

“Gotländsk fura” – Karakterisering: en del av Projekt Almi Expand, delaktivitet Gotländsk Kärnvirke

(2 bilagor)

Beteckning: 7P08369



“Gotländsk fura” – Karakterisering: en del av Projekt Almi Expand, delaktivitet Gotländsk Kärnvirke

(2 bilagor)

Beteckning: 7P08369

Beställare

Ingalill Bengtsson
Almi Företagspartner Gotland AB
Donnersplats 1
62157 Visby

Kontaktperson RISE

Stig Bardage
RISE Träbaserade Produkter och Materialdesign
010-516 62 06
stig.bardage@ri.se

Omslagsbild: Gotländska furustockar fotade av Stig Bardage vid besök till Gotland 2018-06-27.

RISE Research Institutes of Sweden AB

Postadress
Box 5609
114 86
STOCKHOLM

Besöksadress
Drottning Kristinas
väg 61
114 86
STOCKHOLM

Tfn / Fax / E-post
010-516 50 00
08-10 80 81
info@ri.se

Detta dokument får endast återges i sin helhet, om inte RISE i förväg skriftligen godkänt annat.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Uppdrag	5
Bakgrund	5
Material och metoder	6
Trämateriäl från Gotland	6
Anatomisk karakterisering med SilviScan™	8
- Provberedning och upplägg	9
- Mätning med SilviScan™	10
- Referensdata för jämförelse	11
Karakterisering av kemiskt innehåll	12
- Provberedning	12
- Extraktion enligt standarden SCAN-CM 49	13
- Identifiering och kvantifiering av extraherade komponenter	13
- Referensdata för jämförelse	13
Resultat och diskussion	16
Anatomisk karakterisering med SilviScan™	16
Karakterisering av kemiskt innehåll	19
Avslutande kommentarer	22
Referenser	23
Bilagor	23
1. Utseende av trämaterialiet efter sågningen av trissor	23
2. SIMCA 14 Multivariatanalys	23
- Generella slutsatser	

Sammanfattning

RISE Research Institutes of Sweden AB (RISE AB) fick i uppdrag av Almi Företagspartner Gotland AB att utföra en kostnadseffektiv stickprovsningskaraktisering av Gotländskt furuvirke genom tillämpning av avancerade metodologier, för att på så sätt ta fram strukturella och kemiska profiler från ett begränsat provuttag av Gotländskt furuvirke och jämföra dessa med referensvärden från furuvirke från övriga delar av Sverige.

Syftet var att undersöka om Gotländskt furukärnvirke innehåller särskilda och fördelaktiga egenskaper gentemot övrigt svenskt furukärnvirke från andra delar av Sverige och ge fog till de många antaganden som har använts för att beskriva det Gotländska furuvirket genom åren.

Denna mycket begränsade undersökningen har baserats på trissor tagna vid tre höjder på totalt 12 träd med olika provenienser som valdes ut på basis av bonitet. Strukturella profiler på provernas vedanatomi åstadkoms med hjälp av SilviScan™, ett effektivt automatiserat mätsystem byggt för detaljerad karakterisering av många trä- och fiber-egenskaper från samma träprov. Det finns i dag bara tre SilviScan-mätsystem i bruk i världen varav ett finns på RISE Bioekonomi i Stockholm, ett i Australien och ett i Canada. Referensdata för jämförelse hämtades från SilviScan-databas på RISE som innehåller mängder av mätningar utförda under årens lopp på trämaterial från olika delar av Sverige. Den kemiska karakteriseringen begränsades enbart till analysen av acetoneextraherade extraktivämen. Bland dessa hittas pinosylvin, pinosylvin-monometyleter och hartssyror som tros ha stor inverkan på trädets och virkets beständighet mot biologisk nedbrytning. Analyser gjordes på kärnvedsprover från alla trissor från Gotland och på splintvedsprover från samma material. Referensdata för jämförelse hämtades från litteraturen. Referensvärden för pinosylvin, pinosylvinmonometyleter och hartssyror samlades in. Som ett resultat av den kemiska analysen har även innehållet av olika typer av hartssyror undersökts.

Resultatet från SilviScan-mätningarna indikerar att det gotländska furuvirket utmärker sig som ett virke med högre densitet jämfört med furuvirke från andra delar av Sverige, samt att den uppenbarliga tillgången på träd med stor diameter och gamla träd med hög kärnvedandel erbjuder bra möjligheter för utvinning av virke med hög andel kärnved eller virke bestående av 100 % kärnved.

Den kemiska analysen i helhet indikerar att det finns träd med höga extraktivämeninnehåll på Gotland och att det inte går att korrelera förekomsten av extraktivämen med bonitet. Dock har tre provenienser utmärkt sig i denna mycket begränsade undersökning, Lokrume vars träd hade de hösta uppmätta extraktivämeninnehåll, Kräklingbo och Mästerby. Detta tyder på att enskilda områden på Gotland eventuellt kan främja uppkomsten av höga halter extraktivämen i veden, dock måste mer omfattande undersökningar genomföras för att kunna fastställa detta. Några träd har dessutom högt innehåll av extraktivämen i kärnveden närmast roten/stubben och särskild höga halter av andelen bestående av pinosylviner och hartssyror, vilket tillför positiva egenskaper åt virket.

Ett studiebesök till några av de områdena på Gotland där träden till denna undersökningen avverkades från genomfördes 2018-06-27. Stig Bardage och Gerhard Scheepers från RISE kördes runt till de olika platserna av Lars Olsson och Jan Ekdahl, styrgruppsmedlemmar och som deltagit aktivt i urvalet av träd och i avverkningen. I många fall hittades stubbarna efter de avhuggna träden. Avverkningsplatsen vid Lokrume visade sig vara en skogsyta som var omringad av åkermark som är i bruk, vilket kan ha haft inverkan på trädernas tillväxt. En annan aspekt är faktumet att enligt information från markägaren via telefonsamtal med Lars Olsson var träden i den avverkade skogen genetiskt ursprunglig från Gotland. Dessvärre har nuvarande

undersökning ingen som helst analys gällande inverkan genetisk sammansättning eller plantors ursprung i vedegenskaperna hos tall som växer på olika platser på Gotland.

Denna mycket begränsade stickprovsundersökning har lyckats att mäta vedegenskaper hos ett mycket begränsad antal särskild utvalda furuträd från 5 olika provenienser på Gotland som kunde jämföras med referensdata från furuträd från olika delar av den svenska fastlandet. Trots stor variation i virkesegenskaper mellan träden, vilket var förväntat, indikerar resultatet att gotländsk furuvirke har generellt högre densitet jämfört med furuvirke från fastlandet samt att det kan finnas många träd på ön med höga halter extraktivämne (hartssyror och pinosylviner). Resultatet visar också att förekomsten av höga halter extraktivämnerna inte kan korreleras till bonitet med att det kan finnas områden där sådana träd kan hittas på. Mer omfattande undersökningar krävs dock för att fastställa om det finns områden som gynnar produktionen av extraktivämnerna i träden och i så fall var dessa kan finnas. På samma sätt bör betydelsen av extraktivämneshållet som hittades i den undersökta furukärnveden utredas med hänsyn till skydd mot röta och jämföras med furukärnved från andra delar av Sverige för att konstatera om Gotländsk furukärna har högre beständighet.

En högre veddensitet är i sig en parameter som redan kan innebära ett starkare virke av högre kvalitet än samma typ a virke med lägre densitet. Detta tillsammans med högre extraktivämneshåll kan också komma att innebära ytterligare ”högre kvalitet”.

Under uppdragets gång har Almis projektgrupp bestående av 30-tal personer varit på besök på RISE 2018-04-17 för att ta del av mer information om det pågående arbetet samt besöka laboratorier och installationer vilka en del användes för att genomföra detta uppdrag.

För att möjliggöra genomförande av detta uppdrag har olika personer och kompetenser engagerats.

Följande personer från RISE medverkade i uppdraget:

Stig Bardage	Projektledare
Kristoffer Segerholm	Sektionschef för RISE Träbaserade Produkter och Materialdesign
Anders Bystedt	Sektionschef för RISE Produktion och Processer
Gerhard Scheepers	SilviScan, multivariatanalys
Thomas Grahn	SilviScan, databashantering
Fredrik Adås	SilviScan, databashantering
Zakiya Yassin	SilviScan: provberedning och mätningar
Mikael Ahlroth	sågning av trissor samt hantering av prover
Thomas Gidlund	sågning av trissor
Anna Jacobs	Sektionschef för RISE Kemisk analys
Per Törngren	Kemisk analys, GC/FID och GC/MS

Följande personer från Gotland medverkade i uppdraget:

Ingalill Bengtsson	Almi Företagspartner Gotland AB
Thomas Isaksson	Almi Företagspartner Gotland AB

Särskild tack till Lars Olssons, Jan Ekdahls (Mellanskog) och Thomas Norbys engagemang och arbetsinsatser samt tack till övriga deltagare och ledningsgruppsmedlemmar i projektet Almi Expand, delaktivitet Gotländsk Kärnvirke.

Stig Bardage, Projektledare

Uppdrag

Almi Företagspartner Gotland AB gav RISE i uppdrag att utföra en kostnadseffektiv stickprovsningskaraktärisering av Gotländsk furuvirke genom tillämpning av avancerade metodologier, för att på så sätt ta fram strukturella och kemiska profiler från en begränsad provtagning av Gotländskt furuvirke och jämföra med referensvärden från furuvirke från olika delar av Sverige.

Bakgrund

Virkesmarknaden i Sverige är i ständig förändring på grund av nya bestämmelser och lagstiftning. Virke från mindre beständiga träslag som gran och furu bör vanligtvis skyddas vid utomhusbruk för att undvika förekomsten av röta. Tryckimpregnering med träskyddsmedel innehållande biocider har länge varit ett bra och billigt sätt att skydda virke. Dessvärre har många av de aktiva substanser som ingår i kommersiella träskyddsprodukter förbjudits successivt eller kommer att förbjudas enligt den europeiska *Biocidal Products Regulation* (BPR, *Regulation* (EU) 528/2012). Högre miljömedvetenhet tillsammans med samhällstrender mot ökad användning av trä har gynnat andra marknadssegment.

Ett trämaterial med goda egenskaper och beständighet för utomhusbruk är kärnvirke av furu. Marknadsföring och kommersialiseringen av furukärnvirke har tagit ny fart. Flera marknadsaktörer erbjuder idag olika produkter av furukärnvirke. Norrländsk kärnfura såsom Gotländsk kärnvirke är begrepp länkade till proveniens som ofta nämns som kvalitetsstämpel och används i marknadsföringssyfte. Furu, eller tall (*Pinus sylvestris*) växer i princip över hela Sverige. Träd av samma art utvecklas olika beroende på de lokala betingelserna i de miljöer dessa befinner sig i. Detta kan leda till variationer i virkesegenskaper som kan vara av mer eller mindre betydelse för olika applikationer. Frågan är om furukärnvirke från Gotland skiljer sig avsevärt i någon avseende från furukärnvirke från andra delar av det svenska fastlandet. På grund av den tidiga virkesexploateringen på Gotland föddes också uppfattningar om dess furuvirkes överlägsna kvalitet med ursprung i påståenden, som ibland kan låta lite svårbegripliga, att Gotlands kalkrika jord ”medförde en mycket snabbt årsringsutveckling hos tall, vilket gjorde att denne på mognade tidigare på Gotland än rikets övriga provinser” (Kardell, 1992).

I litteraturen finns det få arbeten om svensk furukärna samt skillnaderna mellan olika svensk furukärna dessutom saknas det ofta tydliga referenser. Gotländskt furu förekommer i några få stora statistiska studier (SLUs Skogsdata; Gjerdrum, 2003) och i andra sammanhang som publikationer om ekologi, geologi, historia, sociologi och skogsskötsel. Enskilda data kan möjligtvis finnas inbäddade i mer omfattande studier men dock inga direkta vetenskapliga jämförelser av trästrukturen inom arten av Svenskt *Pinus sylvestris*. Då egenskapsvariationen mellan träd och inom samma träd är känd för att vara stor är det inte att rekommendera att plocka ut enskilda data från ett träd för att dra allmänna slutsatser. Stickprovningar kan och andra sidan visa på trender.

En viktig egenskap hos furu kärnvirke är dess beständighet mot röta. Med hänvisning till gammalt kunskap har det genom åren återuppsatt att furukärnved från den ena eller den andra regionen är mer beständigt än övrig furukärnved. Enbart en publikation hittades där det förekommer en jämförelse mellan Sibirisk lärk (som anses ha högre beständighet), Svensk lärk och Gotländsk furukärna (Jebrane *et al*, 2014) som eventuellt kan tillstyrka furukärnvedens goda beständighet baserad på material från tre träd per trädtyp. Genom kemisk analys och olika röttningsförsök har det konstaterats att Sibirisk lärk var det mest beständiga träslaget följt av

Gotländsk furukärna, och att Svensk lärk var den minst beständiga träslaget i studien. Trots många kemiska analyser kunde de inte fastställa vad som bidrar till den ökade naturliga beständigheten.

Enligt officiella siffror är 131 000 hektar, det vill säga runt 42 %, av Gotlands 307 000 hektar stora landyta täckt av produktiv skogsmark med tämligen låg medelbonitet, väsentlig lägre än övriga Götaland, och som kan jämföras med boniteter i de norrländska regionerna (Skogsdata 2017: Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen). Den gotländska skogen ägs i mycket stor utsträckning (86 % av arealen) av privatpersoner som ibland brukar sin skog på traditionellt vis, ibland inte alls och ibland genom modernare metoder så som trakthyggesbruk.

Gotland skiljer sig från övriga Sverige i många avseenden (Lindroos, 2001). Det extremt maritima klimatet, den kalkrika berggrunden, det tunna jordtäcket och den låga mängden nederbörd under vegetationsperioden har stor inverkan på skogens tillväxt. Enligt data från SMHI brukar Gotland vinna solligan bland Sveriges landsdelar med strax över 2.000 soltimmar varje år. Detta gör förutsättningarna för skogsbruket annorlunda på Gotland jämfört med fastlandsförhållandena.

I äldre tider var skogsbruket en viktig inkomstkälla för Gotland. Under 1800-talet förekom emellertid en överavverkning av skogen och export av fyrkantshugget virke, vilket jämfört med övriga Sverige skedde tidigt (Thafvelin, 1997). Med detta kom också uppfattningar om egenskaper hos det gotländska virket som att vara av högre kvalitet och mer beständigt. Under 1900-talet har dock skogstillståndet förbättrats och i framtiden finns potential för intensivare skogsbruk. Skogarnas sammansättning skiljer sig väsentligt från de södra delarna av fastlandet. De vanligt förekommande lövträdsarter i södra Sverige återfinns endast sparsamt på Gotland, där tallen (*Pinus sylvestris*) dominerar men är en art som är känslig för sommartorka (Weber et al. 2007). Enligt en undersökning publicerad 2014 hade 20,3 % av barrskogen på Gotland en beståndsmedelålder på över 120 år, vilket får anses vara en hög andel (Johansson, 2014). Enligt det senaste statistik är siffran 23,6 %, vilket är en hög andel jämfört med övriga delar av Götaland och i paritet med delar av Södra och Norra Norrland (Skogsdata 2017: Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen). Förekomst av gammal skog på Gotland öppnar möjlighet till utvinning av furuvirke med hög andel kärnved eller av 100 % Kärnved.

Almi Gotlands projekt har som mål att ta vara på hållbarhetstrenden och därigenom försöka höja tillväxten i den gotländska träbranschen. En viktig del av projektet handlar om att slå fast det gotländska virkets kvalitet och försöka verifiera om det är bara ett gammalt rykte att det gotländska kärnvirket är bättre, mer rötbeständigt och har högre densitet. Därmed tillkom det aktuella uppdraget till RISE.

Material och metoder

Trämateriäl från Gotland

Ett begränsade antal representativa ca 100 år gamla träd avverkades och sågades upp i trissor. Trämaterialet för det aktuella uppdraget kom att bestå av furutrissor tagna på tre olika höjder från totalt 12 träd med olika provenienser. I överenskommelse med projektgruppen på Gotland bestämdes det att provuttaget skulle baseras på tre bonitetsnivåer:

- Låg, 14-16 (L)
- Medel, 18-20 (M)
- Hög 20-22 (H)

Provuttaget i form av trätrissor gjordes enligt överenskommelse av deltagare i Almi Gotlands projekt under januari-februari 2018 och levererades frusna till RISE i Stockholm 2018-02-20.

Tre stycken 15 cm tjocka trissor sågades ut från varje träd vid tre olika höjder på de avverkade stockarna: 0 = vid rotändan, 1 = vid 1,3 m från rotändan eller brösthöjd, och 4 = vid fyra meters höjd. Trissor markerades med väderstreckmarkering för norr, riktning botten-topp samt med koden i Tabell 1.

Tabell 1: Uttagsmatris med information (proveniensen, bonitet, trädnummer) om de trissor som ingick i detta uppdrag.

PLATS	Kräklingbo	Kräklingbo	Mästerby	Mästerby	Lokrume	Lokrume	Etelhem	Etelhem	Etelhem	Etelhem	Gothem	Gothem
Träd nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Låg bonitet							LT70	LT80			LT110	LT120
							LT71	LT81			LT111	LT121
							LT74	LT84			LT114	LT124
Medel bonitet	MT10	MT20								MT100		
	MT11	MT21								MT101		
	MT14	MT24								MT104		
Hög bonitet			HT30	HT40	HT50	HT60			HT90			
			HT31	HT41	HT51	HT61			HT91			
			HT34	HT44	HT54	HT64			HT94			

Kodnyckel: Position Bonitet Låg 14-16 = L, Medel 18-20 = M eller Hög 22-24 = H
 T= Tall
 1= Träd nr
 0= Var på trädet trissan är tagen. 0=roten, 1=1,3 m och 4=4 m

Den geografiska placeringen av de fem proveniensplatserna för de tolv träden presenteras i Figur 1: Lokrume och Gothem i norra delen av Gotland, som är känd för att vara kalkrik täckt av ett tunt lager jord, och de andra tre platserna (Kräklingbo, Mästerby och Ethelhem) ungefär i mitten av ön.



Figur 1: Karta över gotländska socknar. Träden som avverkades för den aktuella uppdraget kommer från områdena markerad med gul prick.

Trissorna sågades ytterligare med en bandsåg på RISE till mindre delar (Figur 2). Ett tvärsnitt gjordes i öst-väst riktning som delade trissorna i en norr-halva och en syd-halva. Snittet gjordes på så sätt att mörgen återfanns i den norra halvan. En 1,5 cm tjock skiva sågades sedan ut från den halvan innehållande mörgen (Figur 3) och användes för vidare provtagning medan den södra halvan förvarades med övrigt kvarvarande material i ett frysrum.



Figur 2: Exempel på grovsågningen av trissor på RISE. Den blåa pilen på bilden till vänster markerar var norr var när träden stod. Beteckningen HT60 betyder Hög bonitet, Tall, träd nr 6, trissa 0 (rotändan).



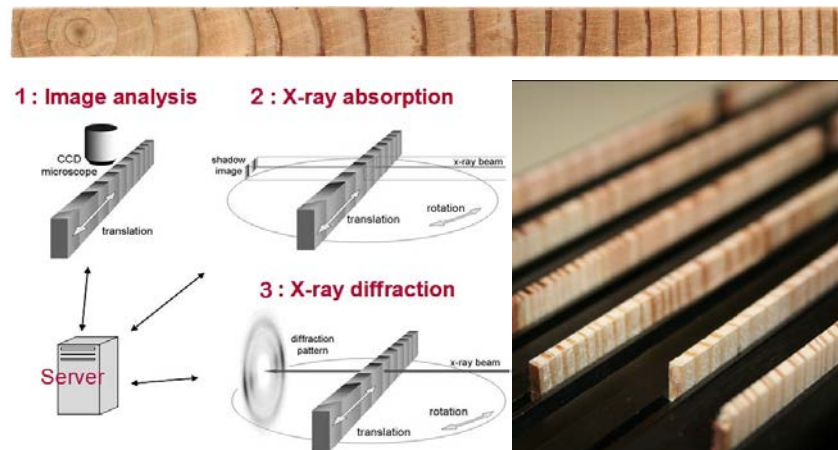
Figur 3: Exempel på ytterligare sågning av trissorna. Bilden till vänster visar en 1,5 cm tjock trissa innehållande mörgen från den norra halvan av trissa HT50.

Av särskild intresse för det aktuella uppdraget var undersökningen av träegenskaperna i kärnveden.

Anatomisk karakterisering med SilviScan™

SilviScan är ett effektivt mätsystem byggt för detaljerad karakterisering av många trä- och fiber-egenskaper från samma träprov. Mätningarna utförs på provremсор av trä (Figur 4), från mörge till bark eller delar av intresse, framställda från träskivor. Provremсорna monteras på datorstyrda motoriserade hållare och genomsöks automatiskt efter information om egenskapsvariationer längs hela deras längd. Karakterisering utförs på 1 till 3 separata enheter (Figur 4) som representerar olika mätmetoder, beroende på vilka egenskaper som är av intresse:

- Cellskanner med ett videomikroskop för information om antal och storlek på fibrer, samt årsringsorientering.
- Röntgenbaserad densitetskanner för information om variationer i träs densitet.
- Röntgenbaserad diffraktionsskanner för information om mikrofibrillriktningar i trämatrisen.

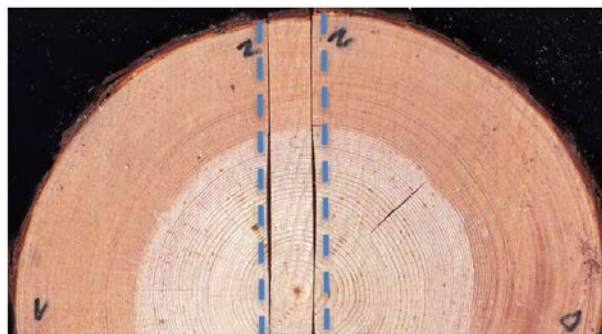


Figur 4: Träremsornas utseende samt mätsystemets konfigurering med tre separata enheter som representerar olika mätmetoder.

- Provbredning och upplägg

För detta uppdraget har träremsor sågats ut från trissor 1 och 4 tagna från respektive brösthöjd och 4 m höjd. Trämaterialet från trissor vid rotändan (trissor 0) är inte lämplig för analys med SilviScan p.g.a. att dess inre anatomi är påverkad av närvaron av anatomiska strukturer som har sitt ursprung i trädets rotsystem. SilviScan-mätsystemet kräver prover med normalordnad stamanatomi för lyckad analys.

En 1 cm bred träremsa innehållande mägeren sågades ut radiellt (nord-syd riktning) från alla trissor 1 och 4 för vidare tillverkning av prover för mätning med SilviScan (Figur 5). Bilder på alla trissor som ingick i denna undersökning återges i Bilaga 1. De återstående trissbitarna, en ”nordväst” och en ”nordost”, förvarades åter i frysrum.



Figur 5: Exempel på grovämne från trissa HT14 i form av en ca 1 cm bred träremsa innehållande mägeren för tillverkning av prover för mätning med SilviScan (innanför de streckade blålinjerna). N står för Norr, V står för Väst och O för Ost.

Provremsor (2 mm tjocka och 7 mm höga) som täcker veden från mägeren till barken har tagits fram enligt beprövad metodik. Hartserna har avlägsnats med aceton, för att undvika slumpmässiga störningar vid mätning av fiberns väggtjocklek. Den övre ytan av provremsorna har polerats för att möjliggöra mätning av tvärsnittsfiberdimensionerna. Totalt tillverkades 24 provremsor för mätning med SilviScan.

- Mätning med SilviScan™

Mätningen med SilviScan skedde med automatik efter monteringen av provresor i de olika mätenheterna. En förteckning av egenskaper som mätes i alla prover från Gotland återges i Tabell 2.

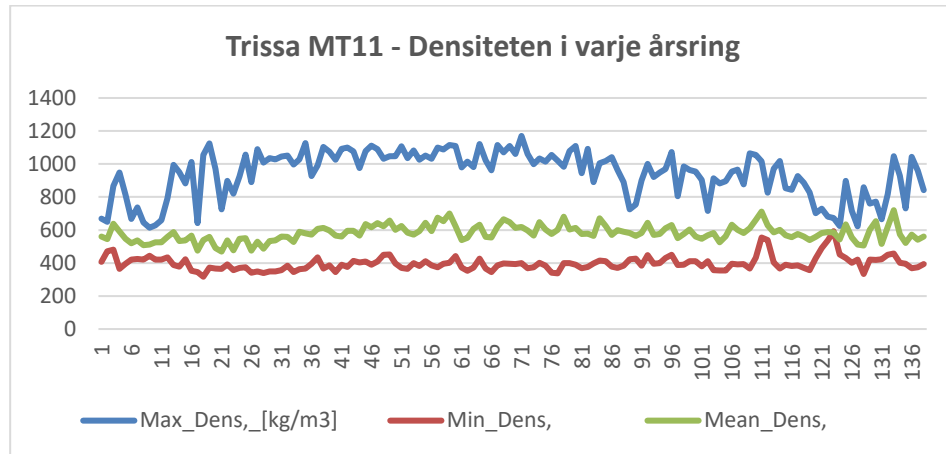
Tabell 2: Vedegenskaper som mätes med hjälp av SilviScan på provresor från trämaterialen från Gotland.

Definitioner och enheter

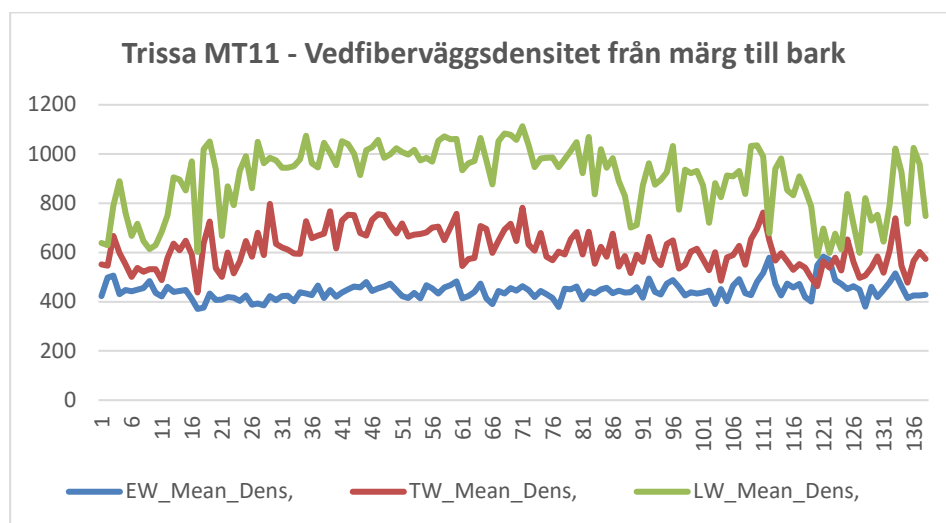
Databas för mätningar med en radiell upplösning på 25 µm

Position	mm	
Pos		Avstånd från inre delen av provet (märgen)
Trä densitet	kg/m ³	Mätt på konditionerade prover
Density		Medelvärde för radiella intervaller av 25 µm
Max_Dens._[kg/m ³]		Maximum i årsring
Min_Dens.		Minimum i årsring
Mean_Dens.		Medelvärde för årsring
EW_Mean_Dens.		Medelvärde för vårved
TW_Mean_Dens.		Medelvärde för transitionsved
LW_Mean_Dens.		Medelvärde för sommarved
Fiber brädd, radiell	µm	Fiber brädd i radiell riktning i stammen
RadDiam		Medelvärde för radiella intervaller av 25 µm
Max_Diam._(rad)[µm]		Maximum i årsring
Min_Diam._(rad)		Minimum i årsring
Mean_Diam.(rad)		Medelvärde för årsring
EW_Mean_Diam.(rad)		Medelvärde för vårved
TW_Mean_Diam.(rad)		Medelvärde för transitionsved
LW_Mean_Diam.(rad)		Medelvärde för sommarved
Fiber brädd, tangentiell	µm	Fiber brädd i tangentiell riktning i stammen
TanDiam		Medelvärde för radiella intervaller av 25 µm
Max_Diam.(tan)[µm]		Maximum i årsring
Min_Diam.(tan)		Minimum i årsring
Mean_Diam.(tan)		Medelvärde för årsring
EW_Mean_Diam.(tan)		Medelvärde för vårved
TW_Mean_Diam.(tan)		Medelvärde för transitionsved
LW_Mean_Diam.(tan)		Medelvärde för sommarved
Fiber cellväggstjocklek	µm	
WallTh		Medelvärde för radiella intervaller av 25 µm
Max_Wall_Thick.[µm]		Maximum i årsring
Min_Wall_Thick.		Minimum i årsring
Mean_Wall_Thick.		Medelvärde för årsring
EW_Mean_Wall_Thick.		Medelvärde för vårved
TW_Mean_Wall_Thick.		Medelvärde för transitionsved
LW_Mean_Wall_Thick.		Medelvärde för sommarved
Fiber grovhet (coarsenes)	µg/m	
Coarse		Medelvärde för radiella intervaller av 25 µm
Max_Coarse_[µg/m]		Maximum i årsring
Min_Coarse		Minimum i årsring
Mean_Coarse		Medelvärde för årsring
EW_Mean_Coarse		Medelvärde för vårved
TW_Mean_Coarse		Medelvärde för transitionsved
LW_Mean_Coarse		Medelvärde för sommarved

Några exempel på vedegenskaper mätta med SilviScan på en träremsa från en enskild trissa presenteras i Figur 5 och 6.



Figur 5: Exempel på variationen i densiteten (Max-, min- och medeldensitet) i varje årsring i provremsan från trissa MT11 som har 136 årsringar. Medeldensiteten för veden i det här fallet ligger vid ca 600 kg/m³. Totalt analyserades 136 årsringar som motsvarar trissans ålder.



Figur 6: Exempel på variationen i densitet mellan olika vedtyper i årsringarna: EW_Mean_Dens = medeldensitet i vårveden; TW_Mean_Dens = medel densitet i transitionsveden; LW_Mean_Dens = medeldensitet i sommarveden.

- Referensdata för jämförelse

För att möjliggöra en kostnadseffektiv genomförande av uppdraget har referensdata för jämförelse hämtats från RISEs egen SilviScan-databas innehållande mängder av mätningar utförda på trämaterial från olika delar av Sverige utförda under årens lopp. Mätdata från tidigare undersökningar avseende träreenskaper vid brösthöjd och 4 meters höjd av 38 träd från slutavverkningsbestånd av tall (*Pinus sylvestris*) från Småland, södra Norrland och Norrbotten extraerades från databasen. Trissornas ålder varierade mellan 50 och 126 år. Jämförelsen av egenskaper i Tabell 2 gjordes med hjälp av enkla plottar samt genom multivariatanalys i SIMCA 14 mjukvara. All data finns lagrad i filformat.

Karakterisering av kemiskt innehåll

Målet för det aktuella uppdraget var att enbart karakterisera extraktivämnesinnehållet i kärnveden av proverna tagna på Gotland.

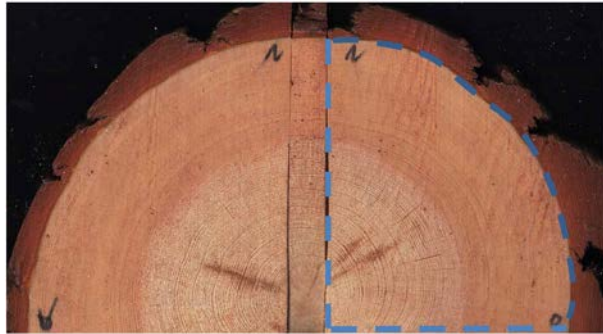
Resistensen mot biologisk nedbrytning varierar mycket mellan olika träslag. Splintveden – det vill säga den yttre delen av stammen – har alltid låg beständighet. Kärnveden som innehåller extraktivämnena som motverkar svampangrepp och minskar träets benägenhet att ta upp vatten har olika grader av naturlig beständighet beroende på träart. Kärnved av furu har god beständighet som är högre än för grankärnved enligt standarden SS-EN 350-2: Träskydd - Naturlig beständighet hos trä - Del 2: Anvisningar för bedömning av naturlig beständighet och impregnerbarhet hos ett urval av i Europa viktiga träslag.

Extraktivämnena är kemiska föreningar som skyddar trädet mot insektsangrepp, svampangrepp och minskar träets benägenhet att ta upp/förlora vatten. Den största delen av extraktivämnena utgörs av hartssyror, fettsyror, kolhydrater och mineralämnen. Extraktivämnena är kemiska föreningar som går att extrahera från trä med olika organiska lösningsmedel eller med vatten. Valet av lösningsmedel påverkar vilka typer av ämnen som extraheras och hur mycket av ämnena som extraheras. Vilket lösningsmedel och extraktionsmetod som används behöver alltid specificeras eftersom detta påverkar utbytet och sammansättningen av extraktet som fås ut. Generellt finns det mer extraktivämnena i långsamt växande träd. Halten är högre i stubbe, topp, grenar och kvistar. Det är även skillnader mellan kärnved och splint.

Som exempel innehåller kvistar avsevärt mer fenoliska substanser som ska skydda trädet mot svampangrepp. Pinosylvin och pinosylvinmonometyleter som finns i trädstammen är fenoler som har stor påverkan på träs naturliga beständighet då dessa är kända för att ha en skyddande effekt mot skadliga svampangrepp. Halten pinosylviner ändras med trädets ålder och med årstid och är olika i olika delar av trädet. Hartssyror är en annan viktig grupp av extraktivämnena som försvarar trädet mot insekter och svampar. Hartssyror huvudbeståndsdelen i kåda som har stor betydelse för vattenavvisningsegenskap i trä.

- Provberedning

För detta uppdrag har träremсор sågats ut från alla trissor 0, 1 och 4 tagna från respektive rotända, brösthöjd och 4 m höjd. Av trämaterialiet som återförts till frysrum efter sågning av prover för mätning med SilviScan valdes de nordostliga delen av de 1,5 cm tjocka skivor som blev kvar efter uttaget av SilviScan-proverna (Figur 7). Splint och kärnved separerades och hackades manuellt upp till flis. Hänsyn togs till eventuell förekomst av tryckved och kvistar under provtagningen. Dessa vävnader togs inte med i provet. Flisen maldes sedan till ca 2 mm storlek i fliskvarn. De malda flisproverna blandades varsamt för att vara representativa för hela kärnvedsandelen/ splitvedsandelen i de respektive nordostliga träskivsektorerna.



Figur 7: Träskiva från trissa HT41. Kärnan syns klart som det ljusa partiet i mitten av bilden. Splinten syns som det något mörka partiet runt kärnan. Den bruna partiet runt om är bark. Träremsan i mitten användes för tillverkning av SilvScan-prover, skivsektorn till höger i nordostlig riktning användes för kemiska analyser, och skivsektorn till vänster förvarades i frysrum.

- Extraktion enligt standarden SCAN-CM 49

Efter att torrhalten för de malda flisproverna bestämts extraherades flisproven (ca 2g) med aceton i Soxtec-anläggning. En delvolym av extraktet indunstades för bestämning av gravimetrisk extrakthalt och rapporterades som mg/g torrt prov, alternativ vikt-% (v/v %). Prover från alla trissor som ingick i detta uppdrag har analyserats för extraktivämneshåll. Totalt extraherades 36 prover.

- Identifiering och kvantifiering av extraherade komponenter

En delvolym analyserades med GC/FID (*Gas Chromatography – Flame Ionization Detector*) för gruppvis kvantifiering av de olika ingående komponenterna som extraherats ur vedproven. Ex: fettsyror, hartssyror, steroler, sterylestrar, triglycerider. Dessa rapporterades som mg/g torrt prov, alternativ vikt-% (v/v %).

En delvolym analyseras med GC/MS (*Gas Chromatography – Mass Spectrometry*) för identifiering av de komponenter som med GC/FID definierades och kvantifierades som gruppen "hartssyror" och rapporterades som mg/g torrt prov, alternativ vikt-% (v/v %).

- Referensdata för jämförelse

Eftersom kemiska analyser är i regel dyra har referensdata om extraktivämnen i furukärna tagits fram ur litteraturen. En omfattande sökning efter data om extraktivämnen i furukärna genomfördes. Från totalt 19 vetenskapliga arbeten var det möjligt att ta fram ett typiskt värde för den totala extraktivämneshåll i kärnved av furu samt typiska värde för innehåll av pinosylvin, pinosylvinmonometyleter och hartssyror. Referenslitteraturen består inte enbart av svenska vetenskapliga publikationer som är tämligen få utan omfattar även Lettiska och Finska arbeten. Ingen kartläggning av extraktivämneshåll i kärnved av Svensk furu har hittats. Då arbetena har använt olika analysmetoder tillsammans med en viss osäkerhet kring var i stammarna provtagningen är gjord bör värdena från dessa studier ses med försiktighet.

Medelvärdet av extraktivämneshåll ur Tabell 3, borträknat referens 4 som anger resultat för Gotländskt kärnfuru extraherat med toluen, är ca 4,5 %. Om man tar värden från extraktioner utförda med enbart aceton (3 st) så är medelvärdet 5,3 %. Genom att sammanställa data över

extraktivämnesinnehållet undersökta i stubbar av tall (Tabell 4) har jämförelsevärde för extraktivämnesinnehållet i trissorna 0 (rotändan) tagits fram.

Som resultat av den kemiska analysen har även innehållet av olika typer av hartssyror undersökts i denna kartläggningen.

Litteraturdata om innehållet av pinosylvin, pinosylvinmonometyleter och hartssyror presenteras i Tabell 5. Referensvärdet för innehållet av pinosylvin ligger mellan 0,4 % och 0,5 %, för pinosylvinmonometyleter mellan 0,6 % och 0,9 % och för hartssyror mellan 2,3 % och 3,9%.

Tabell 3: Halt extraktivämnen i furukärnved.

Extraktivämnes- innehåll (%)	Lösningsmedel för extraktion	Tid för Soxhlet extraktion (h)	Plats på trädet	Geografisk plats	Referens
8,5	aceton	6	Ej angivet	Finland	[1]
4,4	9:1 petroleum eter:aceton	1	Höjd 0–16 m	Sverige	[2]
2,9	aceton	6	Höjd 1-1,3m	Lettland	[3]
11,6	2:1 toluene/ ethanol	6	Ej angivet	Sverige/Gotland	[4]
2,3	Vatten först, sedan etanol	6–24	Ej angivet	Sverige	[5]
2,4	Heptan eller aceton	4	Ej angivet	Finland	[6]
2,5–4,8	Eter		Ej angivet	Ej angivet	[7],[8]
4,9	Aceton	2	Ej angivet	Finland	[9]
5–10	9:1 petroleum eter:aceton	1	Höjd 1,3m	Sverige	[10]

Tabell 4: Halt extraktivämnen i stubbe av furu.

Extraktivämnes- innehåll (%)	Lösningsmedel för extraktion	Tid för Soxhlet extraktion (h)	Plats på trädet	Geografisk plats	Referens
6,5	Aceton	6	Stubbe	Finland	[11]
14,1	Aceton	2	Stubbe, kärnved	Finland	[9]
3	9:1 cyklohexan/ acetone	-	Stubbe	Ej angivet	[12]
18,7	Olika lösningsmedel*	4x4	Stubbe	Finland	[13]
3,6–4,3	Hexan, sen acetone:vatten (95:5)	-	Stubbe	Finland	[14]

*Soxhlet extraktion med fyra olika lösningsmedel i rad (n-hexan, acetone, etanol och destillerat vatten), varje extraktion 4 h.

Tabell 5: Halt pinosylvin, pinosylvinmonometyleter och hartssyror i kärnved i furu.

Pinosylvin (%)	Pinosylvinmonometyleter (%)	Hartssyror (%)	Lösningsmedel för extraktion	Referens
0,48	0,85	4,33	Aceton	[1]
0,45	0,72	0,79	Metanol	[1]
0,1–0,5	0,25–0,85	-	Aceton	[15]
0,37–0,55	0,51–0,87	1,6–2,5	Hexan, sen aceton:vatten 95:5	[16]
0,16–1,1	-	0,4–2,9	Aceton	[17]
0,12–0,98	0,1–0,94	1,4–4,4	Aceton	[18]
0,23–0,33	0,22–0,4	-	Aceton:vatten 80:20	[19]

Referenser

1. Belt, T., T. Hänninen, and L. Rautkari, Antioxidant activity of Scots pine heartwood and knot extractives and implications for resistance to brown rot, in *Holzforschung*. 2017. p. 527.
2. Normark, M., et al., Analysis, pretreatment and enzymatic saccharification of different fractions of Scots pine. *BMC Biotechnology*, 2014. **14**(1): p. 20.
3. Sable, I., et al., Properties of wood and pulp fibers from Lodgepole pine (*Pinus contorta*) as compared to Scots pine (*Pinus sylvestris*). 2012. Vol. 7. 2012.
4. Jebrane, M., M. Pockrandt, and N. Terziev, Natural durability of selected larch and Scots pine heartwoods in laboratory and field tests. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2014. **91**: p. 88-96.
5. Moriana, R., F. Vilaplana, and M. Ek, Cellulose Nanocrystals from Forest Residues as Reinforcing Agents for Composites: A Study from Macro- to Nano-Dimensions. *Carbohydrate Polymers*, 2016. **139**: p. 139-149.
6. Hanhikoski, S., et al., Sodium sulphite pulping of Scots pine under neutral and mildly alkaline conditions (NS pulping), in *Holzforschung*. 2016. p. 603.
7. *Hartskompedium*. 1969, Stockholm: SPCI.
8. *The Ljungberg textbook. Wood chemistry and wood biotechnology*, 3D1058. Trita-CHE-Report, 1654-1081 ; 2008:7. 2008, Stockholm: Fibre and Polymer Technology, KTH.
9. Uusitalo, J., Heartwood and extractive content of scots pine in Southern Finland: Models to apply at harvest. *Wood and fiber science: journal of the Society of Wood Science and Technology*, 2004. **36**: p. 3-8.
10. Eriksson, D., et al., Lipophilic extractives in different tree fractions and forestry assortments of *Pinus sylvestris* due for thinning or final cutting. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2018: p. 1-9.
11. Latva-Mäenpää, H., Bioactive and protective polyphenolics from roots and stumps of conifer trees (Norway spruce and Scots pine), in *Chemistry*, Faculty of Science. 2017, University of Helsinki.
12. Jansson, M.B., SK samverkan 5.1.7-1 Extraktivämnen, in *Innventia rapport nr. IR 103*. 2011.
13. Nurmi, J., Heating values of mature trees. *Acta Forestalia Fennica*, 1997(256): p. 1-28.

14. Hanna Lappi, J.N., Decrease in extractives of stump, F.F.R. Institute, Editor. 2014.
15. Ekeberg, D., et al., Qualitative and quantitative determination of extractives in heartwood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) by gas chromatography. *Journal of Chromatography A*, 2006. **1109**(2): p. 267-272.
16. Willför, S., et al., Phenolic and Lipophilic Extractives in Scots Pine Knots and Stemwood, in *Holzforschung*. 2003. p. 359.
17. Bergström, B., Chemical and structural changes during heartwood formation in *Pinus sylvestris*. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 2003. **76**(1): p. 45-53.
18. Hovelstad, H., et al., Screening Analyses of Pinosylvins Stilbenes, Resin Acids and Lignans in Norwegian Conifers. *Molecules*, 2006. **11**(1): p. 103.
19. Venäläinen, M., et al., The concentration of phenolics in brown-rot decay resistant and susceptible Scots pine heartwood. *Wood Science and Technology*, 2004. **38**(2): p. 109-118.

Resultat och diskussion

Anatomisk och kemisk karakterisering av prover från Gotländskt furu samt jämförelse med referensdata för motsvarande material från fastlandet och respektive från litteraturen gjordes under perioden februari till juni 2018.

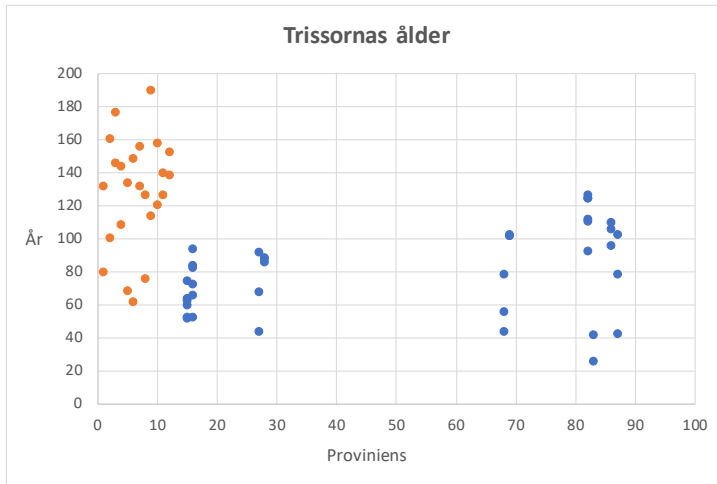
Anatomisk karakterisering med SilviScan™

SilviScan-mätningen genererade ett stort mängd data för varje prov som analyserades vilka sparades elektroniskt i MS Excel filformat.



Det första iakttagelsen gäller trissornas ålder. Trissorna från de Gotländsk träden i undersökningen hade genomgående en högre ålder vid avverkningen jämfört med referenstrissorna (Figur 8). De yngsta träden var 68 år och 79 år gamla vid brösthöjd medan merparten av de övriga träden var mellan 126 och 189 år vid samma höjd (Figur 13). Detta tyder på att många av de träd som troddes vara runt 100 år gamla är betydligt mycket äldre och några betydligt yngre. Det indikerar också att det förmodligen finns mycket gammal skog kvar på Gotland. Den höga åldern reflekteras också i trissornas diameter (Figur 9). Resultatet tyder på att även de yngsta träden från Gotland verkar ha en större trissdiameter än merparten av referenstrissorna från övriga Sverige.

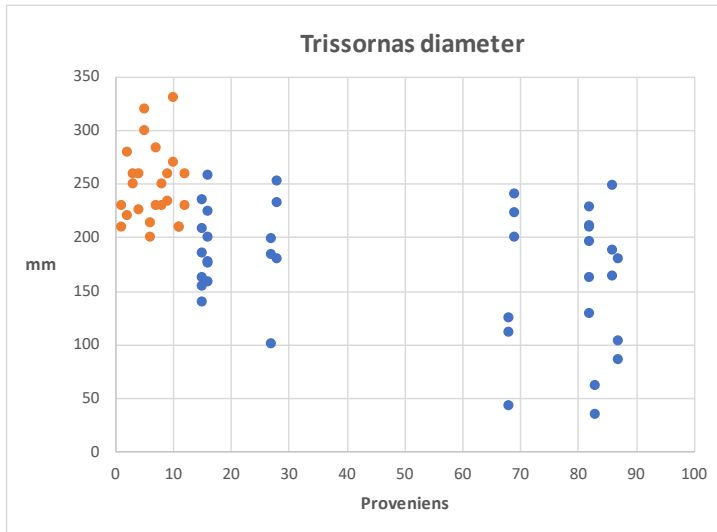
Den Gotländska virkets densitet ser ut att vara högre än den för referensmaterialet från övriga Sverige (Figur 10). I denna studie är medeldensiteten för referensmaterialet vid brösthöjd 415 kg/m³ och medeldensiteten för material från Gotland vid brösthöjd, 578 kg/m³. Resultatet indikerar att även de yngsta träden på Gotland kan ha en mycket högre densitet än motsvarande träd på andra håll i Sverige. Tjockare cellväggar är orsaken till den högre densiteten på det Gotländska trädet (Tabell 6). Trots de tuffa mark- och väderförhållanden på Gotland jämfört med resten av Sverige har detta tillsammans med flest antal solljustimmar per år bidragit till högre veddensitet.



Proveniensbeteckning:

- 1-12 = Trissor 1 och 4 från Gotland
- 15-28 = Trissor 1 och 4 från Småland
- 68-69 = Trissor 1 och 4 från södra Norrland
- 82-87 = Trissor 1 och 4 från Norrbotten

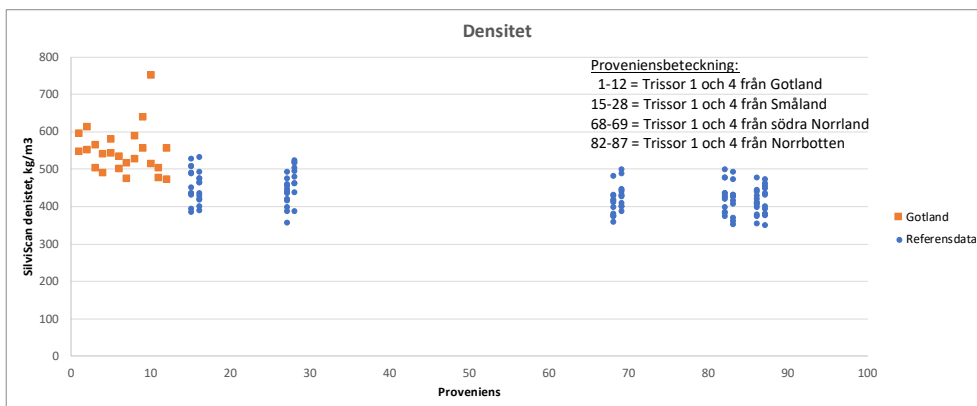
Figur 8: Åldersfördelning på alla trissor som ingick i jämförelsen. Orangefärgade prickar är trissor från Gotland; blåfärgade prickar är referenstrissor från databasen.



Proveniensbeteckning:

- 1-12 = Trissor 1 och 4 från Gotland
- 15-28 = Trissor 1 och 4 från Småland
- 68-69 = Trissor 1 och 4 från södra Norrland
- 82-87 = Trissor 1 och 4 från Norrbotten

Figur 9: Diameterfördelning för alla trissor som ingick i jämförelsen. Orangefärgade prickar är trissor från Gotland; blåfärgade prickar är referenstrissor från databasen.



Proveniensbeteckning:

- 1-12 = Trissor 1 och 4 från Gotland
- 15-28 = Trissor 1 och 4 från Småland
- 68-69 = Trissor 1 och 4 från södra Norrland
- 82-87 = Trissor 1 och 4 från Norrbotten

■ Gotland
● Referensdata

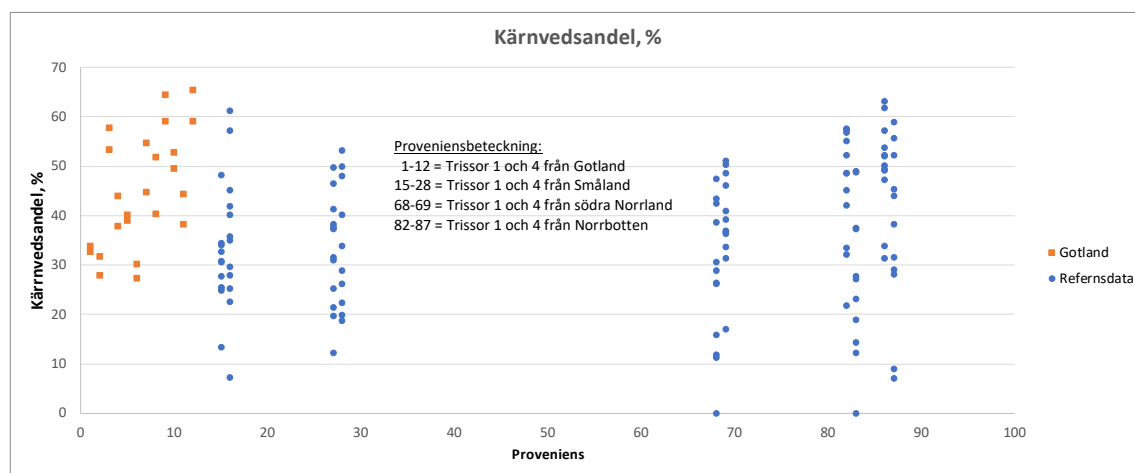
Figur 10: Medeldensitet för alla trissor som ingick i jämförelsen. Orangefärgade prickar är trissor från Gotland; blåfärgade prickar är referenstrissor från databasen.

Tabell 6: Relativ medelcellväggstjocklek i trissorna från Gotland (36 st) och i trissorna från referensdata.**SilviScan**

Proveniens	Relativ medel cellväggstjocklek
Alla Gotland trissor	5,83
Småland	2,82
Södra norrland	2,53
Norra norland	2,62

Ingen vedstyvhetsberäkning kunde göras eftersom referensdata som användes i detta uppdrag samlades in innan beräkningsmodellen togs fram.

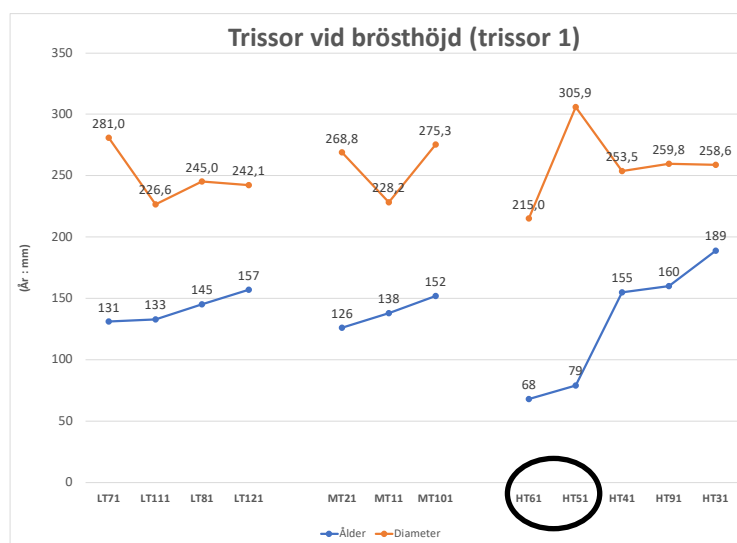
Kärnvedsandel vid brösthöjd varierar och som redan känt från litteraturen (Gjerdrum, 2003) är den starkt korrelerad med trädålder. Några trissor i referensmaterialet var mycket yngre än de yngsta gotländska trissorna vilket bidrar till att referensmaterialet ibland visar jämförelsevis lägre kärnvedandel (Figur 11). Slutsatsen är att andelen kärnved i de Gotländska furuträden inte verkar skilja sig från furuträd från övriga Sverige.

**Figur 11:** Trissornas kärnvedsandel vid brösthöjd. Orangefärgade prickar är trissor från Gotland; blåfärgade prickar är referenstrissor från databasen.

Vid jämförelsen av ålder och diameter av Gotländska trissor 1 (brösthöjd) sinsemellan är det två träd som sticker ut, HT51 och HT61, båda med proveniens Lokrume samt de yngsta träden i provuttaget (Figur 12). I Lokrume som ligger i norra delen av ön består marken av en grund av mineralisk kalk samt ett relativt tunt lager hummus/jord (Thafvelin, 1997). Med sådana markförhållanden kan det tyckas anmärkningsvärt att träd som är hälften så gamla som andra träd från andra proveniens inom samma bonitet visar jämförbara och även större diametrar än föregående. Lokrumes träds virkesegenskaper har även studerats med hjälp av multivariatanalys (Bilaga 2). Multivariatanalys användes för att försöka hitta samband mellan vedegenskaper och proveniens. Vedegenskaperna i juvenilveden (första 15 årsringarna) antogs vara jämförbara mellan alla träd i provuttaget, yngre eller äldre. Multivariatanalysen kom fram till att träden från Lokrume (vid brösthöjd) utmärker sig enbart p.g.a. vedegenskaperna utan att ta hänsyn till

extraktivämnesinnehåll. Det samma gäller för Kräklingbo. Dock har för få träd ingått i undersökningen för att kunna dra säkra slutsatser.

Resultatet i sin helhet indikerar att det gotländska furuvirket utmärker sig som ett virke med högre densitet jämfört med furuvirke från andra delar av Sverige, samt att den uppenbarliga tillgången på gamla träd med hög kärnvedandel erbjuder bra möjligheter för utvinning av virke med hög andel kärnved eller virke bestående av 100 % kärnved.



Figur 12: Gotlandstrissor: ålder och diameter vid bröst höjd. Trissor HT51 och HT61 (svart ring), kommer från Lokrume och är de yngsta träden i provuttaget. Trots den låga åldern visar dessa trissor diametrar jämförbara med andra träd som är minst dubbelt så gamla.

Karakterisering av kemiskt innehåll

Kemisk analys med avseende på extraktivämnesinnehåll utfördes på kärnvedsprover från alla trissor från Gotland (trissor 0, 1 och 4) samt splintvedsprover från alla trissor 0 (rotändan).

Resultatet för gruppvisindelad absolut extraktivämnesinnehåll presenteras i Tabell 7. Resultatet indikerar att det finns träd på Gotland som har högt extraktivämnesinnehåll i rotstocken jämfört med referensdata från litteraturen. Trenden att triglycerider huvudsakligen finns i splintveden (Tabell 7 och Figur 13) och att extraktivämnesinnehållet minskar med trädets höjd stämmer med rådande kunskap. Några träd har dessutom innehåll av hartssyror i kärnveden närmast roten/stubben som ligger mycket över referensvärdena (Tabell 7).

Ytterligare analyser och identifikation av ingående komponenter i hartssyran från olika kärnvedsprover gjordes men inga uppenbara trender kunde identifieras (Tabell 8).

Analysen av innehållet av pinosylviner i kärnveden visar på höga halter av Pinosylvin i några prover från trissor 0 vid rotändan samt från trissor 1 vid bröst höjd jämfört med referensvärden från litteraturen (Tabell 9). Halten av m-pinosylvin i några prover ligger också och tangerar max-värdet från litteraturen. Dock verkar halten av pinosylviner variera oberoende av den totala extraktivämnesinnehållet. Detta tyder på att det finns andra mekanismer som styr dess

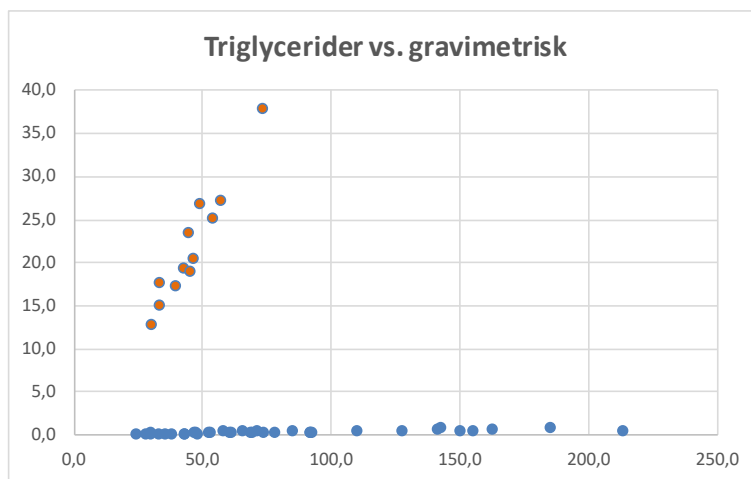
produktion och att den inte kan korreleras enbart till bonitet eller proveniens. Träd med högt extraktivämnesinnehåll uppvisar dock också höga halter av andelen bestående av pinosylviner och hartssyror.

Ett försök att korrelera extraktivämnesinnehåll med proveniens och anatomiska virkesegenskaper gjordes med hjälp av multivariatanalys (Bilaga 2). Resultatet tyder på att för träd ingick i undersökningen för att kunna dra säkra slutsatser. I de flesta fall gick det inte att få fram en svag prediktionsmodell för extraktivämnen från SilviScan-datan. Dock så utmärker träden från Lokrume sig inte bara i mängden extraktivämnen, men också i innehållet av m-pinosylviner och vissa hartssyror. Dessa träd är också de yngsta i provuttaget från Gotland. I några analyser verkar det som att tangentiell cellvägsbredd (TW_width) kan ha ett positivt samband med extraktivämnesinnehåll vilket skulle kunna undersökas närmare i en mer omfattande studie.

Resultatet i sin helhet indikerar att det finns träd med höga extraktivämnesinnehåll på Gotland och att det inte går att korrelera förekomsten av extraktivämnen med bonitet. Dock har tre provenienser utmärkt sig i denna mycket begränsade undersökning, Lokrume vars träd hade de hösta uppmätta extraktivämnesinnehåll, Kräklingbo och Mästerby. Detta tyder på att enskilda områden på Gotland eventuellt kan främja uppkomsten av höga halter extraktivämnen i veden, dock måste mer omfattande undersökningar genomföras för att kunna fastställa detta. Några träd har dessutom högt innehåll av extraktivämnen i kärnveden närmast roten/stubben samt särskild höga halter av andelen bestående av pinosylviner och hartssyror, vilket tillför positiva egenskaper åt virket.

Tabell 7: Absolut gruppvisindeldad extraktivämnesinnehåll i kärn- och splintvedsprover. Referensvärde från litteraturen presenteras längst ner i tabellen.

Nr	Proveniens	Prov	Extraktiver % v/v (gravimetrisk)	Fetsyror % v/v	Hattsyror % v/v	Lignaner % v/v	Steroler % v/v	Okända % v/v	Sterylesters % v/v	Triglycerider % v/v	Total % v/v	% av gravimetrisk
9	Kräklingbo	MT10 NO splintved	4,6	0,4	0,8	0,0	0,1	0,2	0,2	2,1	3,7	80,7
10	Kräklingbo	MT10 NO kärnved	12,7	2,7	5,8	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	9,5	74,4
11	Kräklingbo	MT11 NO kärnved	5,2	1,4	2,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	4,3	83,1
12	Kräklingbo	MT14 NO kärnved	4,3	1,2	1,8	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	3,4	80,0
21	Kräklingbo	MT20 NO splintved	3,3	0,3	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	1,5	2,7	81,6
22	Kräklingbo	MT20 NO kärnved	15,5	3,2	7,9	0,1	0,2	0,6	0,3	0,1	12,5	80,6
23	Kräklingbo	MT21 NO kärnved	6,5	1,9	3,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,0	5,8	89,1
24	Kräklingbo	MT24 NO kärnved	3,5	1,1	1,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	2,7	78,1
25	Mästerby	HT30 NO splintved	5,3	0,3	0,5	0,0	0,1	0,2	0,2	2,5	3,8	71,0
26	Mästerby	HT30 NO kärnved	14,1	3,6	6,1	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	10,9	77,1
27	Mästerby	HT31 NO kärnved	7,3	2,5	2,4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	5,6	76,5
28	Mästerby	HT34 NO kärnved	6,8	2,5	1,9	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	5,1	74,1
33	Mästerby	HT40 NO splintved	4,2	0,4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,2	2,0	3,3	77,8
34	Mästerby	HT40 NO kärnved	9,2	2,6	4,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	7,7	83,2
35	Mästerby	HT41 NO kärnved	7,8	2,6	3,3	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	6,6	84,9
36	Mästerby	HT44 NO kärnved	4,3	1,6	1,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	3,3	77,0
5	Lokrume	HT50 NO splintved	4,4	0,3	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	2,4	3,5	79,4
6	Lokrume	HT50 NO kärnved	16,2	3,8	8,1	0,1	0,2	0,6	0,2	0,1	13,1	80,5
7	Lokrume	HT51 NO kärnved	8,5	2,3	3,9	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	6,9	81,0
8	Lokrume	HT54 NO kärnved	7,1	2,3	3,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	5,9	82,7
37	Lokrume	HT60 NO splintved	3,0	0,4	0,5	0,0	0,1	0,2	0,1	1,3	2,5	84,7
38	Lokrume	HT60 NO kärnved	21,3	4,4	11,5	0,2	0,2	0,6	0,2	0,1	17,2	80,8
39	Lokrume	HT61 NO kärnved	15,0	3,2	7,9	0,1	0,2	0,5	0,2	0,1	12,2	81,2
40	Lokrume	HT64 NO kärnved	9,1	2,7	5,0	0,1	0,1	0,4	0,2	0,0	8,6	93,9
17	Etelhem	LT70 NO splintved	7,3	0,5	1,2	0,1	0,1	0,3	0,4	3,8	6,3	86,7
18	Etelhem	LT70 NO kärnved	18,5	3,8	9,5	0,2	0,3	0,7	0,3	0,1	14,8	79,7
19	Etelhem	LT71 NO kärnved	11,0	2,8	4,8	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	8,5	77,3
20	Etelhem	LT74 NO kärnved	4,7	1,8	1,5	0,0	0,1	0,2	0,2	0,0	3,8	79,6
29	Etelhem	LT80 NO splintved	3,9	0,4	0,5	0,0	0,1	0,1	0,2	1,7	3,0	78,1
30	Etelhem	LT80 NO kärnved	9,2	2,4	4,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	7,3	79,4
31	Etelhem	LT81 NO kärnved	2,8	1,1	0,7	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	2,2	77,1
32	Etelhem	LT84 NO kärnved	2,4	0,9	0,6	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	1,8	74,6
13	Etelhem	HT90 NO splintved	3,3	0,2	0,4	0,0	0,1	0,1	0,2	1,8	2,8	85,3
14	Etelhem	HT90 NO kärnved	4,6	1,8	1,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	3,7	80,7
15	Etelhem	HT91 NO kärnved	3,3	1,1	1,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	2,4	74,3
16	Etelhem	HT94 NO kärnved	3,0	1,1	1,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	2,5	85,4
41	Etelhem	MT100 NO splintved	4,5	0,4	0,6	0,0	0,1	0,2	0,2	1,9	3,4	76,8
42	Etelhem	MT100 NO kärnved	6,9	2,0	2,9	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	5,7	81,5
44	Etelhem	MT101 NO kärnved	6,0	1,8	2,4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,0	4,9	81,9
43	Etelhem	MT104 NO kärnved	4,8	1,3	1,8	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	3,6	75,5
45	Gothem	LT110 NO splintved	5,7	0,5	0,9	0,1	0,1	0,2	0,3	2,7	4,8	84,5
46	Gothem	LT110 NO kärnved	14,3	3,0	6,9	0,2	0,2	0,6	0,3	0,1	11,2	78,5
47	Gothem	LT111 NO kärnved	6,1	2,0	2,3	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	5,0	81,6
48	Gothem	LT114 NO kärnved	5,8	1,9	2,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,1	4,6	80,0
1	Gothem	LT120 NO splintved	4,9	0,3	0,6	0,0	0,1	0,1	0,3	2,7	4,1	84,7
2	Gothem	LT120 NO kärnved	5,3	2,0	1,6	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	4,1	78,0
3	Gothem	LT121 NO kärnved	3,8	1,4	1,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	2,8	74,2
4	Gothem	LT124 NO kärnved	3,0	1,0	0,7	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	2,1	69,8
	Lit.data	medel vid brösthöjd	5,3	-	3,9	-	-	-	-	-	-	-
	Lit.data	max vid brösthöjd	8,5	-	4,4	-	-	-	-	-	-	-
	Lit.data	lägsta medelvärdet vid stubb	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lit.data	högsta medelvärdet vid stubb	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Figur 13: Absolut halt av triglycerider i splint- (orange) och i kärnveden (blå) av trissor från Gotland.

Tabell 8: Absolut innehåll av olika hartssyrekomponenter i de olika kärnvedsproverna från olika höjder. Referensvärde från litteraturen presenteras längst ner i tabellen.

Nr	Provens	Prov	Extractivämnen % v/v gravimetrisk	Pimaric acid % v/v	Sandaracopimaric acid % v/v	Isopimaric acid % v/v	Palustrinic acid % v/v	Levopimaric acid % v/v	Dehydroabietic acid % v/v	Abietic acid % v/v	Neobietic acid % v/v	Total hartssyror % v/v
10	Kräklingbo	MT10 NO kärnv	12,7	0,5	0,1	0,2	nd	nd	2,3	0,8	nd	3,9
11	Kräklingbo	MT11 NO kärnv	5,2	0,1	0,0	0,1	nd	nd	0,8	0,2	nd	1,1
12	Kräklingbo	MT14 NO kärnv	4,3	0,1	0,0	0,0	nd	nd	0,5	0,2	nd	0,8
22	Kräklingbo	MT20 NO kärnv	15,5	0,7	0,1	0,5	0,4	0,1	2,2	1,7	0,6	6,2
23	Kräklingbo	MT21 NO kärnv	6,5	0,3	0,0	0,2	nd	nd	0,7	0,5	nd	1,7
24	Kräklingbo	MT24 NO kärnv	3,5	0,0	0,0	0,1	nd	nd	0,2	0,1	nd	0,5
26	Mästerby	HT30 NO kärnv	14,1	0,4	0,1	0,3	0,0	nd	1,2	1,8	nd	3,8
27	Mästerby	HT31 NO kärnv	7,3	0,1	0,0	0,1	nd	nd	0,3	0,5	nd	0,9
28	Mästerby	HT34 NO kärnv	6,8	0,1	0,0	0,0	nd	nd	0,2	0,3	nd	0,6
34	Mästerby	HT40 NO kärnv	9,2	0,2	0,1	0,3	nd	nd	0,8	1,3	0,1	2,7
35	Mästerby	HT41 NO kärnv	7,8	0,1	0,0	0,2	nd	nd	0,5	0,9	nd	1,7
36	Mästerby	HT44 NO kärnv	4,3	0,0	0,0	0,0	nd	nd	0,1	0,2	nd	0,3
6	Lokume	HT50 NO kärnv	16,2	1,3	0,1	0,3	0,7	1,0	1,5	1,7	0,9	7,6
7	Lokume	HT51 NO kärnv	8,5	0,4	0,0	0,1	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4	3,2
8	Lokume	HT54 NO kärnv	7,1	0,2	0,0	0,1	0,4	0,2	0,4	0,5	0,3	2,1
38	Lokume	HT60 NO kärnv	21,3	1,0	0,2	0,5	1,1	0,8	2,9	2,1	1,0	9,4
39	Lokume	HT61 NO kärnv	15,0	0,5	0,1	0,3	0,6	0,2	1,3	2,0	0,6	5,6
40	Lokume	HT64 NO kärnv	9,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,9	1,2	0,2	3,1
18	Etelhem	LT70 NO kärnv	18,5	1,0	0,1	0,3	0,3	0,1	3,5	1,9	0,5	7,9
19	Etelhem	LT71 NO kärnv	11,0	0,5	0,1	0,1	nd	nd	1,4	1,1	nd	3,2
20	Etelhem	LT74 NO kärnv	4,7	0,1	0,0	0,0	nd	nd	0,4	0,1	nd	0,7
30	Etelhem	LT80 NO kärnv	9,2	0,3	0,1	0,2	nd	nd	1,0	1,0	0,1	2,8
31	Etelhem	LT81 NO kärnv	2,8	0,0	0,0	0,0	nd	nd	0,1	0,0	nd	0,2
32	Etelhem	LT84 NO kärnv	2,4	0,0	0,0	0,0	nd	nd	0,1	0,0	nd	0,2
14	Etelhem	HT90 NO kärnv	4,6	0,1	0,0	0,0	nd	nd	0,2	0,2	nd	0,5
15	Etelhem	HT91 NO kärnv	3,3	0,1	0,0	0,0	nd	nd	0,1	0,1	nd	0,3
16	Etelhem	HT94 NO kärnv	3,0	0,1	0,0	0,0	nd	nd	0,1	0,1	nd	0,3
42	Etelhem	HT100 NO kärnv	6,9	0,4	0,0	0,1	nd	nd	0,7	0,8	nd	2,1
43	Etelhem	HT101 NO kärnv	6,0	0,1	0,0	0,1	nd	nd	0,4	0,5	nd	1,3
44	Etelhem	HT104 NO kärnv	4,8	0,2	0,0	0,1	nd	nd	0,4	0,6	nd	1,1
46	Gothem	LT100 NO kärnv	14,3	0,2	0,1	0,5	0,1	1,8	2,0	2,0	0,4	5,3
47	Gothem	LT111 NO kärnv	6,1	0,1	0,0	0,1	0,0	nd	0,5	0,5	nd	1,2
48	Gothem	LT114 NO kärnv	5,8	0,1	0,0	0,1	0,0	nd	0,4	0,4	nd	1,0
2	Gothem	LT120 NO kärnv	5,3	0,1	0,0	0,0	nd	0,0	0,2	0,3	nd	0,7
3	Gothem	LT121 NO kärnv	3,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	nd	0,5
4	Gothem	LT124 NO kärnv	3,0	0,0	nd	0,0	0,0	nd	0,1	0,1	nd	0,2
		Lit.data medel vid brösthöjd	5,3	-	-	-	-	-	-	-	-	3,90
		Lit.data max vid brösthöjd	8,5	-	-	-	-	-	-	-	-	4,40
		Lit.data min vid brösthöjd	3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Lit.data högsta medelvärdet vid stubb	14,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 9: Absolut innehåll av pinosylviner (m-pinosylvin och pinosylvin) och hartssyrenehåll i de olika kärnvudsproverna. Referensvärde från litteraturen presenteras längst ner i tabellen.

Nr	Proveniensen	Prov	Extraktivämnen % v/v (gravimetrisk)	m-pinosylvin % v/v	Pinosylvin % v/v	Total pinosylviner % v/v	Total hartssyror % v/v	Total pinosylviner + hartssyror % v/v
10	Kräklingbo	MT10 NO kärnved	12,7	1,3	0,6	1,9	3,94	5,8
11	Kräklingbo	MT11 NO kärnved	5,2	0,8	0,4	1,1	1,15	2,3
12	Kräklingbo	MT14 NO kärnved	4,3	0,6	0,3	0,9	0,82	1,8
22	Kräklingbo	MT20 NO kärnved	15,5	1,0	0,7	1,7	6,24	7,9
23	Kräklingbo	MT21 NO kärnved	6,5	0,8	0,6	1,4	1,72	3,1
24	Kräklingbo	MT24 NO kärnved	3,5	0,5	0,2	0,7	0,48	1,2
26	Mästerby	HT30 NO kärnved	14,1	1,5	0,8	2,3	3,85	6,1
27	Mästerby	HT31 NO kärnved	7,3	1,0	0,5	1,4	0,95	2,4
28	Mästerby	HT34 NO kärnved	6,8	0,9	0,4	1,3	0,62	1,9
34	Mästerby	HT40 NO kärnved	9,2	1,0	0,6	1,6	2,69	4,3
35	Mästerby	HT41 NO kärnved	7,8	1,1	0,5	1,6	1,67	3,3
36	Mästerby	HT44 NO kärnved	4,3	0,5	0,3	0,9	0,33	1,2
6	Lokrume	HT50 NO kärnved	16,2	0,2	0,2	0,4	7,61	8,1
7	Lokrume	HT51 NO kärnved	8,5	0,5	0,3	0,7	3,18	3,9
8	Lokrume	HT54 NO kärnved	7,1	0,6	0,3	0,9	2,09	3,0
38	Lokrume	HT60 NO kärnved	21,3	1,1	1,0	2,1	9,44	11,5
39	Lokrume	HT61 NO kärnved	15,0	1,2	1,0	2,2	5,63	7,9
40	Lokrume	HT64 NO kärnved	9,1	1,0	0,9	1,9	3,10	5,0
18	Etelhem	LT70 NO kärnved	18,5	0,9	0,7	1,6	7,93	9,5
19	Etelhem	LT71 NO kärnved	11,0	0,9	0,7	1,6	3,19	4,8
20	Etelhem	LT74 NO kärnved	4,7	0,4	0,4	0,8	0,65	1,5
30	Etelhem	LT80 NO kärnved	9,2	0,8	0,6	1,3	2,82	4,1
31	Etelhem	LT81 NO kärnved	2,8	0,3	0,2	0,5	0,18	0,7
32	Etelhem	LT84 NO kärnved	2,4	0,3	0,1	0,4	0,20	0,6
14	Etelhem	HT90 NO kärnved	4,6	0,5	0,4	1,0	0,49	1,5
15	Etelhem	HT91 NO kärnved	3,3	0,4	0,3	0,7	0,28	1,0
16	Etelhem	HT94 NO kärnved	3,0	0,4	0,3	0,7	0,26	1,0
42	Etelhem	HT100 NO kärnved	6,9	0,5	0,3	0,8	2,12	2,9
43	Etelhem	HT101 NO kärnved	6,0	0,8	0,4	1,1	1,30	2,4
44	Etelhem	HT104 NO kärnved	4,8	0,4	0,2	0,7	1,09	1,8
46	Gothem	LT110 NO kärnved	14,3	1,2	0,4	1,6	5,27	6,9
47	Gothem	LT111 NO kärnved	6,1	0,8	0,3	1,0	1,24	2,3
48	Gothem	LT114 NO kärnved	5,8	0,7	0,2	1,0	1,00	2,0
2	Gothem	LT120 NO kärnved	5,3	0,6	0,4	0,9	0,66	1,6
3	Gothem	LT121 NO kärnved	3,8	0,3	0,2	0,5	0,5	1,0
4	Gothem	LT124 NO kärnved	3,0	0,3	0,2	0,5	0,21	0,7
		Lit.data medel vid brösthöjd	5,3	0,75	0,45	-	3,9	-
		Lit.data max vid brösthöjd	8,5	0,94	0,55	-	4,33	-
		Lit.data lägsta medelvärde vid stubb	3,2	-	-	-	-	-
		Lit.data högsta medelvärde vid stubb	14,0	-	-	-	-	-

Avslutande kommentarer

Denna mycket begränsade stickprovsundersökning har lyckats att mäta vedegenskaper hos 12 särskild utvalda furuträd från 5 olika proveniensers på Gotland som kunde jämföras med referensdata från furuträd från olika delar av den svenska fastlandet. Trots stor variation i virkesegenskaper mellan träden, vilket var förväntat, indikerar resultatet att gotländsk furuvirke generellt har en högre densitet jämfört med furuvirke från fastlandet samt att det kan finnas många träd med höga halter extraktivämnen (hartssyror och pinosylviner) på ön. Resultatet visar också att förekomsten av höga halter extraktivämnen inte kan korreleras till bonitet men att det kan finnas områden där sådana träd kan hittas på. Mer omfattande undersökningar krävs för att fastställa om det finns områden på ön som gynnar produktionen av extraktivämnen i träden och i så fall var dessa kan finnas. På samma sätt bör betydelsen av extraktivämnesinnehåll som hittades i de undersökta furukärnveden studeras med hänsyn till skydd mot röta och jämföras med furukärnved från andra delar av Sverige för att konstatera om Gotländsk furukärna har högre beständighet.

En högre veddensitet är i sig en parameter som redan kan innebära ett starkare virke av hög kvalitet. Detta tillsammans med högre extraktivämnesinnehåll kan också komma att innebära en ”högre kvalitet”.

Referenser

- Johanson, S. A. 2014. Gotlands gammelskogar ur ett landskapsperspektiv - utbredning , bevarande och konnektivitet. Institutionen för biologisk grundutbildning , Uppsala universitet.
- Gjerdrum, P. 2003. Heartwood in relation to age and growth rate in *Pinus sylvestris* L. in Scandinavia. *Forestry*: 413-424
- Jerbrane, M., Pockrant, M., Terziev, N. 2014. Natural durability of selected larch and Scots pine heartwood in laboratory and field tests. *International Biodeterioration & Biodegradation* 91: 88-96
- Kardell, LK. 1992. Skogshistoriska notiser ur Gotlands dombok år 1836. *Skogshistoriska Tidskrift*, 50-67
- Lindroos, O. 2001. Underlag för skogligt länsprogram Gotland - de gotländska skogarnas historik, nuläge och framtid. Sveriges Lantbruksuniversitet, Arbetsrapport 83, ISSN 1 40 1 - 1 204, ISRN SLU-SRG-AR--83 –SE
- SKOGSDATA 2017. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, Umeå 2017. ISSN 0280-0543
- Thafvelin, M. 1997. Norra Gotlands tallskogar. En översiktlig beskrivning av det historiska nyttjandet. *Jk 1993/97*: 212-219
- Weber P, Bugmann H, Rigling A. 2007. Radial Growth Responses to Drought of *Pinus sylvestris* and *Quercus pubescens* in an Inner-Alpine Dry Valley. *Journal of Vegetation Science* 18: 777-792.

RISE Research Institutes of Sweden AB Byggteknik - Träbaserade produkter

Utfört av



Stig Bardage

Granskat av



Signed by: Kristoffer Segerholm
Reason: I have reviewed this document
Date & Time: 2018-08-20 10:39:40 +02:00

Kristoffer Segerholm

Bilagor

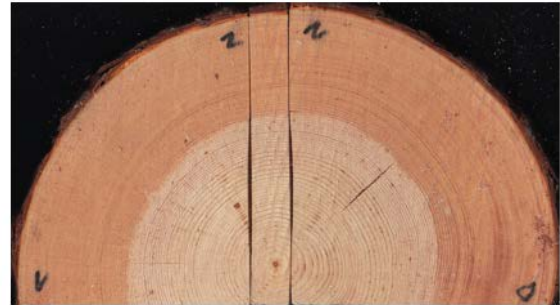
1. Utseende av trämateriallet efter sågningen av trissor
2. SIMCA 14 Multivariatanalys

Bilaga 1

Trissor 1 och 4 (brösthöjd och 4 meters höjd) med respektive utsågad träremsa för tillverkning av prover för mätning med SilviScan



MT11



MT14



MT21



MT24



HT31



HT34



HT41



HT44

Bilaga 1



HT51



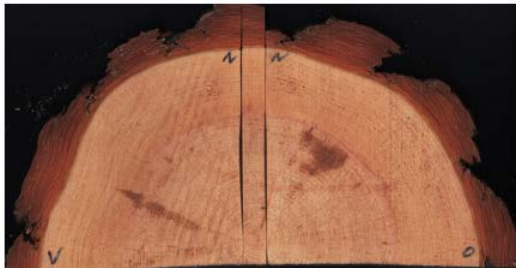
HT54



HT61



HT64



LT71



LT74



LT81



LT84

Bilaga 1



HT91



HT94



MT101



MT104



LT111



LT114



LT121



LT124

Bilaga 2

SIMCA 14 MULTIVARIATANALYS

Multivariatanalys har använts för att utreda eventuella ytterligare samband eller skillnader mellan egenskaperna hos det Gotländska virket som analyserades i detta uppdrag.

De framtagna SilviScan-data och data om kemisk innehåll har använts för ändamålet.

- Generella slutsatser

- För få träd ingick i undersökningen för att kunna dra säkra slutsatser
- Träd från Lokrume utmärker sig inte bara i mängden extraktivämnen, men också innehållet av m-pinosylviner och vissa hartssyror. Dessa träd är dock de yngsta i provuttaget från Gotland.
- I de flesta fall gick det inte ens att få fram en svag prediktionsmodell för extraktivämnen från SilviScan-datan.
- Vedegenskaperna i juvenilveden (första 15 årsringar) antogs vara jämförbara mellan alla träd, yngre eller äldre.
 - Träd från Lokrume (på brösthöjd) utmärker sig enbart p.g.a. vedegenskaperna utan att ta hänsyn till extraktivämnesinnehåll. Det samma gäller för träd från Kräklingo.
 - Träd från Lokrume visar på högre extraktivämnesinnehåll. Träd från Kräklingbo, lägre extraktivämnesinnehåll.
- I några analyser verkar det som att tangentiell cellvägsbredd (TW_width) kan ha ett positivt samband med extraktivämnesinnehåll
 - Finns det ett samband mellan övergångsved och tryckved?
 - I så fall, vid en eventuell borrhärnesundersökning, skulle det vara bra att ta prover:
 - på den nordöstra sidan av varje träd
 - ta med många träd som var exponerade till vinden (bredvid en yta sydväst om trädet som inte har haft träd, en yta sydväst om trädet som under hela trädets liv har varit lantbruksmark (gödsel, snabb tillväxt och vind). Dvs, mycket vind och låg/hög bonitet.
 - många träd som har varit skyddade från vinden, låg bonitet och hög bonitet

Bilaga 2

Summary of Fit Plot PCA

For each model component in a PCA model, SIMCA displays two bars.

R2

R2 is the percent of variation of the training set – X with PCA – explained by the model. R2 is a measure of fit, i.e. how well the model fits the data.

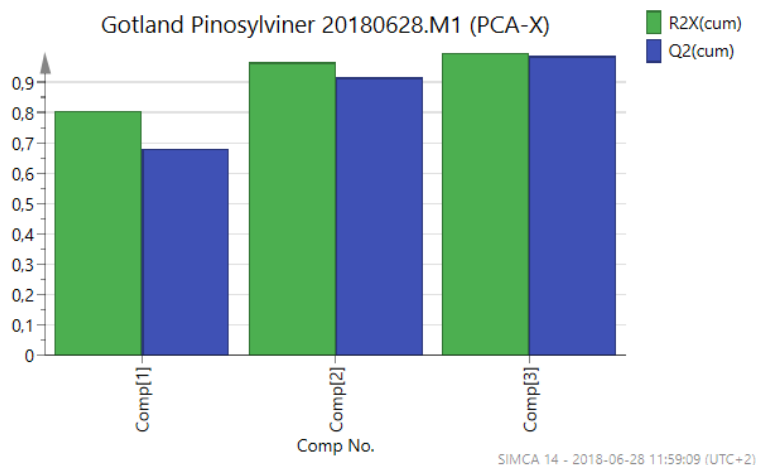
A large R2 (close to 1) is a necessary condition for a good model, but it is not sufficient. You can have poor models (models that cannot predict) even with a large R2.

You will get a poor R2 when you have poor reproducibility (much noise) in the training data set.

Q2

Q2 is the percent of variation of the training set – X with PCA – predicted by the model according to cross validation. Q2 indicates how well the model predicts new data. A large Q2 (Q2 > 0.5) indicates good predictivity.

You will get a poor Q2 when the data have much noise, or when the model is dominated by a few scattered outliers.



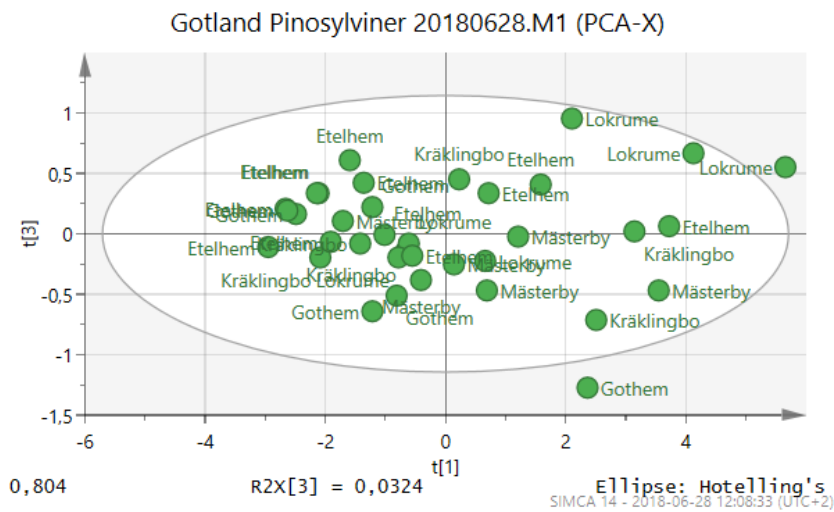
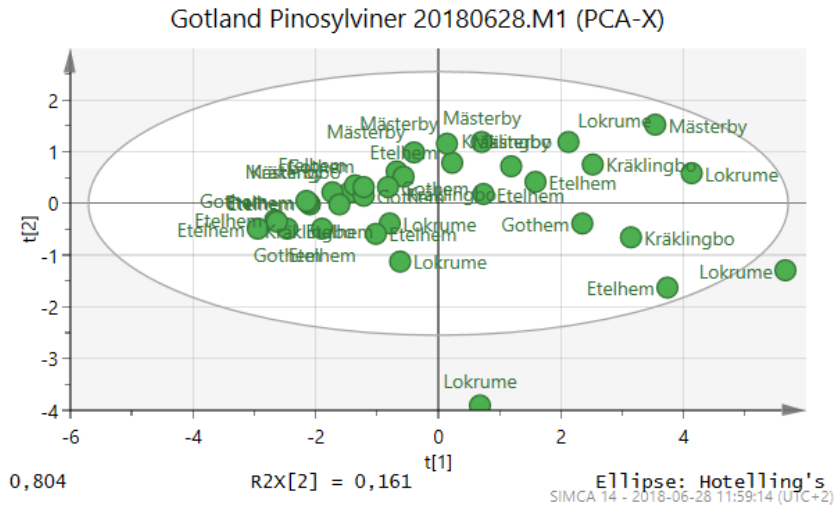
Scores Scatter Plot t1 vs t2

The scores t1, t2, etc., are new variables summarizing the X-variables. The scores are orthogonal, i.e., completely independent of each other. There are as many score vectors as there are components in the model. The score t1 (first component) explains the largest variation of the X space, followed by t2 etc.

Hence the scatter plot of t1 vs t2 is a window in the X space, displaying how the X observations are situated with respect to each other. This plot shows the possible presence of outliers, groups, similarities and other patterns in the data. The score plot is a map of the observations.

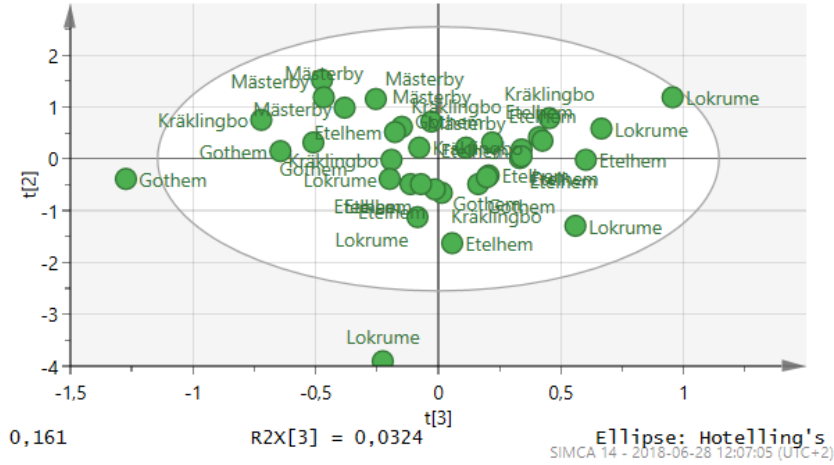
Bilaga 2

With a two-dimensional score plot, SIMCA draws the tolerance ellipse based on Hotelling's T2. Observations situated far outside the ellipse are outliers.

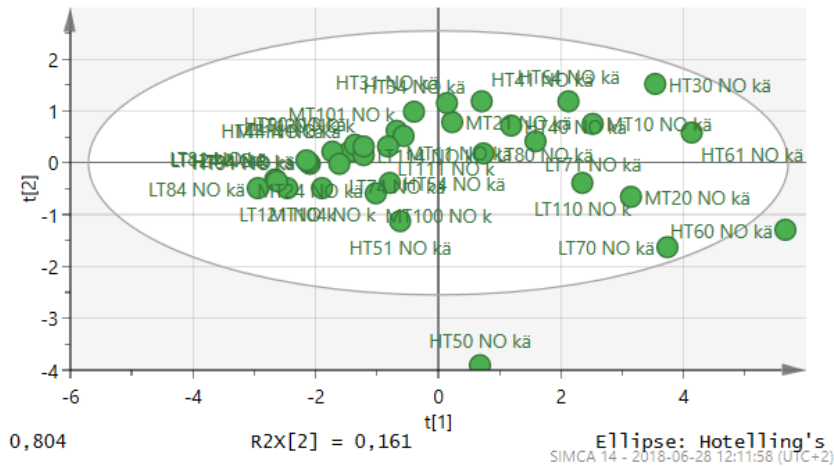


Bilaga 2

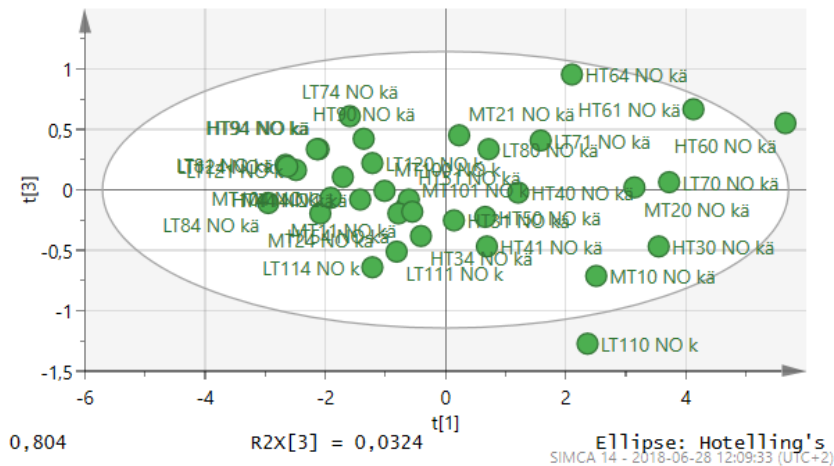
Gotland Pinosylviner 20180628.M1 (PCA-X)



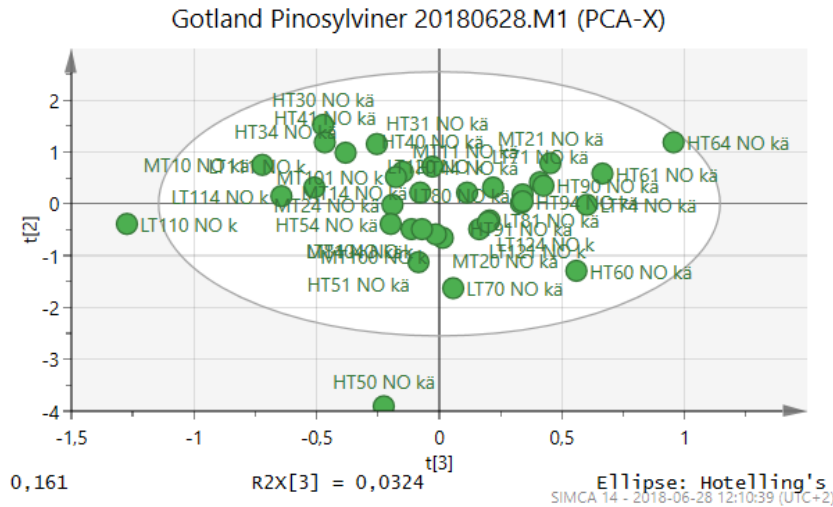
Gotland Pinosylviner 20180628.M1 (PCA-X)



Gotland Pinosylviner 20180628.M1 (PCA-X)



Bilaga 2



Loadings Scatter Plot p1 vs p2

You can think of the scores as weighted averages of the variables with weights, the loadings (p). p_1 in the first component and p_2 in the second component. p_1 and p_2 are vectors with one element for each variable.

These weights, the loadings, express the dominating correlation structure of the X matrix.

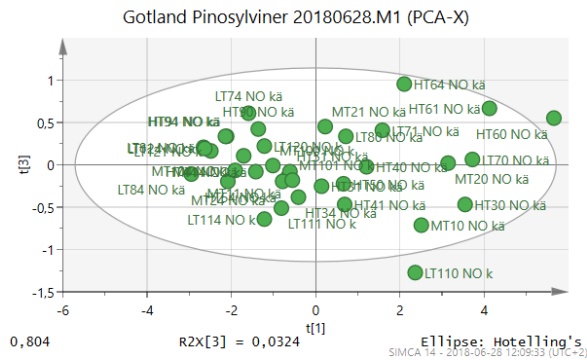
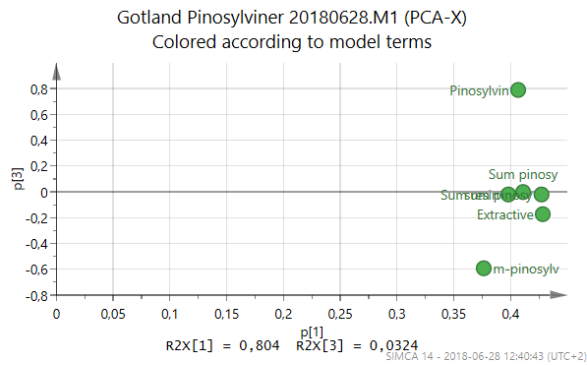
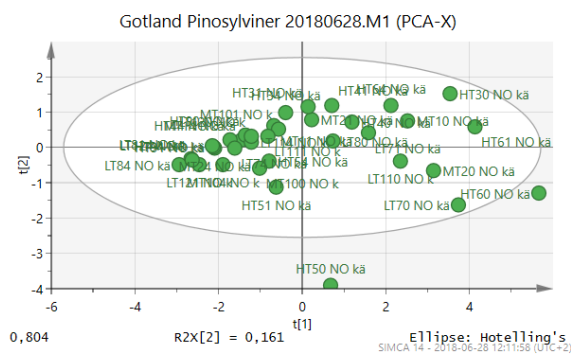
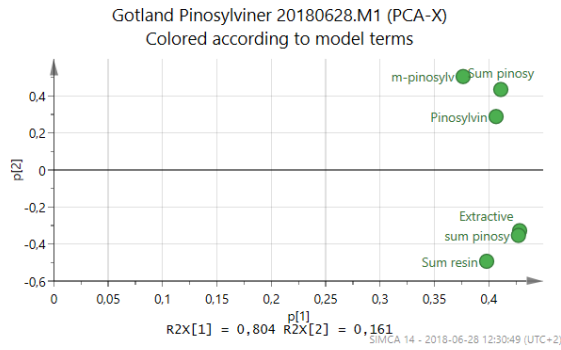
Hence p_1 vs p_2 displays how the X -variables correlate, i.e., relate to each other. The plot shows how the X -variables vary in relation to each other, which ones provide similar information, which ones are negatively correlated, or not related to each other, and which ones are not well explained by the model (p_1 and p_2 close to 0).

To interpret the p_1 vs p_2 plot, imagine a line through the origin as drawn in the plot below. Variables near each other are positively correlated, variables opposite to each other are negatively correlated, the variables situated at 90 degrees from each other are almost uncorrelated in these 2 components.

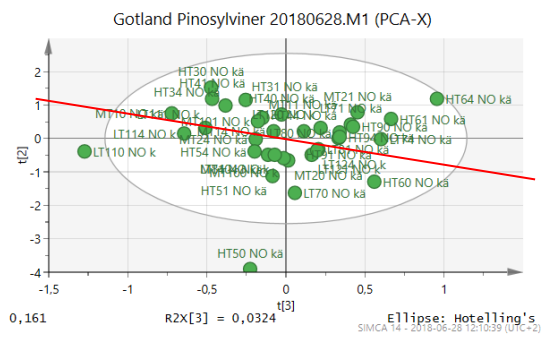
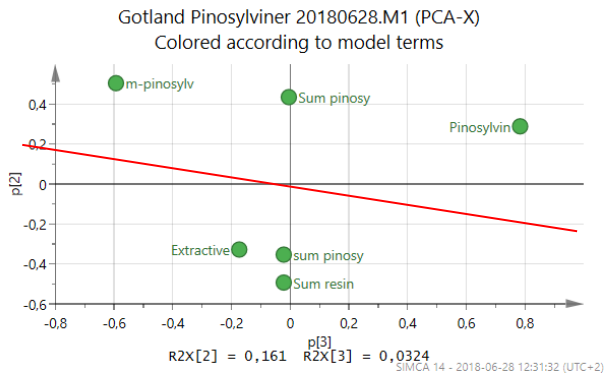
You can use the loading plot to interpret direction and differences between observations in score plots.

For example as displayed below, the direction in the score plot along the line correspond to changes in variables in the loading plot in the same direction.

Bilaga 2

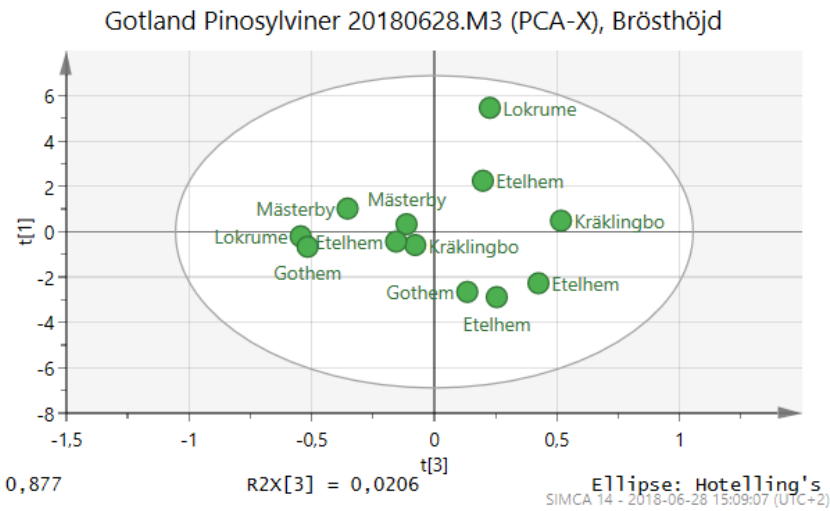
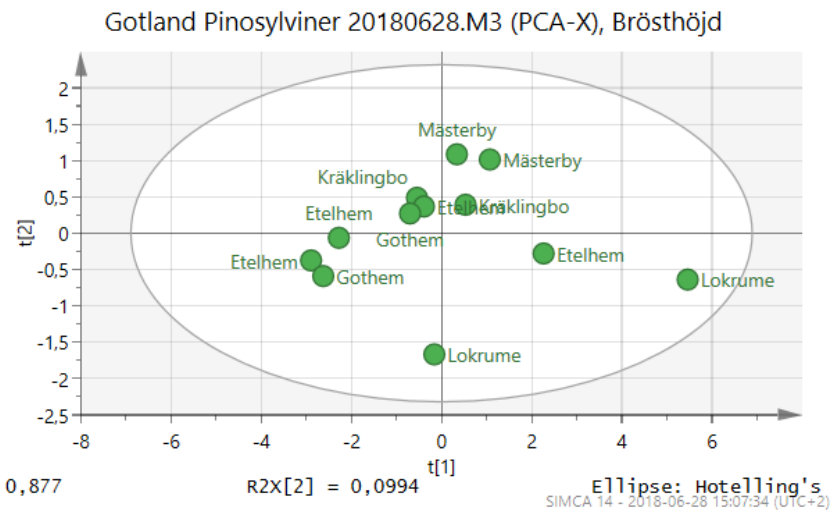
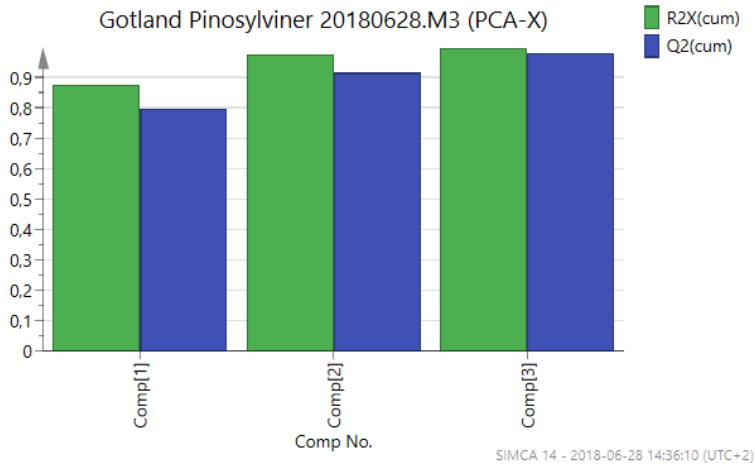


Bilaga 2



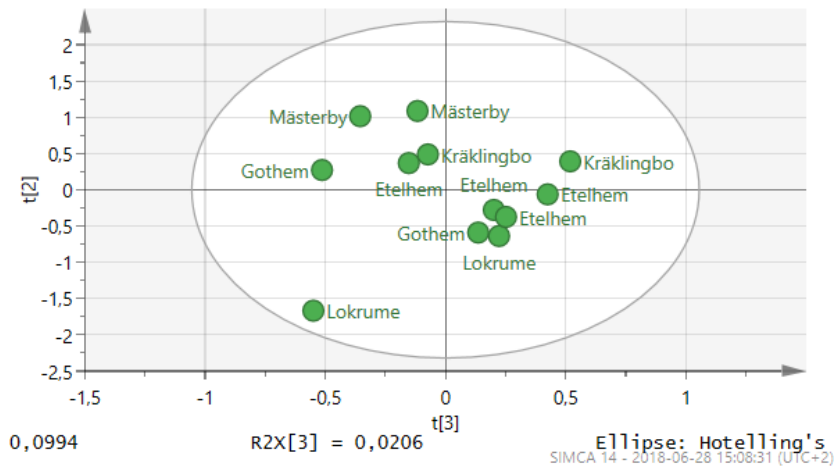
Bilaga 2

Innehåll av pinosylviner i trissor 1 (brösthöjd)

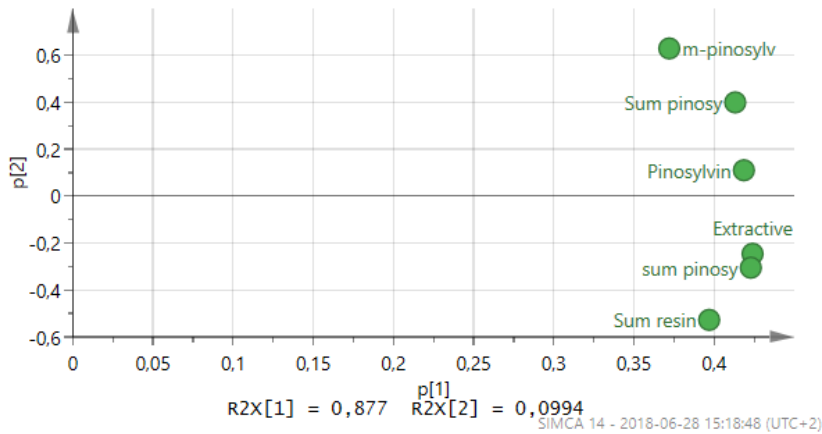


Bilaga 2

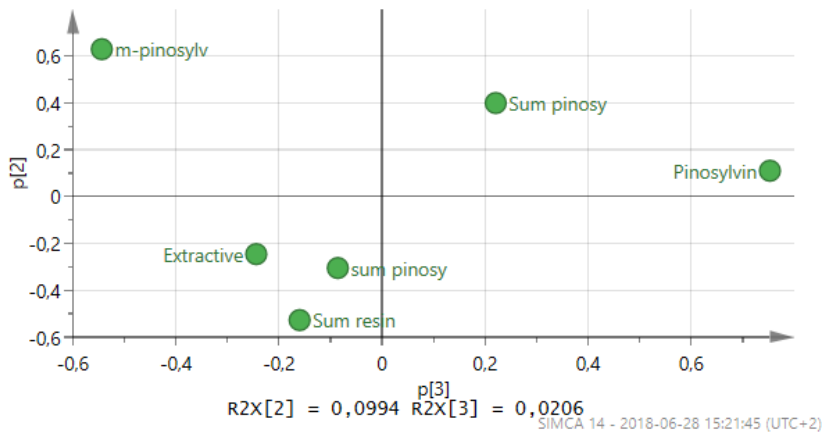
Gotland Pinosylviner 20180628.M3 (PCA-X), Brösthöjd



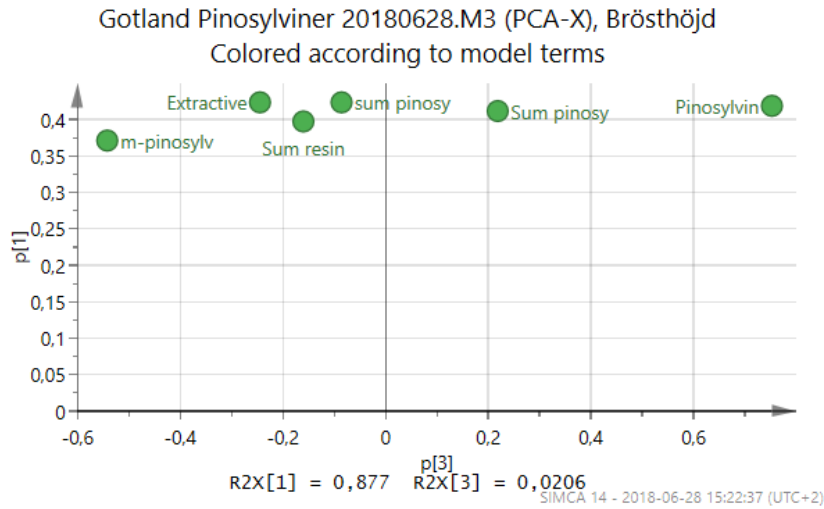
Gotland Pinosylviner 20180628.M3 (PCA-X), Brösthöjd
Colored according to model terms



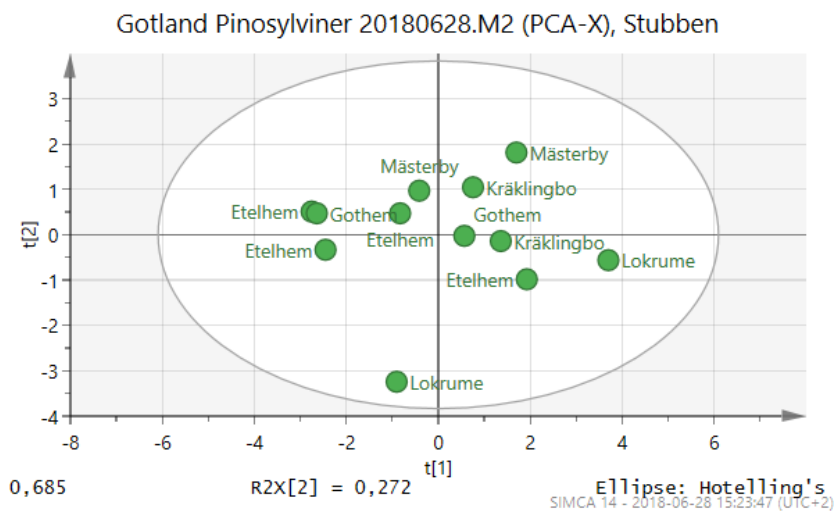
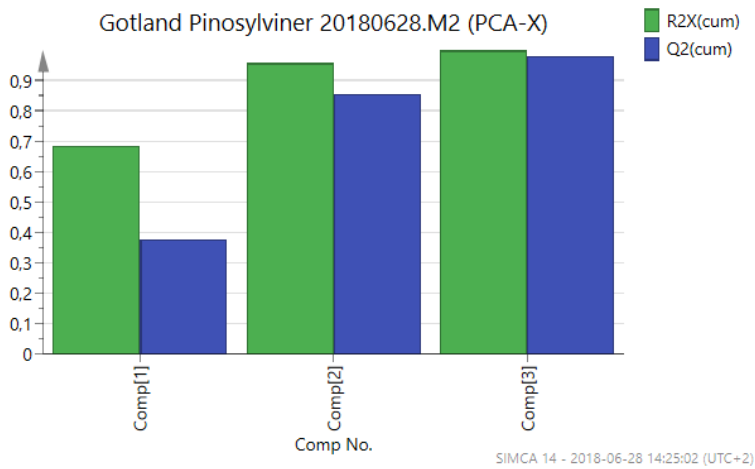
Gotland Pinosylviner 20180628.M3 (PCA-X), Brösthöjd
Colored according to model terms



Bilaga 2

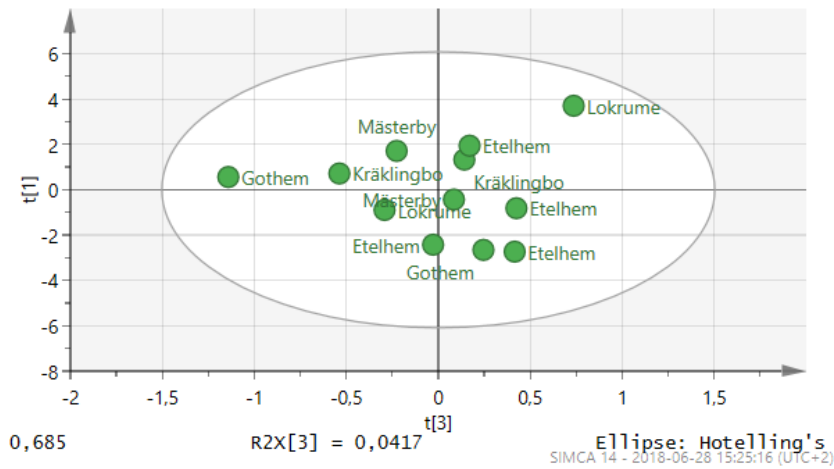


Innehåll av pinosylviner i trissor 0 (rotändan) motsvarande stubbar

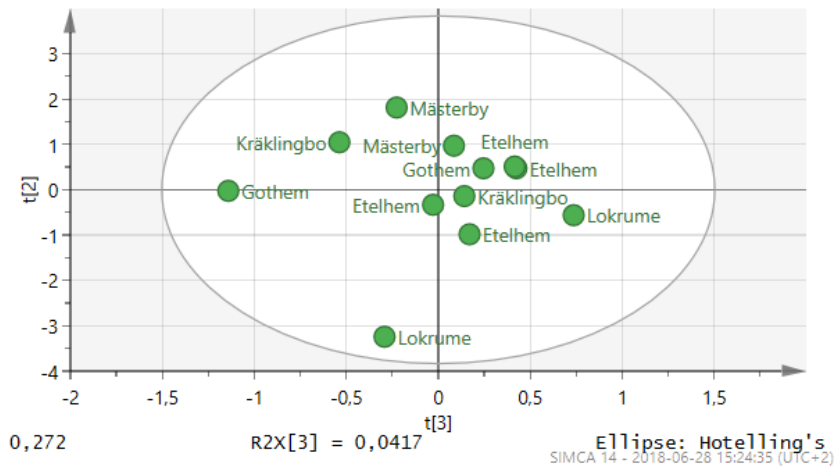


Bilaga 2

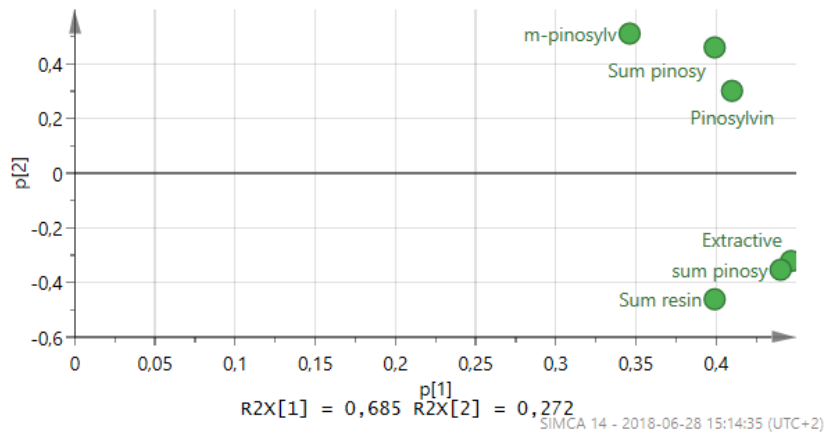
Gotland Pinosylviner 20180628.M2 (PCA-X), Stubben



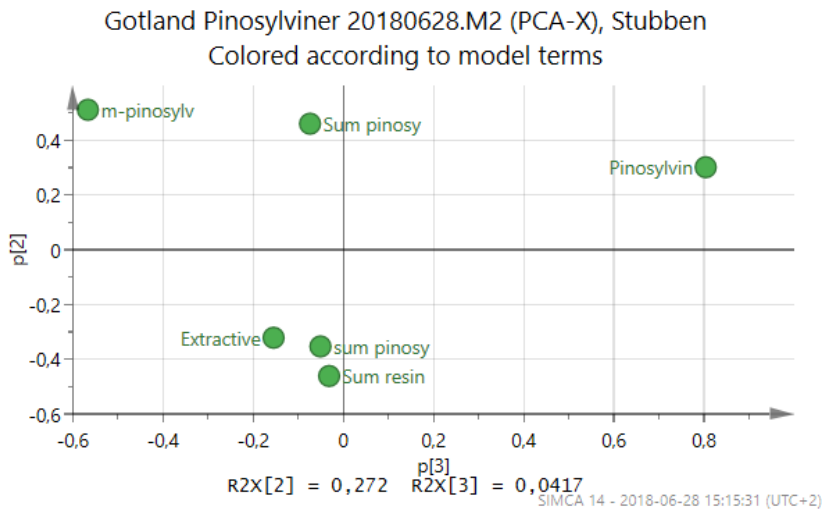
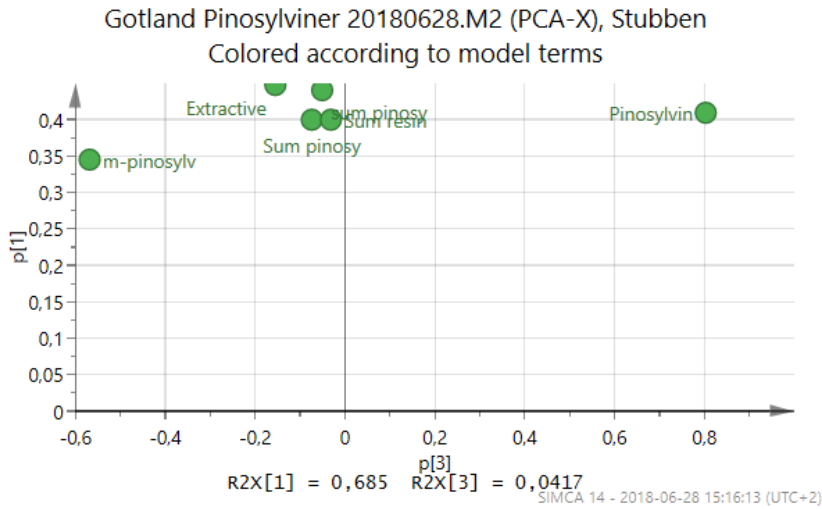
Gotland Pinosylviner 20180628.M2 (PCA-X), Stubben



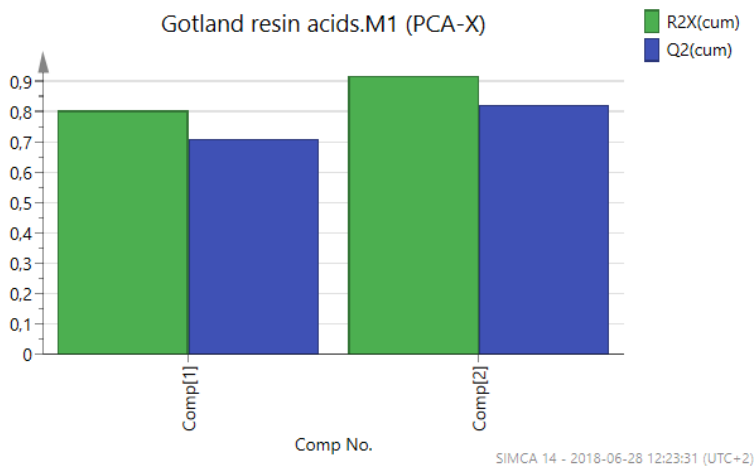
Gotland Pinosylviner 20180628.M2 (PCA-X), Stubben
Colored according to model terms



Bilaga 2

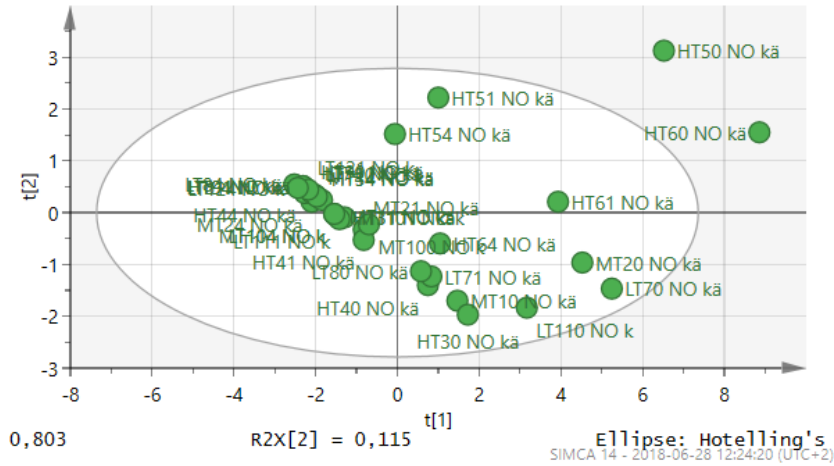


Innehåll av hartssyror (*Resin Acids*) i alla trissor

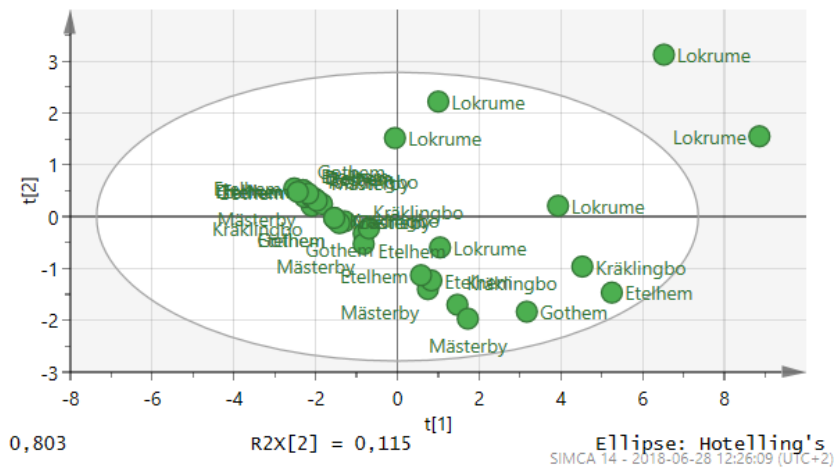


Bilaga 2

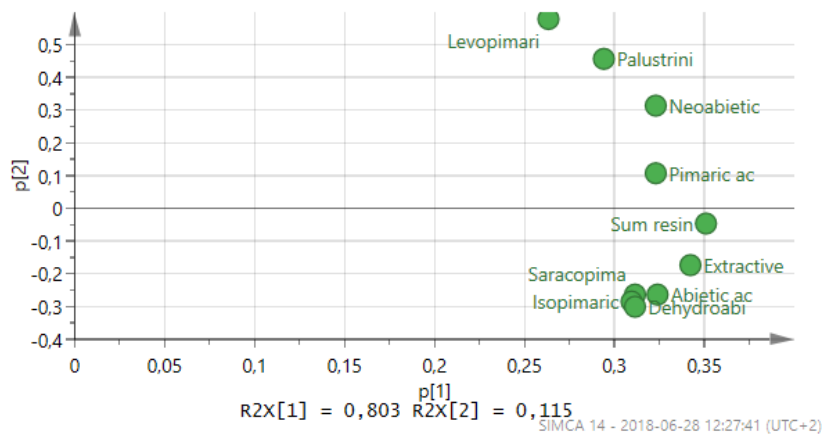
Gotland resin acids.M1 (PCA-X)



Gotland resin acids.M1 (PCA-X)

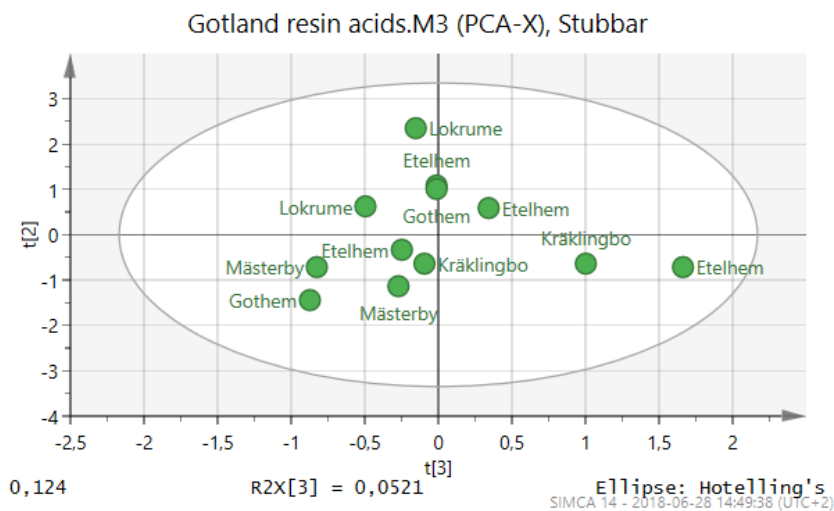
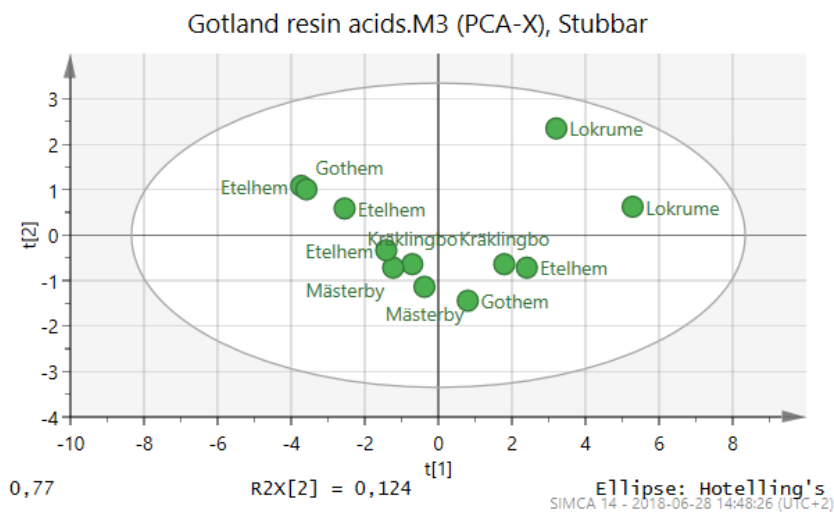
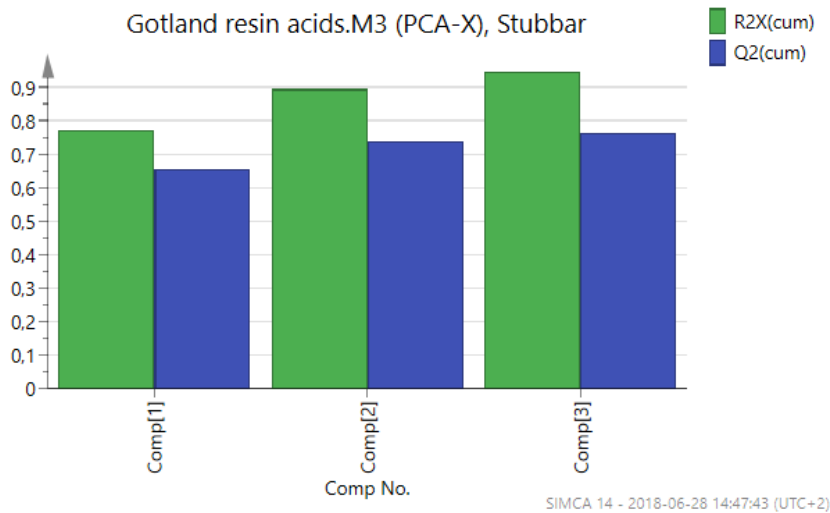


Gotland resin acids.M1 (PCA-X)
Colored according to model terms

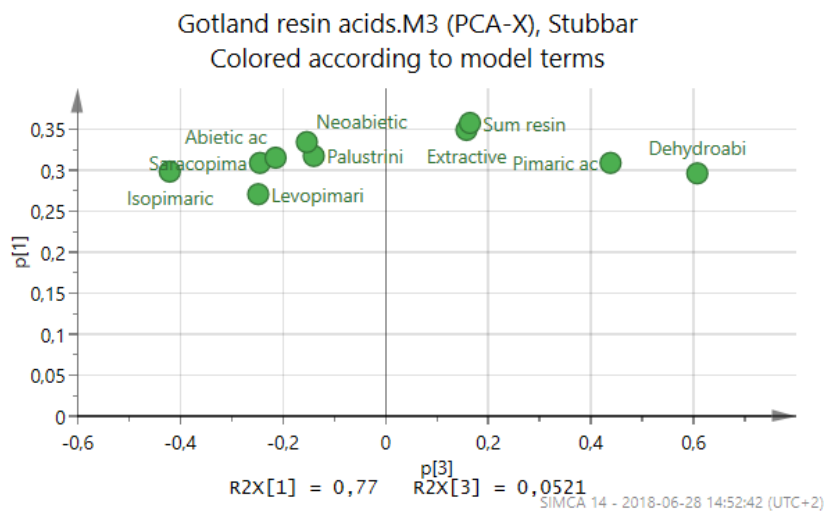
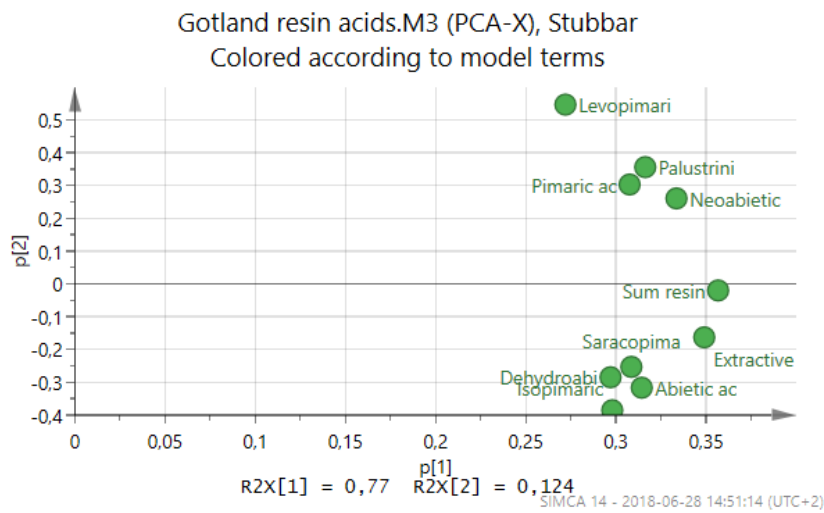
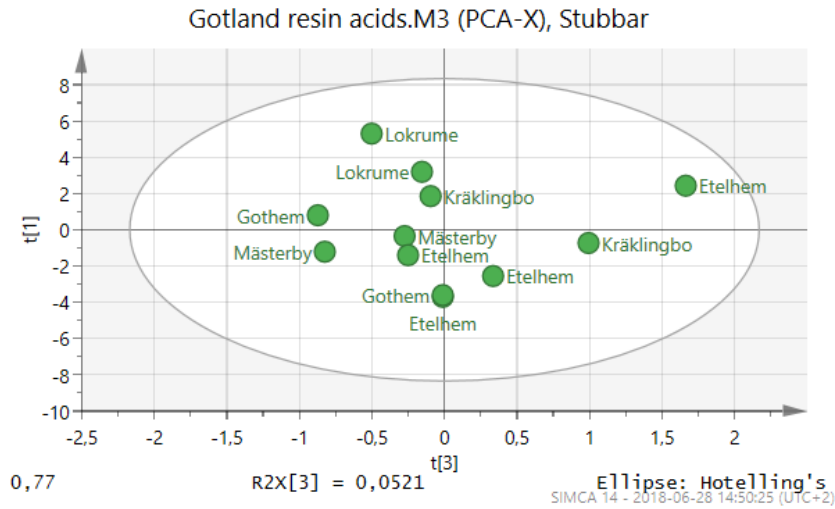


Bilaga 2

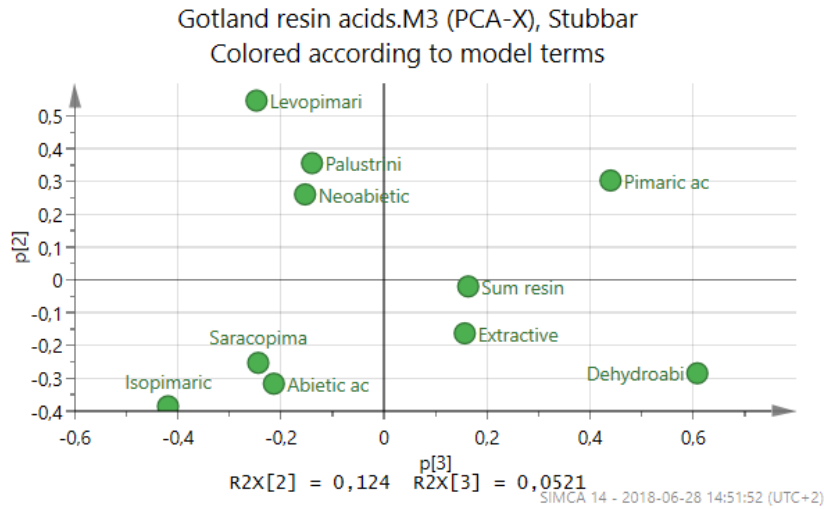
Innehåll av hartssyror (Resin Acids) i trissor 0 (rotändan) motsvarande stubbar



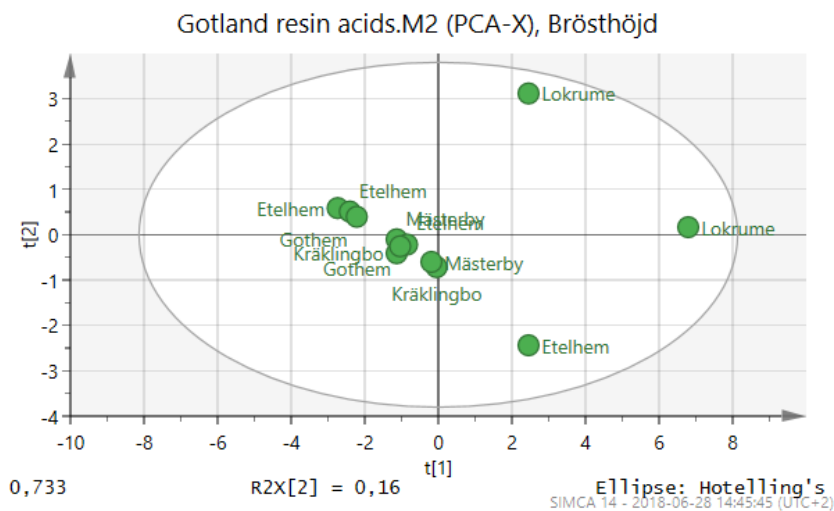
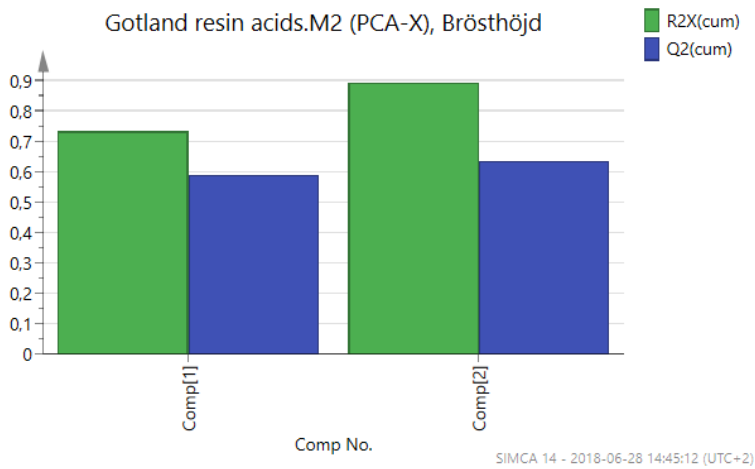
Bilaga 2



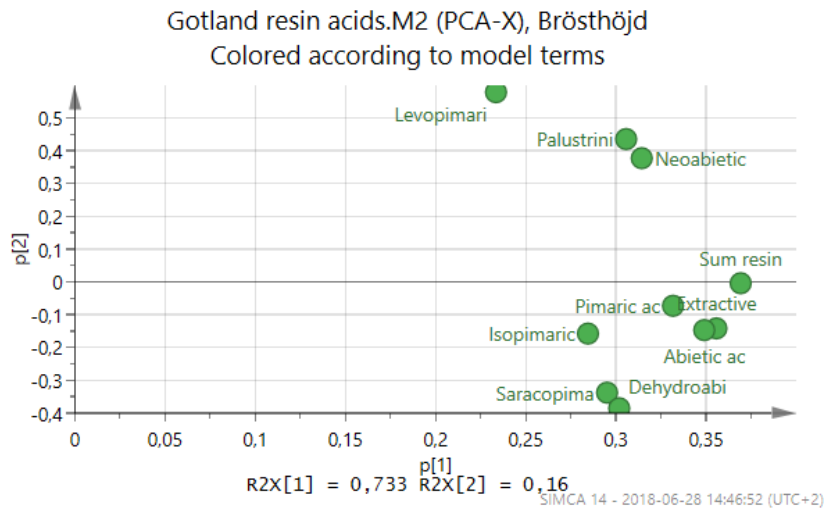
Bilaga 2



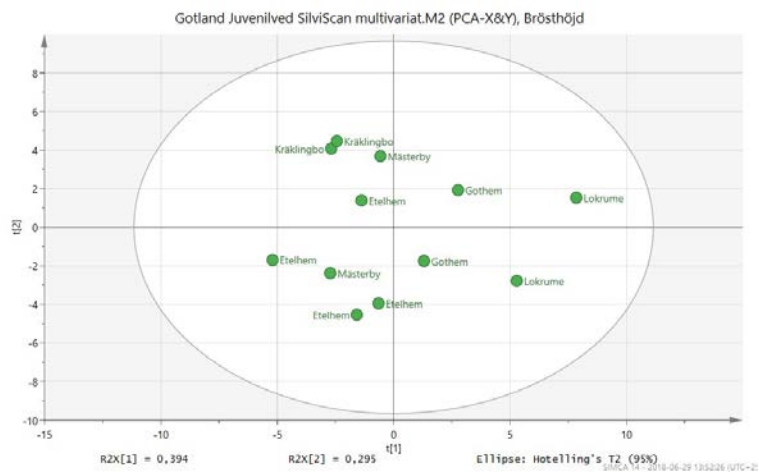
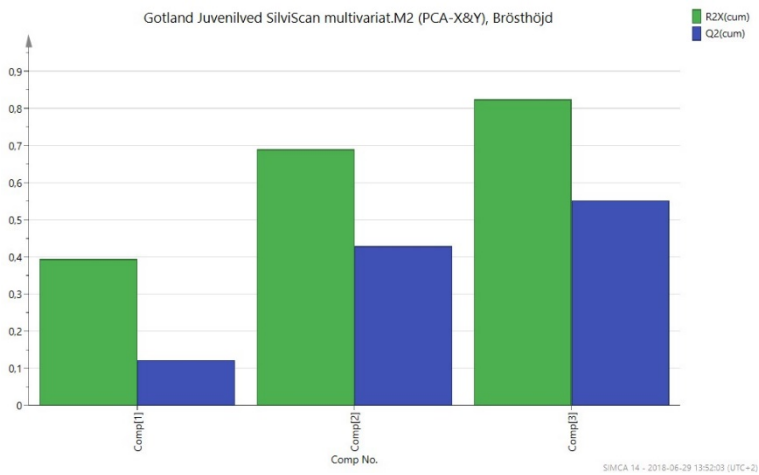
Innehåll av hartssyror (*Resin Acids*) i trissor 1 (brösthöjd)



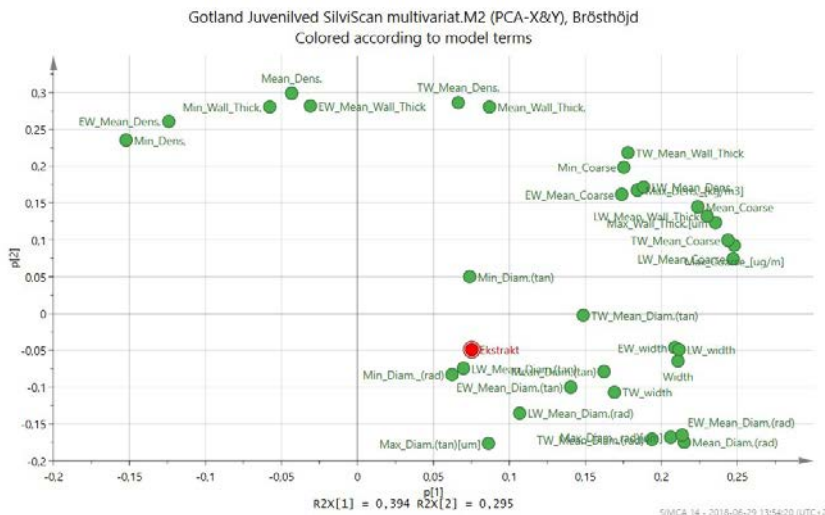
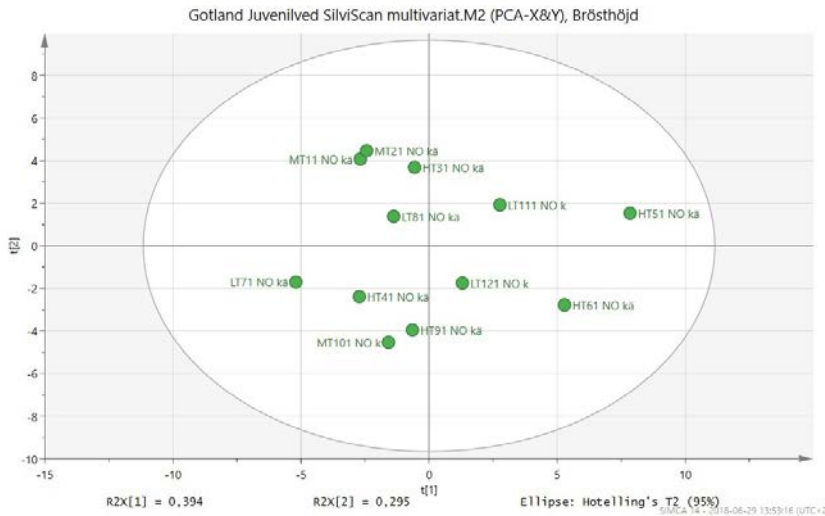
Bilaga 2



SilviScan-data kombinerad med data om extraktivämneshåll från trissor 1 och 4



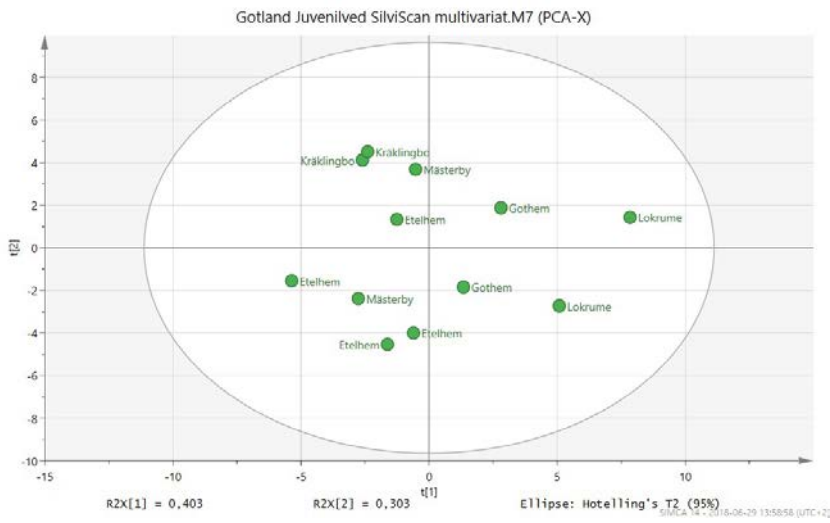
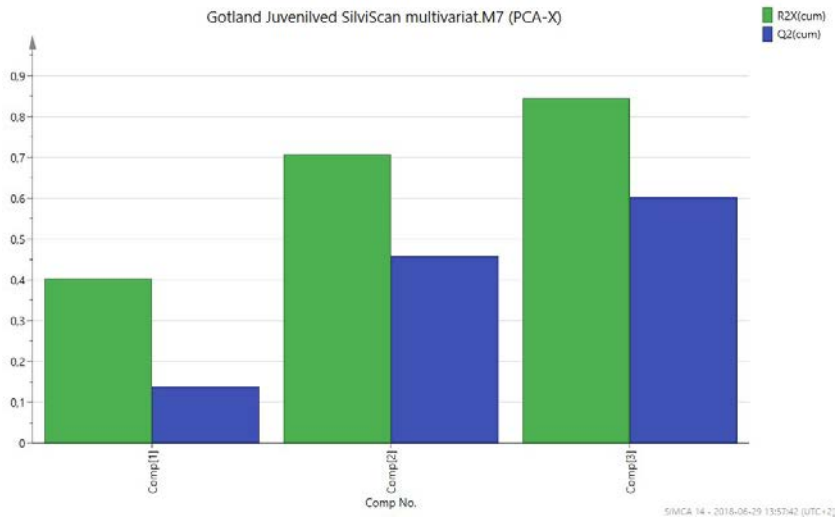
Bilaga 2



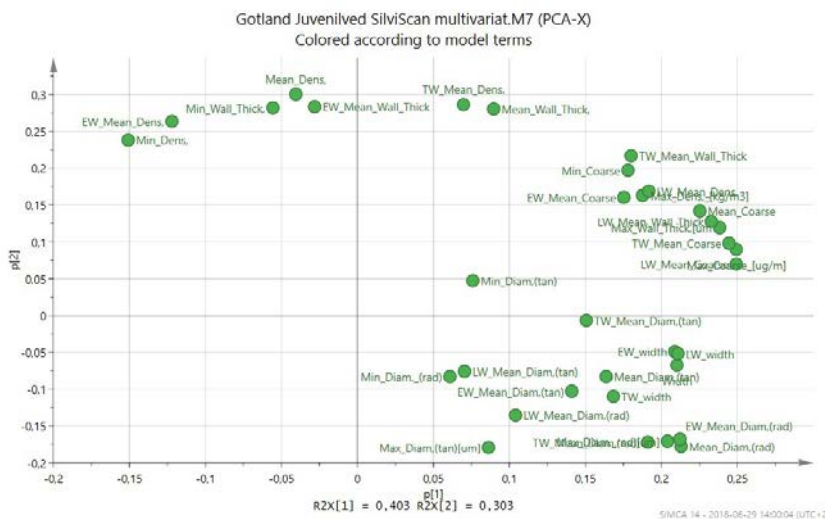
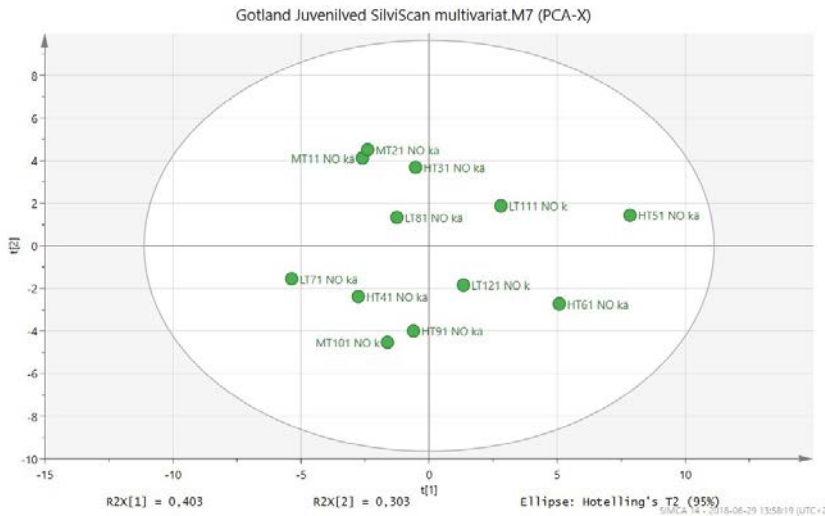
Ingen multivariatprediktionsmodell kunde genereras för extraktivämnen. Dvs tillväxtparametrarna kan inte prediktera extraktivämnesinnehåll vid brösthöjd. Sambanden mellan tillväxtparametrar och extraktivämnesinnehåll är för svaga.

Bilaga 2

SilviScan-data (PCA-X): juvenilverd (årsringar 1-15) vid brösthöjd (trissor 1)



Bilaga 2

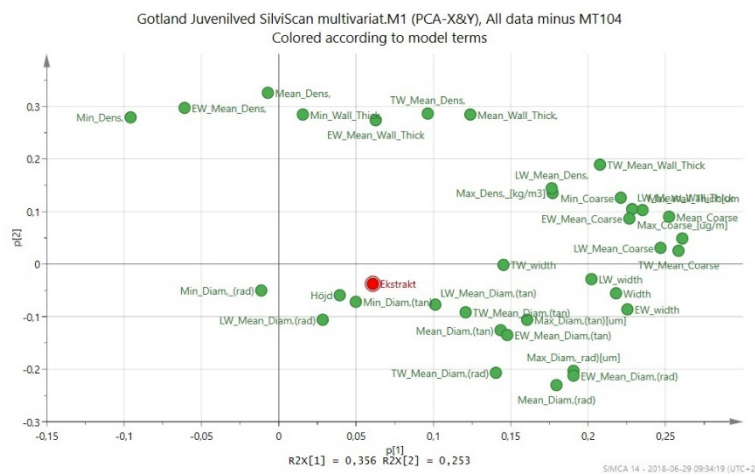
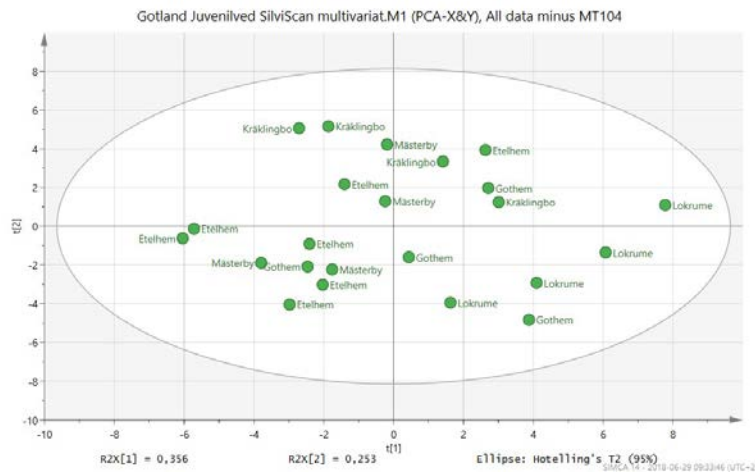
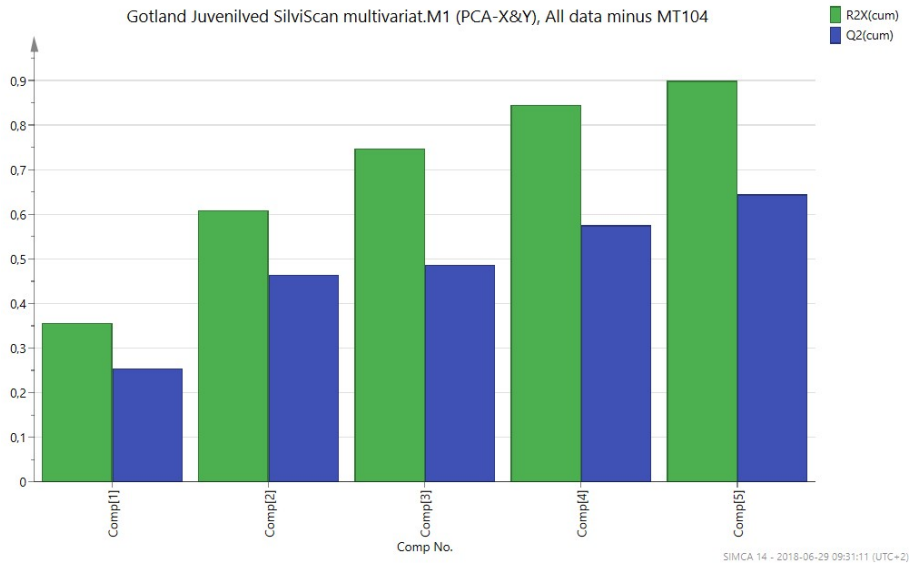


Lokrume utmärker sig enbart på dess tillväxtparametrar utan att ta hänsyn till extraktivämnesinnehåll. Det samma gäller också för Kräklingbo.

SilviScan-data kombinerad med data om extraktivämnesinnehåll från trissor 1 och 4 exkl. Lokrume och trissa LT71

Egenskaperna i trissa MT104 avviker mycket från de övriga proverna, och exkluderades från analysen. Höjd inkluderades som variabel i analysen, dvs. höjd kan vara 1 eller 4, dvs brösthöjd och 4m.

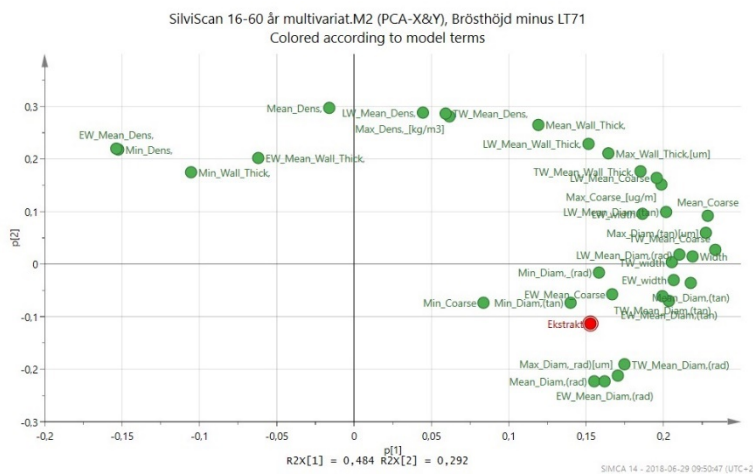
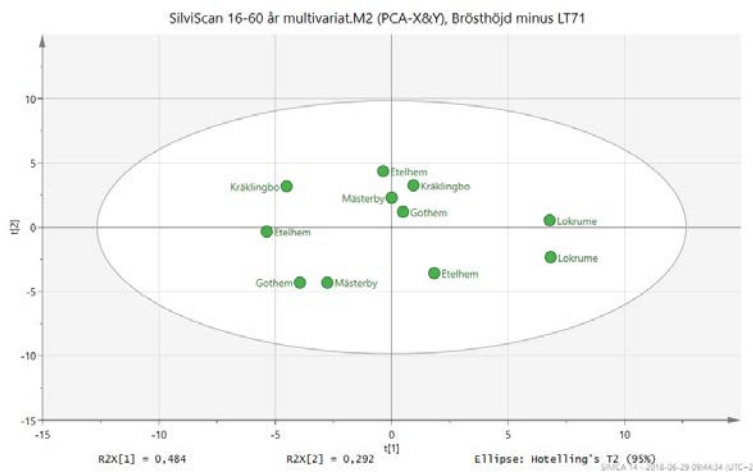
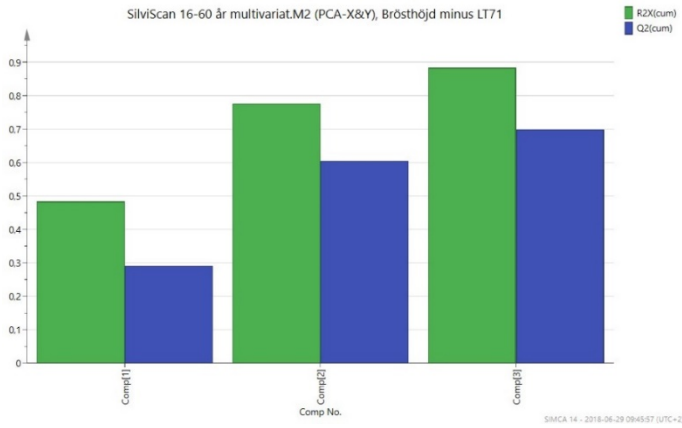
Bilaga 2



Ingen multivariatprediktionsmodell kunde genereras för extraktivämnen.

Bilaga 2

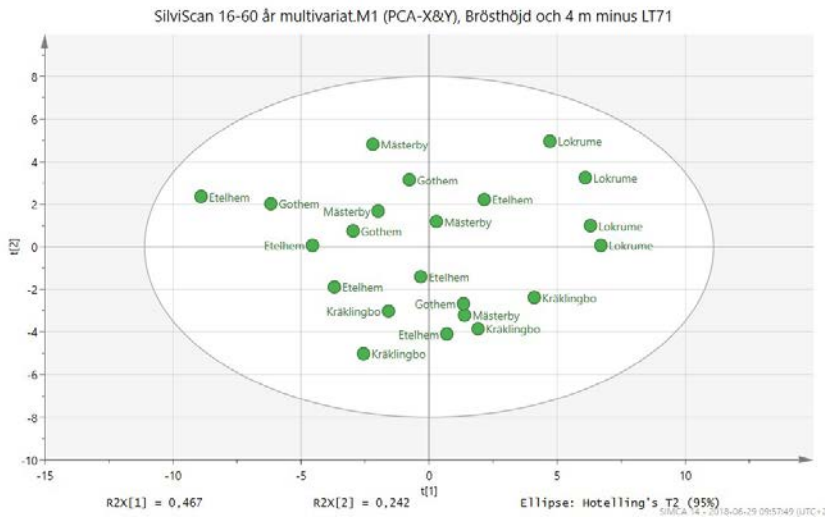
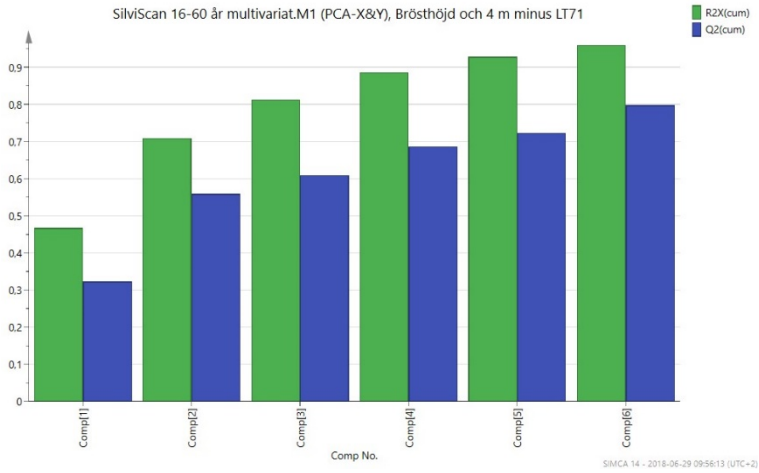
SilviScan-data kombinerad med data om extraktivämnen avseende årsringar 16-60 från trissor 1. Egenskaperna i trissa LT71 avviker mycket från de andra. Därför exkluderades denna från följande analysen.



Ingen prediktionsmodell kunde genereras.

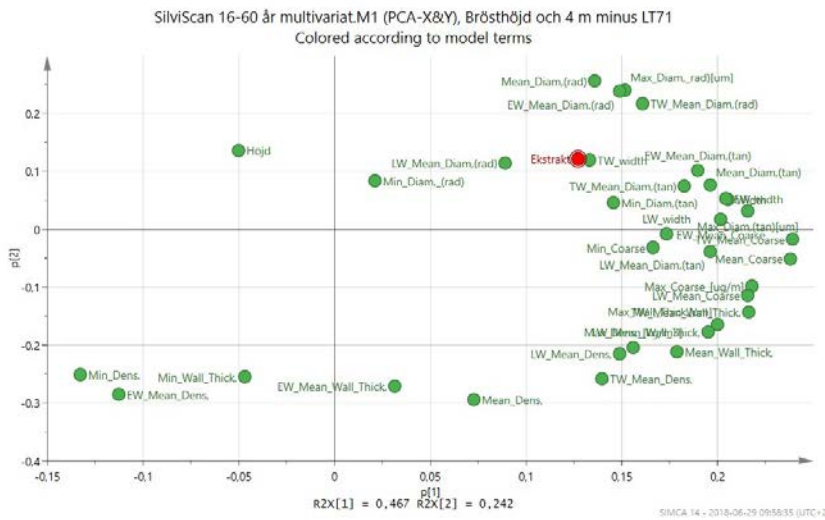
Bilaga 2

SilviScan-data kombinerad med data om extraktivämnen avseende årsringar 16-60 från trissor 1 och 4 exkl. trissa LT71. Trisshöjd inkluderas som variabel.

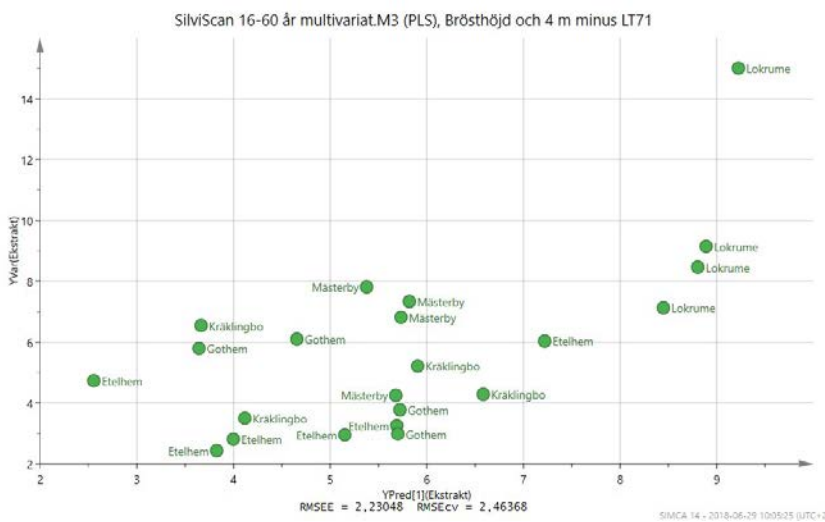


Intressant att höjd inte har ett starkt samband i den första komponenten. Den har dock ett starkt samband i den andra komponenten.

Bilaga 2



En svag PLS prediktionsmodell kunde genereras i detta fall.



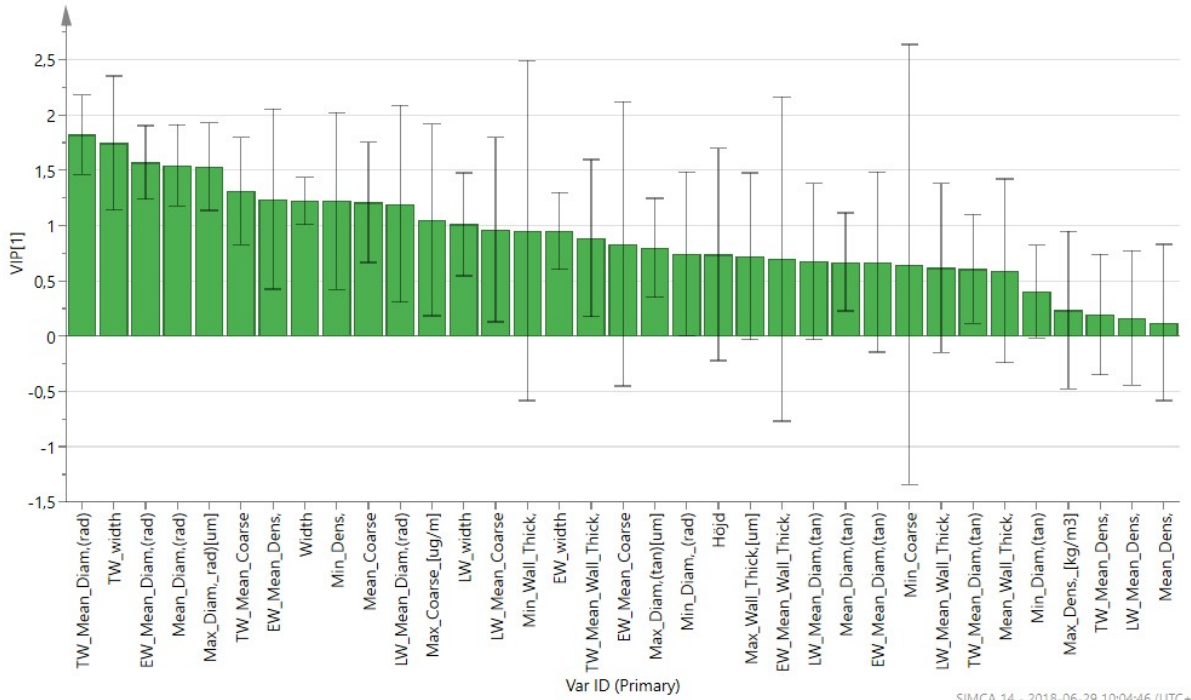
Viktiga parametrar för prediktionsmodellen

VIP-values larger than 1 indicate “important” X-variables, and values lower than 0.5 indicate “unimportant” X-variables. The interval between 1 and 0.5 is a gray area, where the importance level depends on the size of the data set.

The VIP plot is sorted from high to low, and shows confidence intervals for the VIP values, normally at the 95% level.

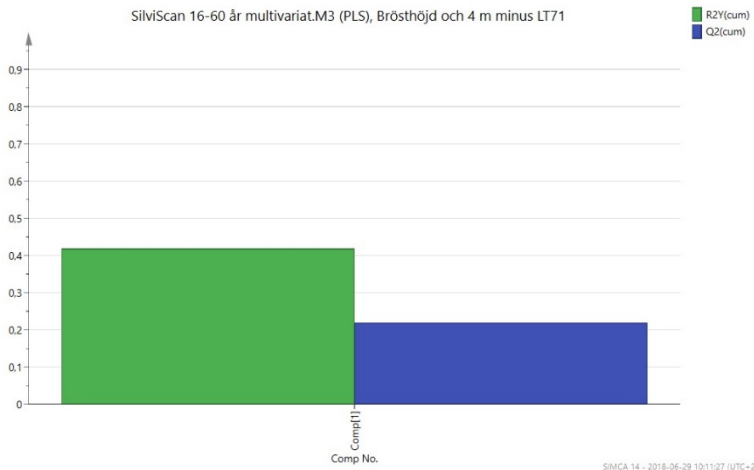
Bilaga 2

SilviScan 16-60 år multivariat.M3 (PLS), Brösthöjd och 4 m minus LT71



SIMCA 14 - 2018-06-29 10:04:46 (UTC+2)

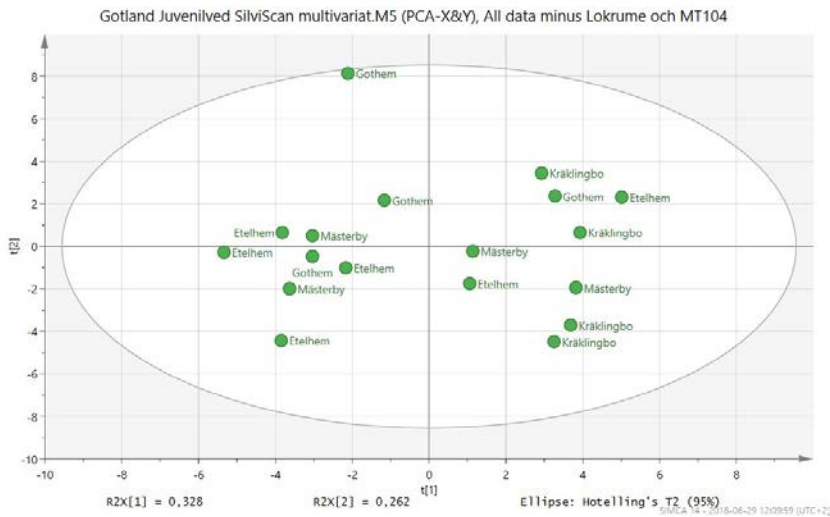
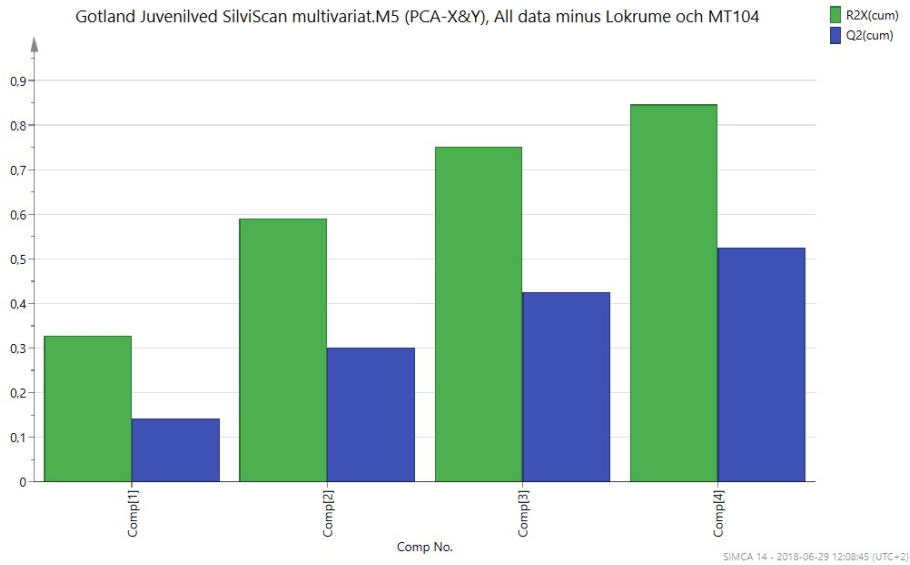
Prediktionsmodellen har bara en komponent, och visar en mycket svag prediktionsförmåga.



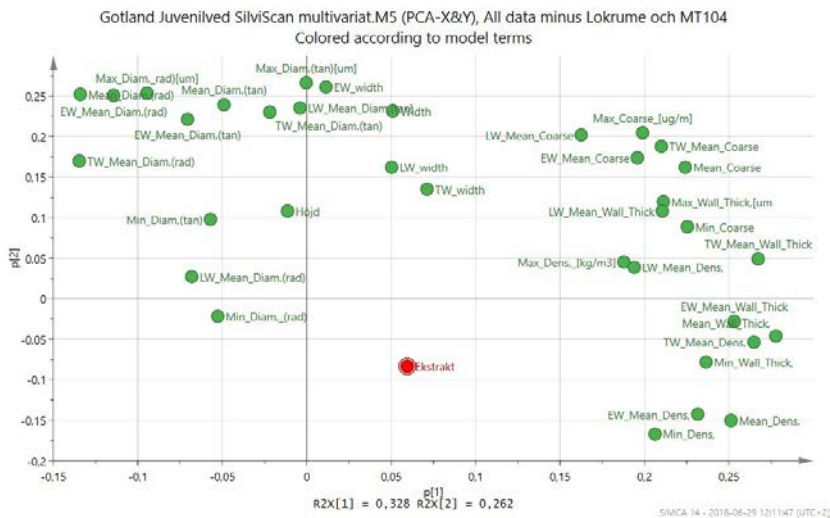
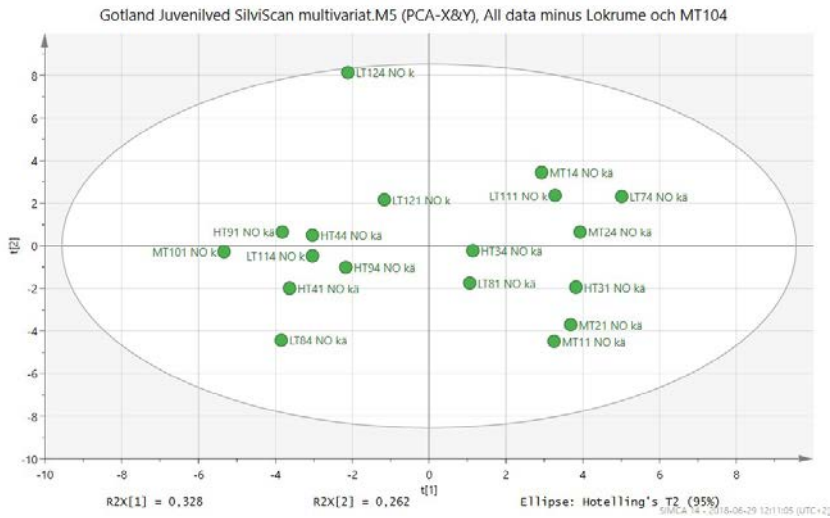
SIMCA 14 - 2018-06-29 10:11:27 (UTC+2)

Bilaga 2

SilviScan-data kombinerad med data om extraktivämnen från trissor 1 och 4 exkl. Lokrume och trissa MT104



Bilaga 2

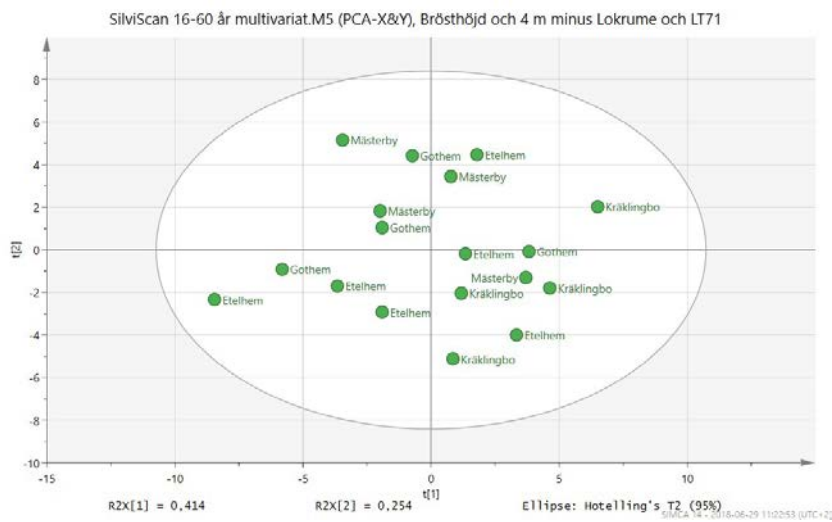
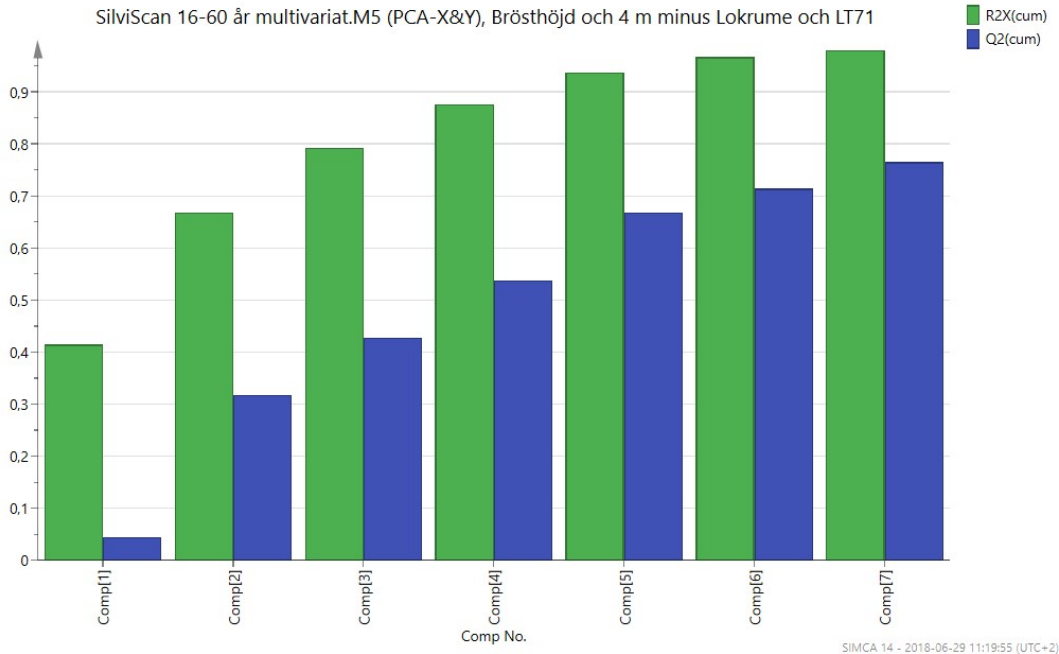


På komponent 2: bredda årsringar i juvenilved innebär mindre extraktivämnen?

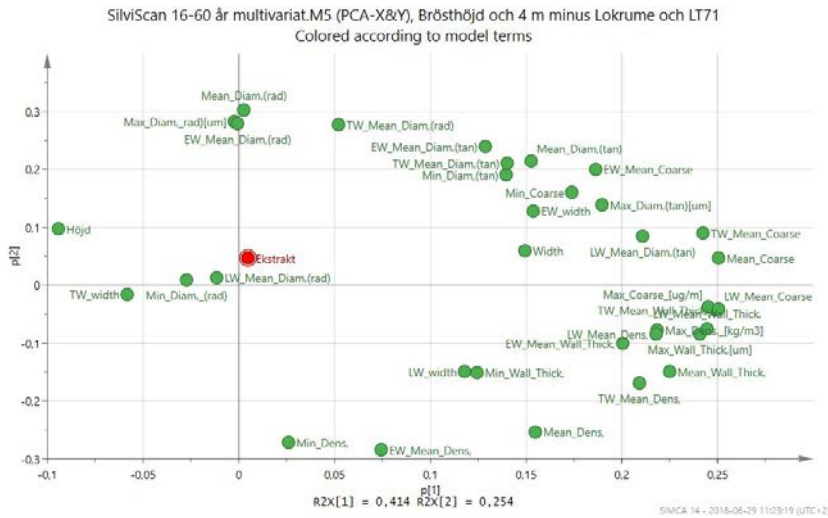
En prediktionsmodell kunde inte genereras.

Bilaga 2

SilviScan-data kombinerad med data om extraktivämnen avseende årsringar 16-60 från trissor 1 och 4 exkl. Lokrume och trissa LT71

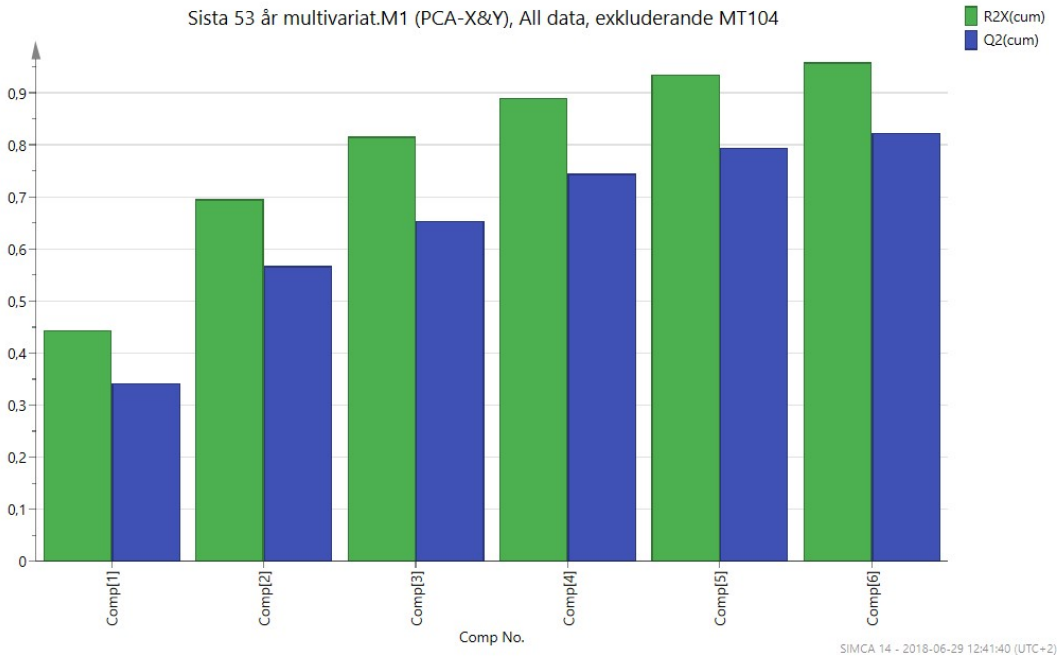


Bilaga 2

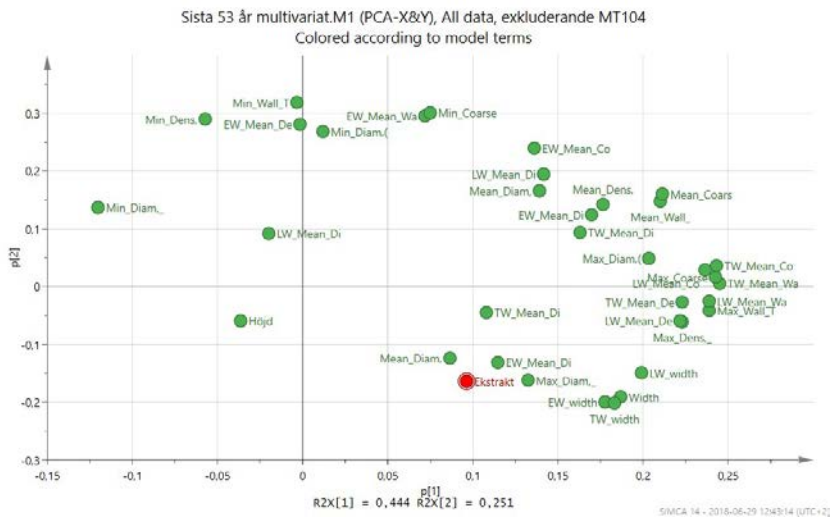
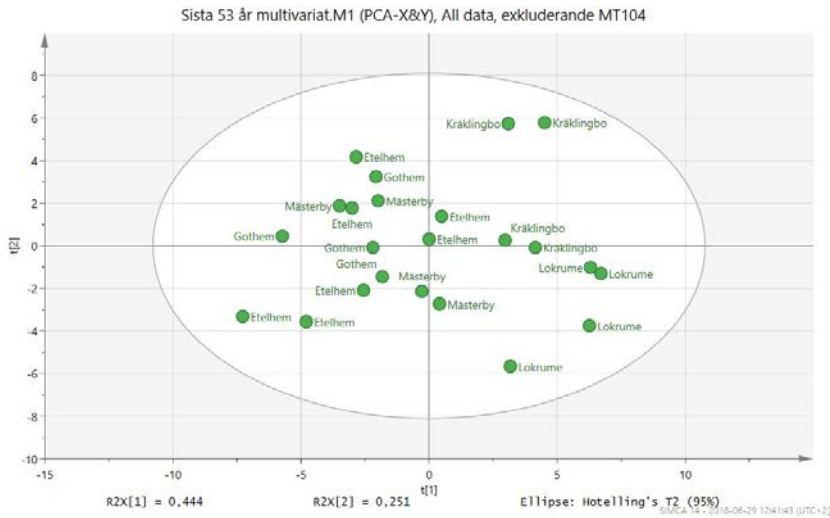


En PLS prediktionsmodell kunde inte genereras.

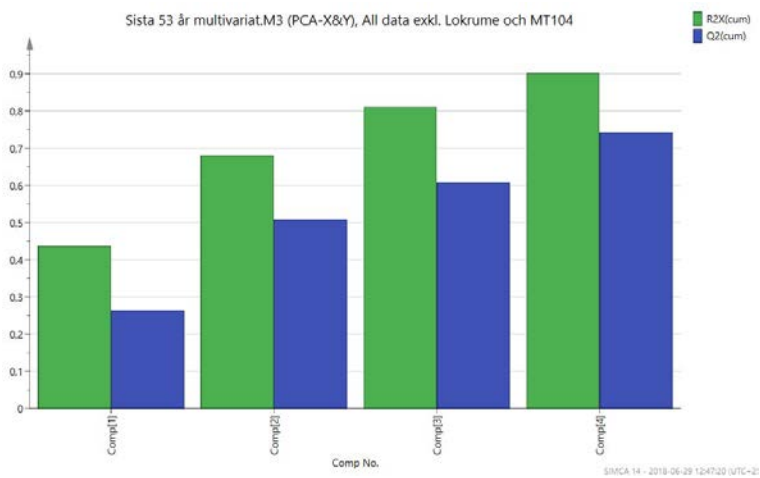
Sista 53 årsringar från varje trissa 1 och 4 exkl. trissa MT104



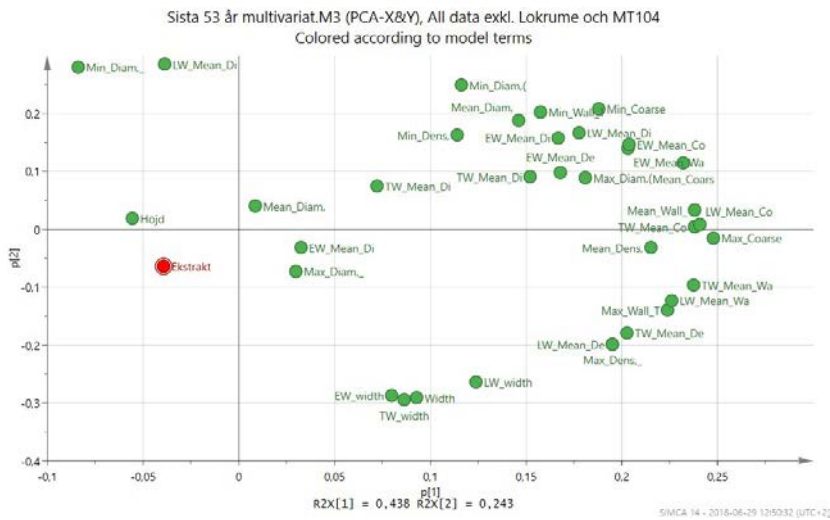
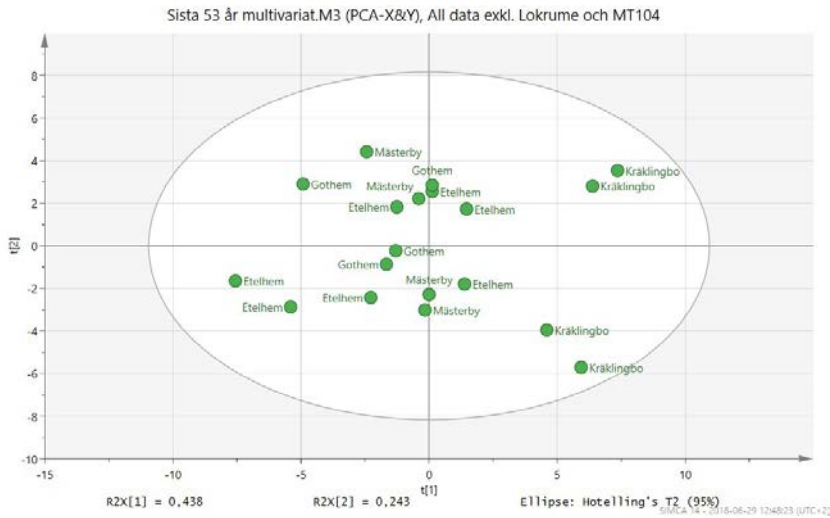
Bilaga 2



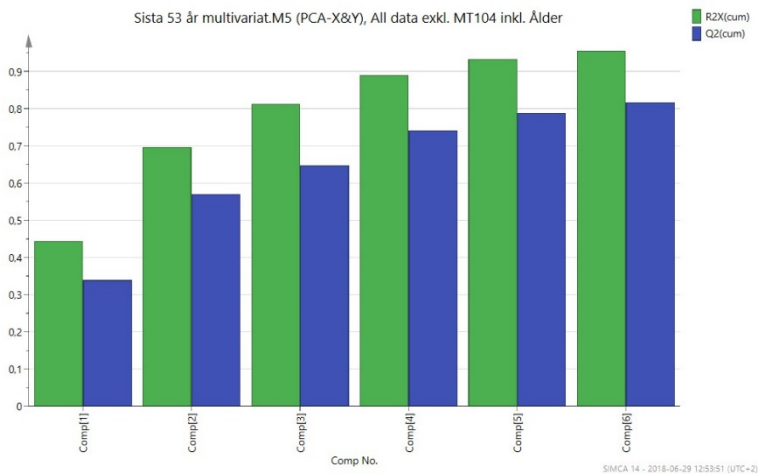
Sista 53 årsringar från varje trissa 1 och 4 exkl. Lokrume och trissa MT104



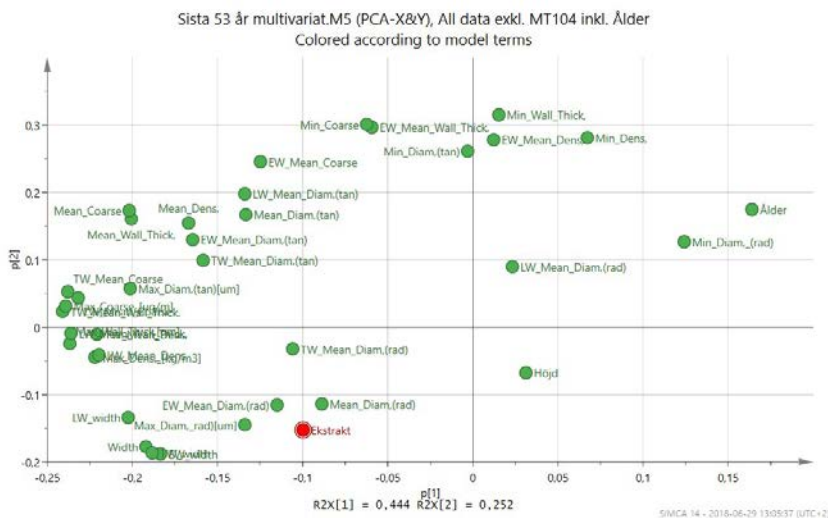
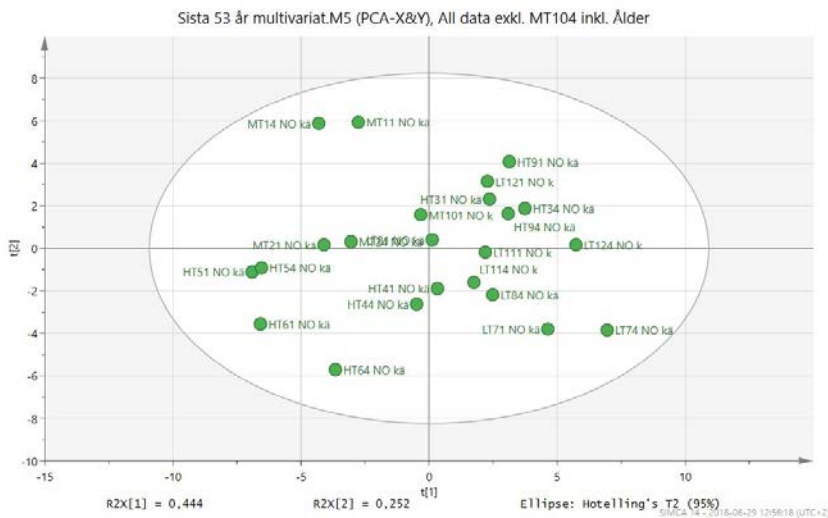
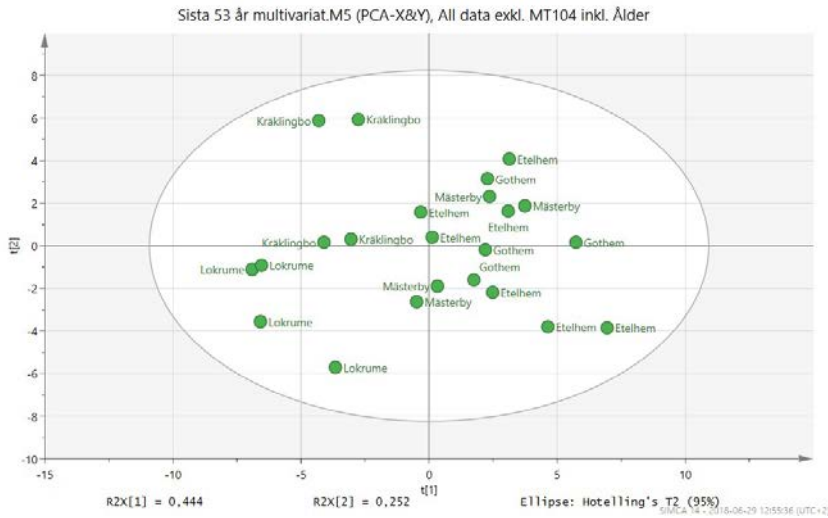
Bilaga 2



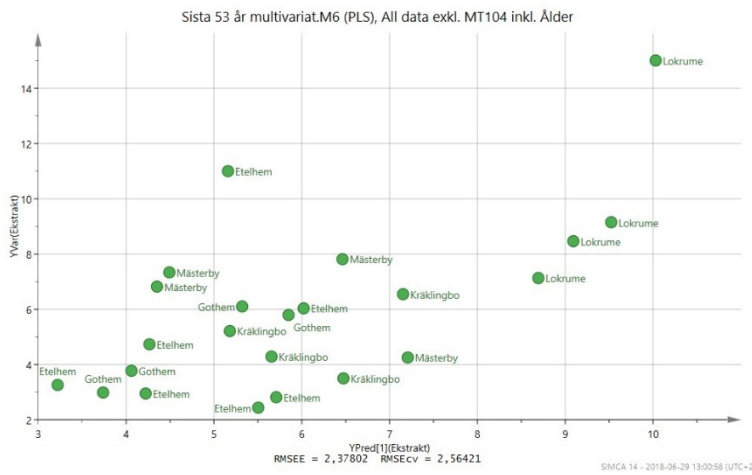
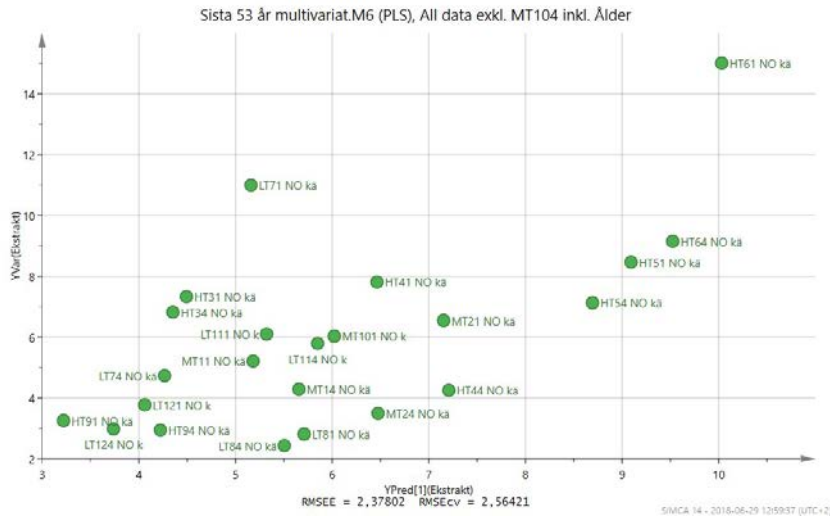
Sista 53 årsringar – all data exkl. trissa MT104, inkl. ÅLDER som variabel



Bilaga 2



Bilaga 2



Även med ålder inkluderad blir prediktionsmodellen inte bättre.

