Modo	39	2007	Þjórsárdalur	2410
Stafafura	Skagway	54	1990, 2010	Þjórsárdalur	2121
Sitkagreni	Seward	52	1990, 2004	Þjórsárdalur	2120

Sögun á bolum og þurrkun



Mynd 5. Bolviður fyrir utan vinnslustöð Skógræktarinnar í Þjórsárdal.

Bolviður var fluttur á vinnslustöð Skógræktarinnar í Þjórsárdal þar sem þeir voru sagaðir í rétta vinnslustærð fyrir límtrésfjalirnar sem var 50x100 mm. Við aðgerðina var notast við tvær sagir lárétta bandsög (mynd nr. 2 og 3 og rammásög (mynd 4).

Bandsögin var notuð til að saga bolinn í 100 mm þykktir, en þvermál bolanna réði því hvort út kæmu eitt eða tvö stykki í þeirri þykkt. Efnið var síðan sagað í rammásöginni í 50 mm fjalir en það var misjafnt hvað margar fjalir komu úr efni, ýmist 3 eða 4. Sjá mynd nr. 5.

Úr hverri viðartegund komu ca. 80 stk af límtrésfjölum í stærðinni 50X100 mm sem var síðan raðað upp í stæður með pinna á milli raða og fluttar í verksmiðju LímtréVírnets á Flúðum til þurrkunar (Mynd 6). Þurrkunin hjá Límtré Vírnet á Flúðum var í klefum sem eru sérbúnir til að þurrka efni sem kemur til framleiðslu og er of rakt. Í flestum tilfellum er um að ræða að minnka rakann niður um 3-4%. Þannig að hér er um að ræða klefa sem er hitaður upp og blásið í gegnum. Engin rakastýring er í þessum klefa öðru vísi en að starfsmenn fylgjast með framgangi með því að mæla breytingar á rakanum með reglulegu millibili.

Vel gekk að þurrka grenið, furuna og lerkið, en öspin var erfið viðfangs og var hún ekki komin í jafnvægi fyrr en eftir tvo mánuði.



Mynd 6. Sögin stillt inn fyrir efnisbreidd á límtrésfjölunum 100 mm. Efnið var síðan flutt yfir í rammásög og sagað í límtrésfjalir 50 mm þykkar. Úr efninu komu ýmist þrjár eða fjórar fjalir eftir þvermáli á bolnum.



Mynd 7. Búið að saga bolinn í 100 mm efnisbreidd fyrir límtrésfjalir.



Mynd 8. Rammasög. Verið að saga límtrésfjalir 3 stykki 50X100 mm.



Mynd 9. Staflar af efni í límtrésfjalir á leið í þurrkun.

Límtréslíming

Í upphafi febrúar 2019 þegar efnið var komið á Flúðir var fundað með starfsmönnum Límtré Vírnets á Flúðum um framleiðsluna á límtrjámum úr viðnum frá Þjórsárdal.

1. Farið var yfir hvaða efni myndi koma í framleiðsluna.
2. Þurrkofninn hjá Límtré Vírnet var tekinn út og lagt mat á það hvernig þurrkunin myndi fara fram.
3. Farið var sérstaklega yfir það hvernig myndi ganga að þurrka öspina. Öspinn var felld og söguð í sömu vikunni og kom haugblaut til þurrkunar. Samkvæmt upplýsingum frá Þór Þorfinnssyni skógarverði á Hallormsstað þá er um að gera að hefja þurrkun á öspinni á þessu stigi. Var ákveðið að allt efnið færi inn í þurrk mánudaginn 25. febrúar.
4. Farið var yfir framleiðsluferilinn og lagði Steingrímur Jónsson verkstjóri í Límtrésverksmiðjunni á Flúðum áherslu á það að þegar efnið kæmi tilbúið inn í framleiðslu fylgdi það hefðbundnu framleiðsluferli samkvæmt gæðakerfinu fyrir framleiðslu á límtré.
5. Eiríkur lagði áherslu á það að einn liður bættist við í ferilinn þegar efnið kæmi úr þurrkun og það er flokkun á efninu en það mun vera gert samkvæmt staðlinum ÍST INSTA 142:2009 og þarf Límtré Vírnet að útvega sér þennan staðal og kynna sér þann hluta sem snýr að og á við um límtré.
6. Þegar efnið var tekið til vinnslu í byrjun apríl var Eiríkur með námskeið um staðalinn.
7. Framleiðsla á límtrésbitum byrjaði um mánaðamótin mars og apríl.

8. Eiríkur var á staðnum þegar framleiðslan hófst og fylgdist með henni, skráði prufur og skrásetti þegar þær voru brotnar eftir herslu á lími.
9. Logi ákvað í samráði við Bjarna Ingibergsson yfirhönnuð hjá Límtré Vírnet stærð á límtrésbitum skv. ÍST EN 408:2003.

Afhending á efninu:

1. Starfsmenn Skógræktarinnar afhentu efnið frá Þjórsárdal á Flúðum og voru þeir búnir að pinna efnið og var það því tilbúið til að fara í þurrkun. Var þetta einstaklega vel gert og voru starfsmenn LímtréVírnets á Flúðum mjög ánægðir með þetta og var efnið sett í þurrk mánudaginn 25. febrúar.

Val á styrkflokkum fyrir límtrésfjalir

Til að fá sem raunhæfastan samanburð á milli bita úr hefðbundinni límtrésframleiðslu og bitum framleiddum úr íslenskum viði voru límtrésbitar sem límdir voru úr hefðbundnu efni þ.e.a.s. límtrésfjalir úr rauðgreni frá Stora Enso í Svíþjóð, flokkaðar T22, notaðir sem viðmið. Þar með yrðu til bitar eins og starfsmenn LímtréVírnets eru vanir að framleiða miðað við stærðina 90x180x3600mm, sem var framleiðslustærðin valin fyrir þessa rannsókn. Þar sem við erum ekki með styrkflokkunarvél hér á landi voru límtrésfjalirnar úr íslenska efninu sjónflokkaðar samkvæmt ÍST INSTA 142-2009. Magnið af íslenska efninu og gæði þess leyfði ekki að við flokkuðum hærra en í LT20, (efsti flokkur samkvæmt ÍST INSTA 142-2009 er LT30) enda var talið rétt að nota flokk sem við værum öryggir með miðað við það efni sem kom úr skóginum í þessari umferð og að þetta væri samanburðarrannsókn á fjórum mismunandi viðartegundum frá einu ákveðnu svæði. Ljóst er að rannsóknarteymið var að vinna í ákveðinni blindni í þessari rannsókn, enda í fyrsta sinn sem þetta er gert og starfsmenn LímtréVírnets voru einnig óvanir að vinna úr svona efni. Þegar togstyrkur og fjaðurstuðull er skoðaður annarsvegar fyrir T22 og hinsvegar LT20 þá er togstyrkur T22 6,5 MPa hærri en hjá LT20 og fjaðurstuðullinn hjá T22 2.000 MPa hærri en hjá LT20. Niðurstöður útreikninga tekur tillit til þess í samanburðinum. (Sjá niðurstöður útreikninga frá Jóni Sigurjónssyni).

Límtrésfjalirnar voru flokkaðar fyrir framleiðsluna um miðjan maí og fingraðar og gerðar tilbúnar til framleiðslu í lok maí. (Sjá mynd nr. 7).

Teknar voru prufur af fingruðu efni og ófingruðu sem var tekið í brotprufu um miðjan júní þegar bitarnir voru límdir. (Sjá myndir nr. 8 – 11).



Mynd 10. Efnið flokkað fyrir framleiðslu.

Mynd 11.. Brotniðurstöður fyrir limtrésfjalir úr ösp.

FINGRAÐ EFNI-Ösp							ÓFINGRAÐ EFNI-Ösp						
nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm ² = mi	Tegund brots	Athugasemdir	nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm ² = mi	Tegund brots	Athugasemdir
1	90	45	10,55	39,12	8	Tímurbrot kvistur	10	90	45	9,15	33,95		kvistur
2	90	45	12,85	47,61	10		11	90	45	10,8	40,04		kvistur
3	90	45	12,75	47,24	3	kvistur	12	90	45	11,4	42,26		kvistur
4	90	45	13,37	49,53	3		13	90	45	14,58	53,99		kvistur
5	90	45	6,81	25,32	1	kvistur	14	90	45	15,05	55,73		kvistur
6	90	45	9,47	35,13	1								
7	90	45	10,85	40,23	10								
8	90	45	12,36	45,80	10								
9	90	45	10,83	40,15	1					Meðaltal	45,19		
			Meðaltal	41,12									

Mynd 12. Brotniðurstöður fyrir límtrésfjalir úr lerki.

FINGRAÐ EFNI-Lerki						ÓFINGRAÐ EFNI-Lerki					
nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm2 = mi	Tegund brots Athugasemdir	nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm2 = mi	Tegund brots Athugasemdir
1	90	45	8,74	32,44	5	11	90	45	6,57	24,43	
2	90	45	8,64	32,07	10	12	90	45	12,02	44,54	
3	90	45	7,21	26,79	1	13	90	45	6,51	24,21	
4	90	45	8,34	30,96	1	14	90	45	10,13	37,57	
5	90	45	6,64	24,69	10	15	90	45	8,78	32,59	
6	90	45	9,87	36,61	10						
7	90	45	7,61	28,27	1				Meðaltal	32,67	
8	90	45	10,60	39,30	4						
9	90	45	8,00	29,71	10						
10	90	45	10,81	40,08	1						
			Meðaltal	32,09							

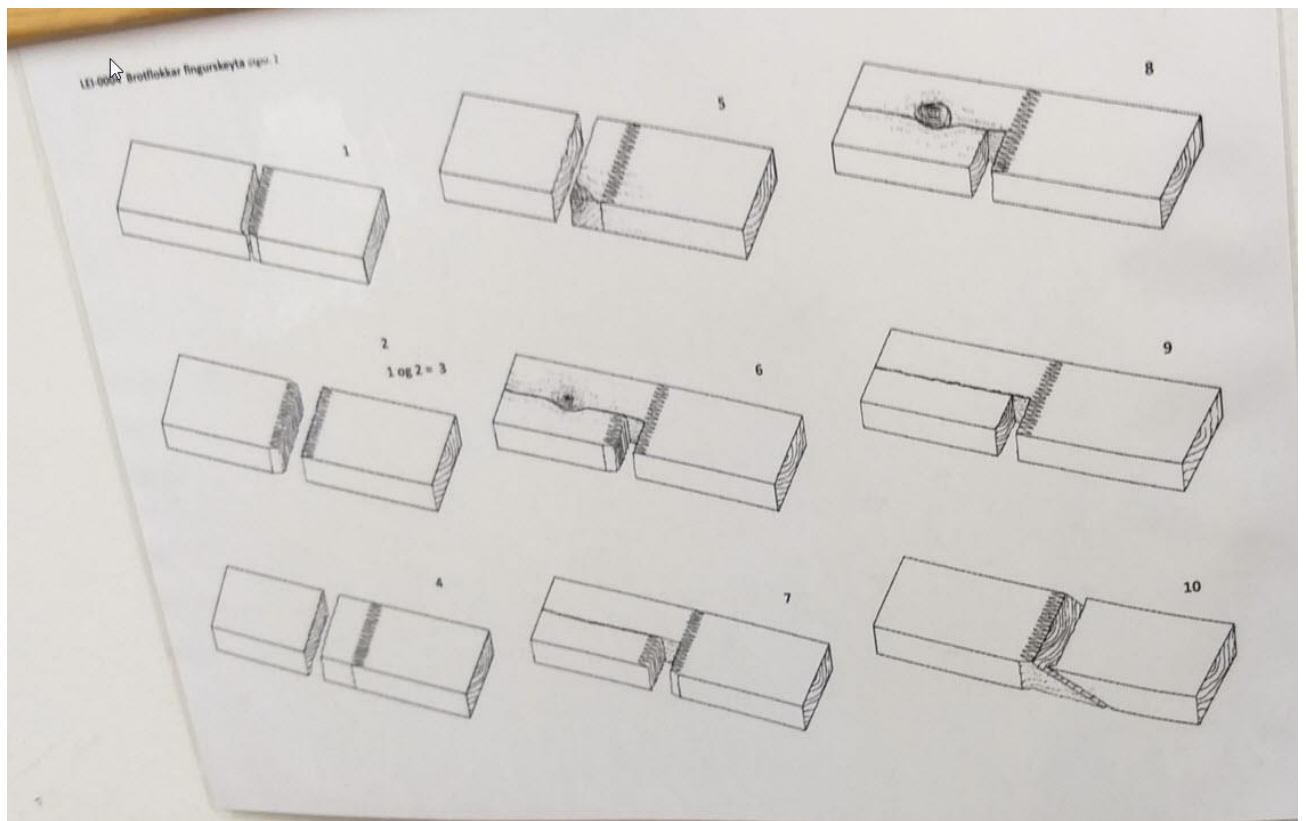
Mynd 13. Brotniðurstöður fyrir límtrésfjalir úr greni.

FINGRAÐ EFNI-Greni						ÓFINGRAÐ EFNI-Greni					
nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm2 = mi	Tegund brots Athugasemdir	nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm2 = mi	Tegund brots Athugasemdir
1	90	45	9,63	35,72	10	11	90	45	12,01	44,51	
2	90	45	11,05	40,96	1	12	90	45	14,78	54,73	
3	90	45	12,05	44,65	1	13	90	45	9,92	36,79	
4	90	45	9,07	33,66	10	14	90	45	15,13	56,02	
5	90	45	6,17	22,96	4 kvistur	15	90	45	10,97	40,67	
6	90	45	13,24	49,05	4						
7	90	45	8,21	30,48	1				Meðaltal	46,54	
8	90	45	11,27	41,78	4				Staðalfrávi	7,62	
9	90	45	11,47	42,51	4						
10	90	45	10,06	37,31	4						
			Meðaltal	37,91							
			Staðalfrávik	7,19							

Mynd 14. Brotniðurstöður fyrir límtrésfjalir úr furu.

FINGRAÐ EFNI-Fura						ÓFINGRAÐ EFNI-Fura					
nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm2 = mi	Tegund brots Athugasemdir	nr	breidd mm	þykkt mm	Brotkr. (KN)	Brotstyrkur N/mm2 = mi	Tegund brots Athugasemdir
1	90	45	9,63	35,72	1	11	90	45	13,71	50,78	
2	90	45	10,09	37,42	10	12	90	45	8,63	32,03	
3	90	45	6,04	22,48	5	13	90	45	7,78	28,90	
4	90	45	9,17	34,03	10	14	90	45	13,55	50,19	
5	90	45	5,68	21,15	10	15	90	45	10,8	40,04	
6	90	45	12,29	45,54	10						
7	90	45	8,88	32,96	1				Meðaltal	40,39	
8	90	45	11,86	43,95	4				Staðalfrávi	9,01	
9	90	45	9,91	36,76	5						
10	90	45	10,97	40,67	1						
			Meðaltal	35,07							
			Staðalfrávik	7,66							

Maðaltals niðurstöður úr brotprófi á límtrésfjöllum, fingruðum og ófingruðum							
Ösp	Meðaltal	Lerki	Meðaltal	Greni	Meðaltal	Fura	Meðaltal
Fingrað	41,12	Fingrað	32,09	Fingrað	37,91	Fingrað	35,07
Ófingrað	45,19	Ófingrað	32,67	Ófingrað	46,54	Ófingrað	40,39



Mynd 15. Sýnir tegund brota sem er vísað er til í brotniðurstöðum á límrésfjöllum.



Mynd 16. Brotpressa fyrir límtrésgjalir. Verið að brjóta asparfjöl.



Mynd 17. Límtrésfjöl úr ösp sem búið er að brjóta.

Framleiðslan á límtrjánnum var unnin þann 13.06.2019. Stærðin á bitunum er 90X180X3600 mm og voru framleiddir þrjú bitar úr hverri viðartegund ásamt þremur úr rauðgreni frá Svíþjóð, alls 12 bitar.



Mynd 18. Verið að hefja fjalir og límbera.



Mynd 19. Þrír bitar á leið í límpressu.



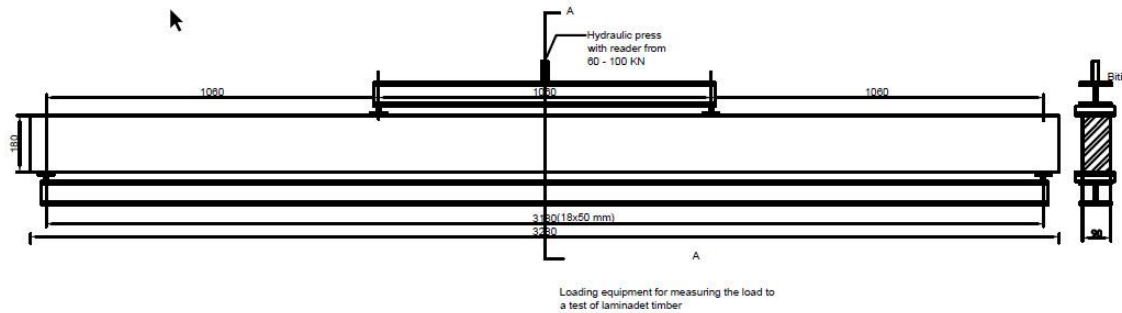
Mynd 20. Verið að koma bitum fyrir í límressu.



Mynd 21. Starfsmenn LímtréVírnes sem unnu við líminguna á bitunum.

Límtrésbitar brotnir hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Límtrésbitar voru brotnir hjá Nýsköpunarmiðstöð dagana 20. og 21. ágúst 2019. Jón Sigurjónsson verkfræðingur stjrnaði brotrannsókninni með aðstoð frá starfsmönnum NMÍ, þeim Kristmanni Magnússyni og Einari Erni Hjartarsyni. Einnig voru til aðstoðar Eiríkur Þorsteinsson verkefnisstjóri verkefnisins og Hlynur Gauti Sigurðsson framkvæmdastjóri skógareigenda, en hann sá um að mynda brotin.



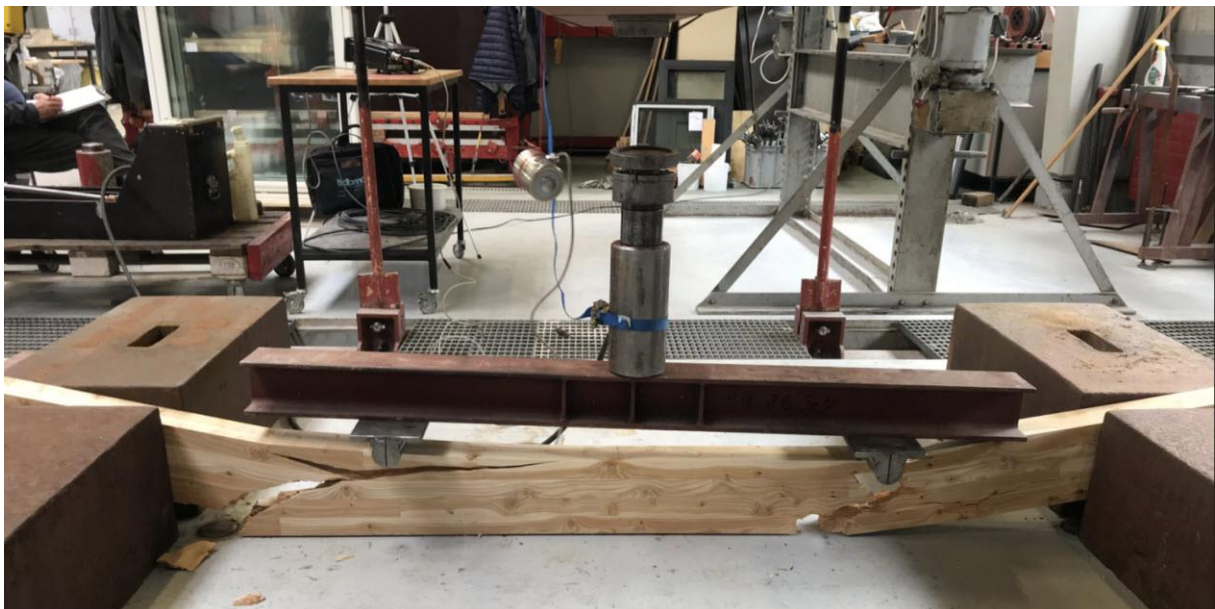
Mynd 22. Uppstilling í brotpressu.



Mynd 23. Jón Sigurjónsson að skýra út brotprófið fyrir áhugasömum áhorfendum.



Mynd 24. Jón Sigurjónsson við brotpressuna og Kristmann Magnússon starfsmaður NMÍ.



Mynd nr. 26. Límtrésbiti úr lerki brotinn.

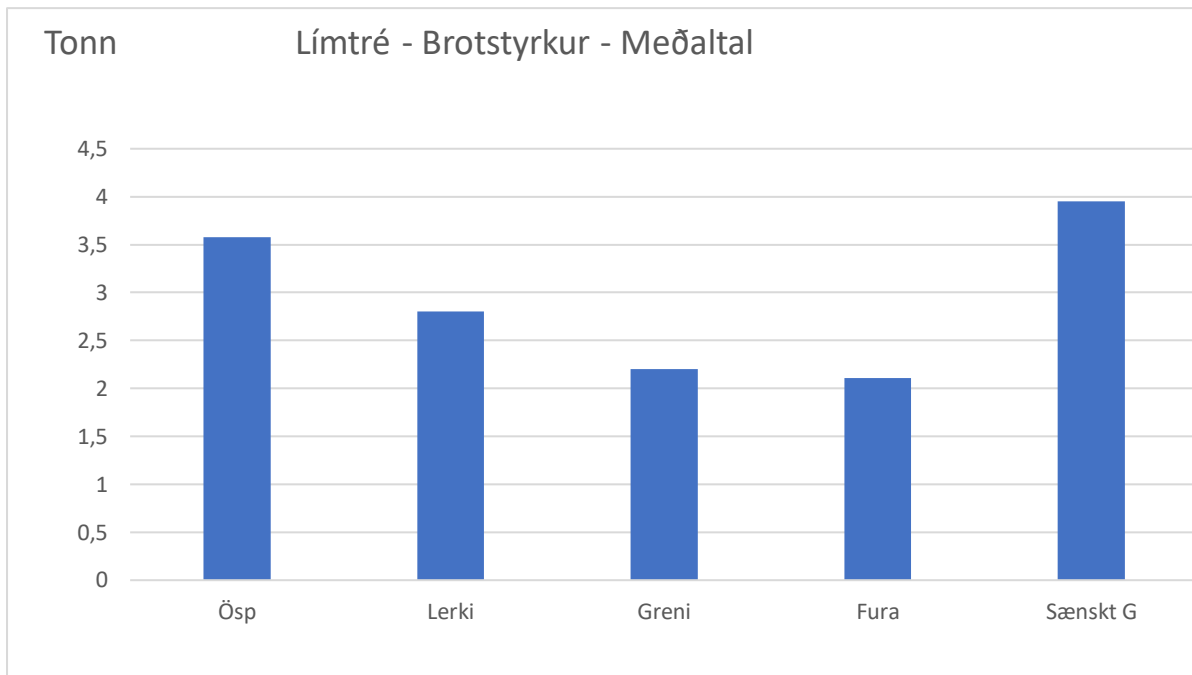


Mynd 25. Eiríkur Þorsteinsson verkefnisstjóri skoðar brot á asparlímtrésbita.



Mynd nr. 27. Brotnir límtrésbitarnir.

Mynd 28. Meðaltalsbrotstyrkur á límtrésbitunum.





Nýsköpunarmiðstöð
Íslands

Prófun límtrésbita

Að ósk Eiríks Þorsteinssonar verkefnisstjóra verkefnisins, Gæðafjalir, framkvæmdi Jón Sigurjónsson, verkfræðingur, ásamt tveimur öðrum verkfræðingum álagsprófanir á 15 límtrésbitum úr íslensku timbri (furu, greni, lerki og ösp) og sænsku rauðgreni. Íslenska timbrið í límtrésbitana var fengið úr Þjórsárdalsskógi og var aldur trjáanna um 30 ár. Þrjú sýnishorn voru til prófunar af hverri trjátegund.

Sænska rauðgrenið sem notað var í límtrésbitana voru framleiddir úr T22 sem sem er sambærilegt við LT30, en ísl. timbrið var flokkað LT20 munur á fjaðurstuðuli er 2.000 MPa, í stað þess að nota T15 sem er sambærilegt við LT20.

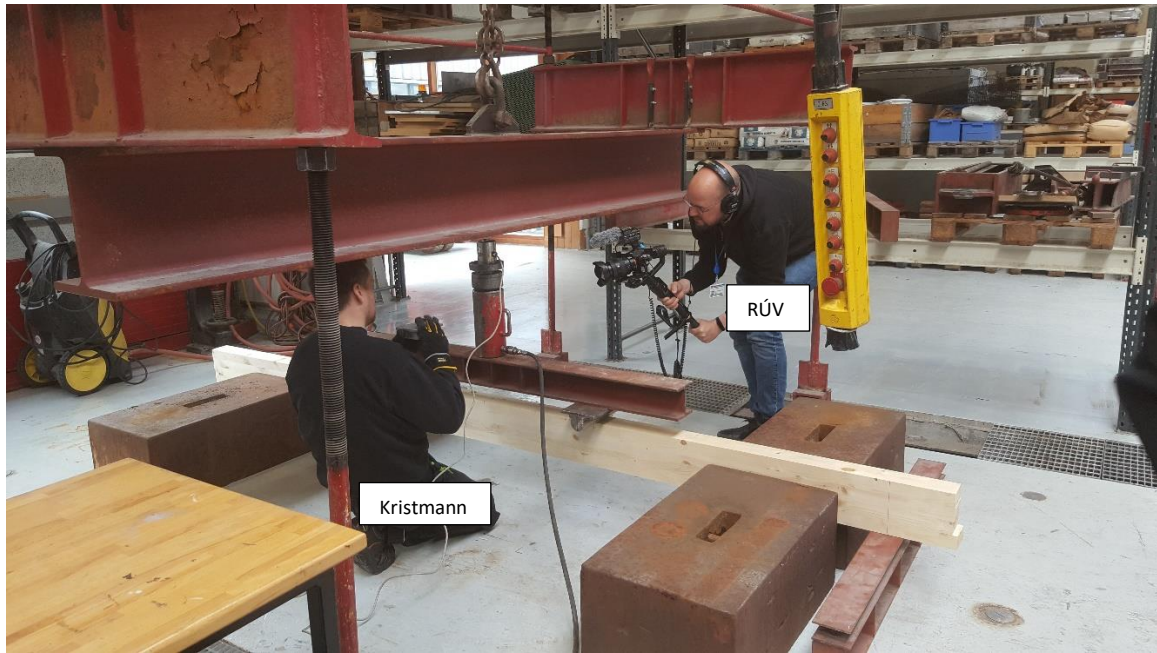
Brotþolsmælingarnar voru gerðar 20. og 21. ágúst á Rannsóknarstofu byggingariðnaðarins hjá Nýsköpunarmiðstöð Íslands að Árleyni 2, Keldnaholti í Reykjavík. Auk undirritaðs tóku Kristmann Magnússon verkfræðingur og Ingvar Gylfason verkfræðingur þátt í mælingunum og fjöldi aðstandenda verkefnisins og tveir starfsmenn þáttarins Landans hjá ríkissjónvarpinu fylgdust með mælingunum í upphafi. Eiríkur Þorsteinsson og Hlynur Gauti Sigurðsson fylgdust með báða dagana sem prófanir fóru fram. Hlynur Gauti tók mikið af myndum á meðan á mælingum stóð og skrásetti þannig það sem fram fór óvenju nákvæmlega. Auk þessara styrkmælinga voru tekin sýnishorn úr límtrésbitunum til ákvörðunar á rúmþyngd og rakainnihaldi.

Ath: Áður en þessar mælingar voru gerðar höfðu fjalar ("lamellur") bæði ófingraðar og fingraðar, sem íslensku viðargerðirnar voru gerðar úr, verið brotnar í júní áður en límtrésgerðin fór fram. Niðurstöður þeirra mælinga má sjá í fylgiskjali 2.

Uppsetning prófunar og framkvæmd

Prófunin var framkvæmd þannig að einfalt studdir bitarnir voru lastaðir til brots með vökvatjakki með tveimur punktálögum í þriðjungspunktum bitans. Skráður var kraftur hvers álagsþreps (með Bofors álagssellu) og niðurbeygja á miðjum bitanum mæld. Sjá mynd 1. Lokakraftur við brot skráður og myndir teknar af brotmynstri auk sýnatöku fyrir rúmþyngdar- og rakainnihaldsákvæðana.

Brotmynstrin voru öll stökk togbrot (brot sem verða án mikils aðdraganda og aukinnar svignunar) í neðri brún bitans nema eitt.



Mynd 29. Uppsetning prófunarbúnaðar.

Límtrésbitarnir voru allir af sömu stærð (90x180x3600 mm) og allir gerðir úr fjórum fjöllum (“lamellum”) sem voru 45 mm þykkar.

Lengd milli uppistaðna var 3240 mm og fjarlægð milli álagspunkta í þriðjungspunktum var því 1080 mm. Álagsþrep fyrsta furubitans, sem mældur var, voru 250 kg en álagsþrep annarra bita voru minnkuð í 200 kg.



Mynd 30. Hluti límtrésbitanna sem bíða prófunar.



Mynd 31. Límtrésbiti eftir prófun (óvenju þverbrotinn).

Niðurstöður mælinga

Helstu niðurstöður eru dregnar saman í töflu 1.

Dæmi um myndir af brotnum bitum



Mynd 32. Fura 1 þverbrotnar.



Mynd 33. Brotmyndir grenis og aspar.



Mynd 34. Lerki 1 dæmigert togbrot.



Mynd 35. Ösp 2 dæmigert togbrot einnig.



Mynd 36. Sænskt rauðgreni.



Mynd 37. Brotið fylgir viðartrefjastefnu.



Mynd 38. Yfirlitsmynd af bitunum eftir brot. Allt hrein togbrot og hvergi vottar fyrir þrýstingsbroti í efri hluta bitana við skoðun (þar sem þrýstispenna er við prófunina).



Mynd 39. Yfirlitsmynd af sýnishornum til rúmpýngdarmælinga.

Útreikningar

Útreikningur á beygjutogþoli er gerður til að fá skýran samanburð milli límtrésbitanna og vísbendingu um styrk eftir efnistegundum.

Sýnin eru þó of fá til að draga megi ábyrgar ályktanir af þessum fáu prófunum.

Helstu reikniformúlur sem notaðar eru:

$$\text{Vægi (móment): } M = Px \frac{L}{3};$$

$$\text{Tregðuvægi; } I = \frac{1}{12} bh^3 ;$$

$$\text{Beygjutogþol; } \sigma_b = \frac{M}{I} x \frac{h}{2}$$

$$\text{Rúmþyngd; } \rho_u = \frac{\text{þurrþyngd}}{\text{rúmmál við } u\% \text{ raka}}$$

$$\text{Rakainnihald; } u = \frac{\text{rakt efni} - \text{þurrt efni}}{\text{þurrt efni}} \times 100$$

Tafla 1 Dregur saman helstu niðurstöður útreikninga á beygjutogþoli, rakainnihaldi og rúmþyngd límtrésbitanna.

Tafla 1 Niðurstöður, rúmþyngdar-, raka- og beygjutogþolsmælinga límtrésbita (90x180x3600 mm) úr íslenskri furu, greni, lerki og ösp auk sænsks rauðgrenis.

Efni	Rúmþyngd, kg/m ³	Raki, % af þurrþyngd	Beygjutogþol, σ_b , MPa	Athugasemdir
Íslensk fura	438,9	10,4	26,7	
			27,3	
			<u>18,6</u>	
			<u>24,2</u>	
Íslenskt greni	407,0	10,6	29,1	
			31,0	
			<u>25,1</u>	
			<u>28,4</u>	
Íslenskt lerki	451,0	10,8	24,5	
			35,8	
			<u>31,7</u>	
			<u>30,7</u>	
Íslensk ösp	392,1	11,7	46,0	
			36,0	
			<u>39,1</u>	Efsta "lamella" greni
			<u>40,4</u>	
Sænsk rauðgreni	451,6	10,3	39,1	
			40,4	

			<u>53,3</u>	
			<u>44,3</u>	

Um val á styrkflokkum fyrir límtrésfjalir

Til að fá raunhæfastan samanburð á milli bita úr hefðbundinni límtrésframleiðslu og bita sem framleiddir eru úr íslenskum viði, voru límtrésbitarnir sem límdir voru úr hefðbundnu efni þ.e.a.s. rauðgreni frá Svíþjóð. Notaðar voru límtrésfjalir sem flokkaðar voru í T22, þar með urðu til bitar eins og starfsmenn Límtrés eru vanir að framleiða miðað við stærðina 90x180x3600mm, sem var framleiðslustærðin sem valin var fyrir þessa rannsókn. Þar sem við erum ekki með styrkflokkunarvél hér á landi voru límtrésfjalirnar úr íslenska efninu sjónflokkaðar samkvæmt ÍST INSTA 142-2009. Magnið af íslenska efninu og gæði þess leyfði ekki að við flokkuðum hærra en í LT20, (efsti flokkur samkvæmt ÍST INSTA 142-2009 er LT30) enda var talið rétt að nota flokk sem við værum öruggir með miðað við það efni sem kom úr skóginum í þessari umferð og að þetta væri samanburðarrannsókn á fjórum mismunandi viðartegundum frá einu ákveðnu svæði. Ljóst er að rannsóknarteymið var að vinna í ákveðinni blindni í þessari rannsókn, enda í fyrsta sinn sem þetta er gert og starfsmenn Límtrés voru einnig óvanir að vinna úr svona efni. Þegar togstyrkur og fjaðurstuðull er skoðaður annarsvegar fyrir T22 og hinsvegar LT20 þá er togstyrkur T22 6,5 MPa hærri en hjá LT20 og fjaðurstuðulinn hjá T22 er 2.000 MPa hærri en hjá LT20. Niðurstöður útreikninga tekur tillit til þess í samanburðinum. (Sjá umfjöllun um niðurstöður útreikninga í lokaorðum frá JS)

Niðurstöður

Niðurstöður útreikninga koma fram í töflu 1 og bera með sér að beygjutogþol límtésbitanna vex eftir timburgerð frá furu til grenis, lerkis og aspar en er mest hjá sænska rauðgreninu. Samræmi er nokkuð gott við mælingar á fingruðum fjöllum (“lamellum”) með því fráviki milli grenis og lerkis þannig að lerki er sterkara í límtésbitunum en grenið í mælingum á fjöllum.

Við prófunina var raki sýnanna 10–12 % eins og fram kemur í töflu 1, en sýnin voru tekin þremur dögum eftir brotþolsmælingarnar og sýna því lítið eitt of lágar niðurstöður. Þurr rúmþyngd kemur einnig fram í töflunni.

Athygli vekur hvað íslenska öspin kemur vel út úr þessum samanburðarmælingum límtésbitanna á beygjutogþoli **40,4 MPa** en sænska rauðgrenið til samanburðar reyndist vera **44,3 MPa**, en var eins og fram kemur í kafla 6 flokkað í T22 í stað LT20 sem hefði verið sambærilegt við flokkun íslenska tímursins. Auk þess sem samanburður styrks milli allra íslensku viðartegundanna og sænska rauðgrenisins verður hagstæðari ef tekið er tillit til þessarar mismunandi flokkunar fjalanna sem límtrésbitarnir voru gerðir úr.