



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

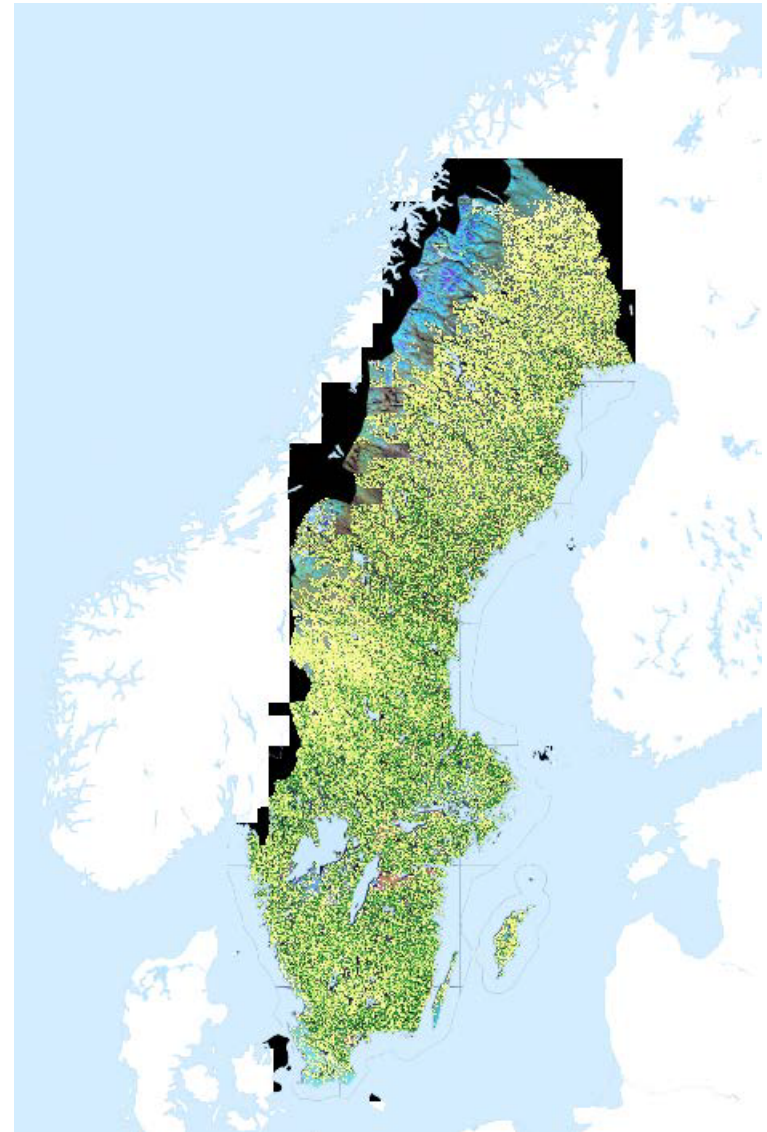
Multispektral laserskanning för skog

Eva Lindberg, Arvid Axelsson, Johan Holmgren,
Kenneth Olofsson and Håkan Olsson

Institutionen för skoglig resurshushållning, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå

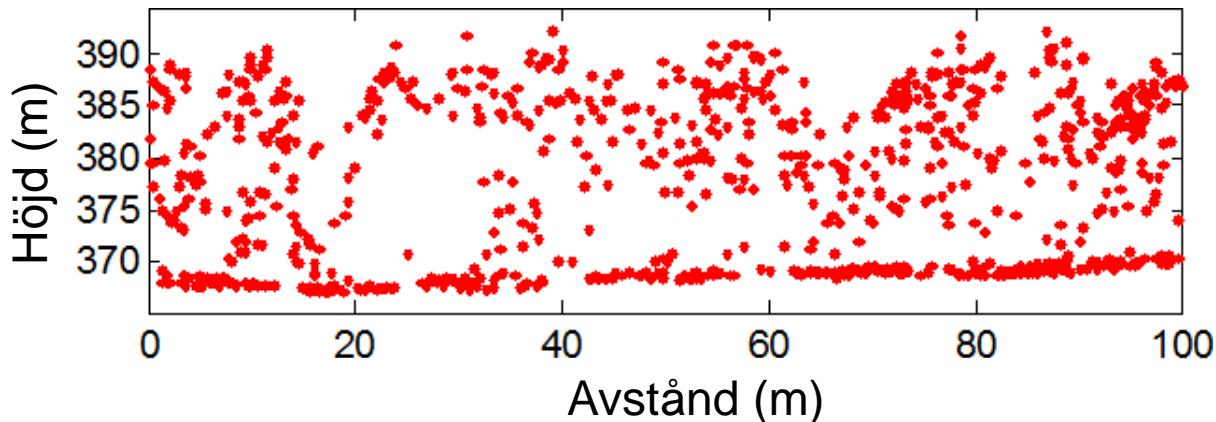
Bakgrund

- Större delen av Sverige laserskannades 2009-2015, primärt för en ny höjdmodell
- SLU och Skogsstyrelsen har använt laserdata i kombination med provytor från Riksskogstaxeringen för att producera en nationell rasterdatabas med skogliga variabler:
 - Medelhöjd
 - Medeldiameter (DBH)
 - Grundyta
 - Volym
 - Biomassa
 - Distributerat som öppna data
 - De stora skogsbolagen har gjort liknande produkter



Trädslag från flygburna laserdata

- Flygburen laserskanning ger information om höjd och täthet hos vegetationen
→ Skogliga variabler som trädhöjd och volym kan skattas



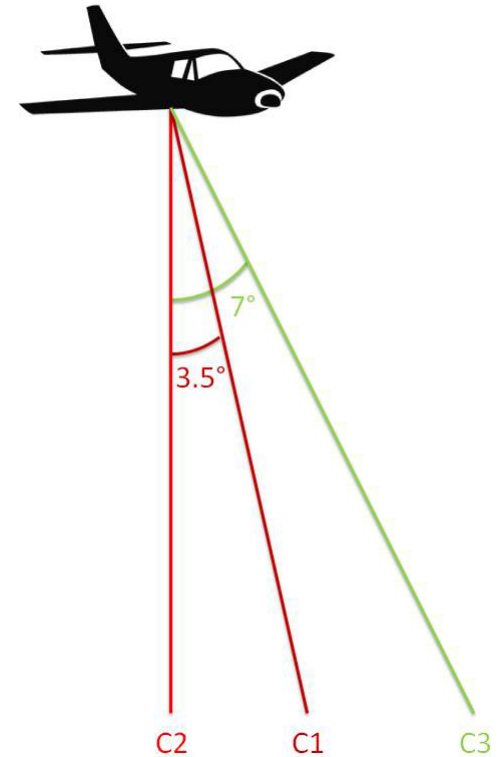
- Trädslag kan inte skattas från laserdata
- Olika trädslag har olika färger
→ Laserljus med olika färger/våglängder skulle kunna ge trädslag

Fördelar med laserskanning jämfört med passiva sensorer

- Ett system mäter både struktur och intensitet
- Möjliggör separation av signalen från trädkronor och mark
- Konsistenta ljusförhållanden oberoende av solvinkel
- Inga skuggor
- Väldefinierade våglängder istället för bredare våglängdsband

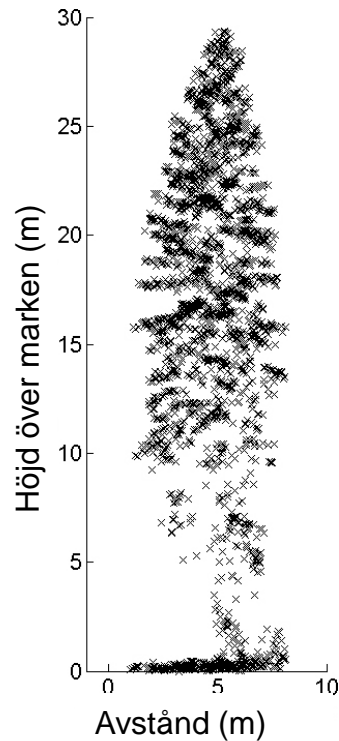
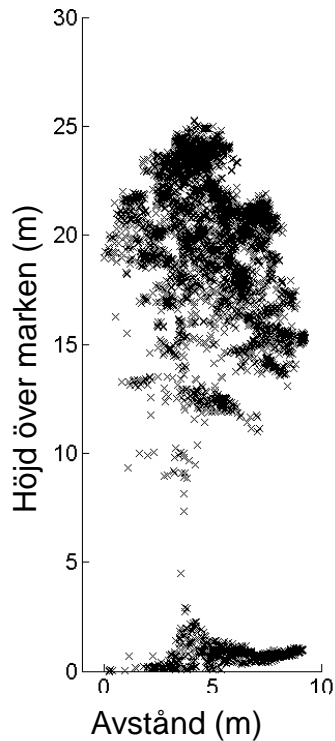
Multispektral laserskanning

- Laserskanner Optech Titan operationell från 2015
- Våglängder 1550 nm (C1), 1064 nm (C2), 532 nm (C3)
- Data insamlat i Remningstorp (Västergötland)
 - Hemi-boreal skog, barrdominerat med lövinslag
 - Skanning 21 juli 2016
 - Flyghöjd 400 m över marken
 - Returtäthet 30-40 m⁻² per kanal

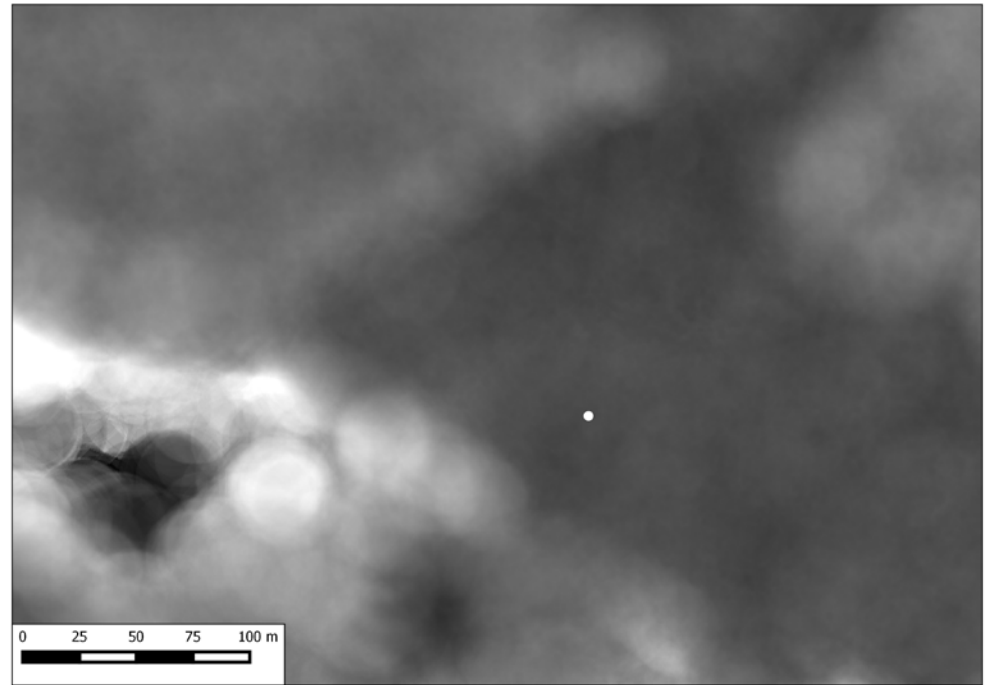


Trädslagklassificering

1. Individuella träd, utvalda träd, nio olika trädslag



2. Areabaserad (raster) metod, tre olika trädslag (grupper)



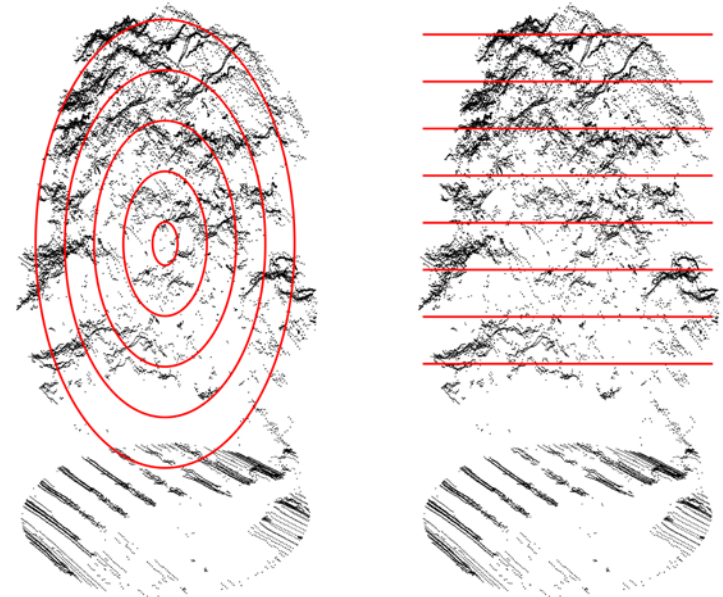
Raster med medelintensitet av NIR laserreturer inom 10 m radie

Trädslag – utvalda träd

- “Using multispectral ALS for tree species identification”
(examensarbete Arvid Axelsson)
- Utforska hur olika svenska trädslag skiljer sig åt i spektrala egenskaper och struktur mätt med multispektral laserskanning
 - Hur ska punktmolnet mätas?
 - Var i trädkronorna finns information om trädslag?
 - Intensitet och multispektral information jämfört med endast struktur?

Data och metoder

- Fältbesök i slutet av september 2016
- 195 solitära träd registrerades och positionssattes (gran, tall, björk, ek, ask, lind, fågelbär, lönn och al).
- Dessutom segmenterades granar i skogsbestånd från punktmolnet
- Analys av laserdata
 - Avståndskorrigerigering av intensitet (multiplicera med avståndet från skannern i kvadrat)
 - Segmentera trädkronor med hjälp av kronvidd och kronhöjd
 - Härled metriker från intensitet och struktur på tre olika sätt: ellipsoider, lager och fördelningar
- Klassificera med linjär diskriminantanalys
- Välj metriker

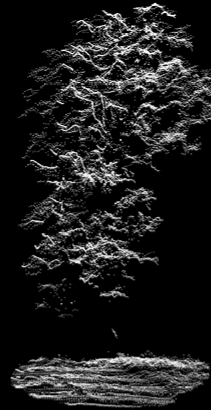




Al



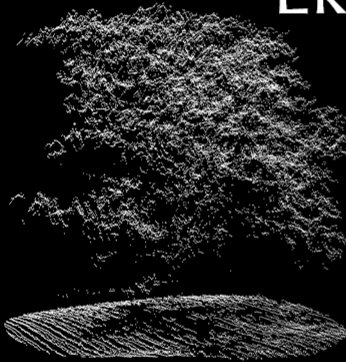
Ask



Björk



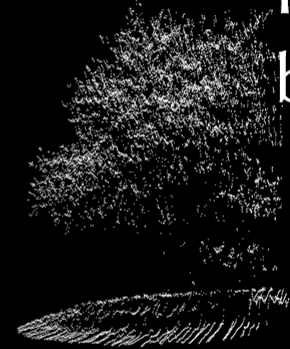
Ek



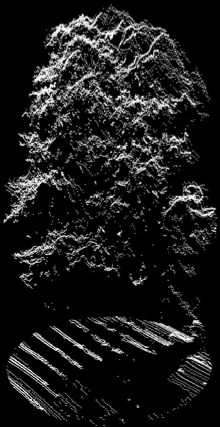
Gran



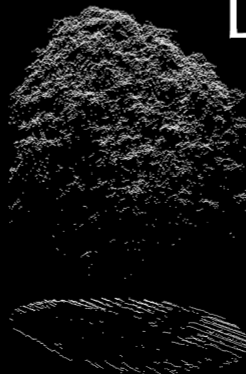
Fågel-
bär



Lind



Lönn



Tall



Resultat

- För alla metriker kom de viktigaste variablerna från den yttre/övre delen av trädkronorna
- De bästa resultaten kom från fördelningsmetriker
- Total klassificeringsnoggrannhet för fördelningsmetriker:

	Multispektral	1064 nm
Intensitet	76%	61%
Struktur	41%	40%
Båda	77%	66%

Klassificeringsnoggrannhet, alla metriker

- Confusion matrix för den bästa modellen

	Kända typer									User's acc.
	Al	Lönn	Björk	Ask	Gran	Fågelb	Tall	Ek	Lind	
Al	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lönn	0	12	0	0	0	0	0	0	2	86
Björk	0	0	24	0	0	3	0	0	4	77
Ask	1	0	0	19	0	1	0	2	2	76
Gran	0	0	0	0	15	0	0	0	0	100
Fågelb	0	0	0	0	0	1	0	0	0	100
Tall	0	0	0	0	0	0	29	0	0	100
Ek	5	0	1	4	0	0	0	35	7	67
Lind	1	1	1	0	0	0	0	1	8	67
Prod's acc.	0	92	92	83	100	20	100	92	35	80

Klassificeringsnoggrannhet, endast strukturella metriker

- Confusion matrix för den bästa modellen

	Known types									User's acc.
	Al	Lönn	Björk	Ask	Gran	Fågelb	Tall	Ek	Lind	
Al	1	0	1	0	0	0	0	0	1	33
Lönn	1	7	0	2	1	0	0	2	1	50
Björk	1	1	14	2	1	2	0	2	3	54
Ask	0	2	2	13	2	0	1	2	0	59
Gran	0	0	0	0	9	0	1	1	0	82
Fågelb	0	0	0	0	1	1	0	0	1	33
Tall	0	0	0	0	0	0	25	0	0	100
Ek	1	1	7	5	1	2	2	28	6	53
Lind	3	2	2	1	0	0	0	3	11	50
Prod's acc.	14	54	54	57	60	20	86	74	48	61

Trädslag – areabaserad

- Fältinventering 2016: 265 provytor, alla träd med DBH ≥ 40 mm inom 10 m radie registerades och positionerades
- Analys av laserdata
 - Avståndskorrigerad intensitet (multiplicera med avståndet från skannern i kvadrat)
 - Skapa kronhöjdsraster (nDSM)
 - Beräkna intensitetsraster från returerna > 2 m över marken och < 2 m under nDSM (rasterceller 0.5×0.5 m²)
 - Beräkna medel och standardavvikelse av intensitetsrasterceller (3 olika våglängder) inom 10 m radie
- Klassificering
 - Välj provytor med medelDBH ≥ 15 cm (äldre skog; 181 provytor)
 - Beräkna trädslagsandelar av grundytan
 - Sätt klasser från dominerande trädslag ($\geq 80\%$ grundytan; Tall, gran, löv)
 - Klassificera med linjär diskriminantanalys (LDA) från medelintensitet i 3 våglängder

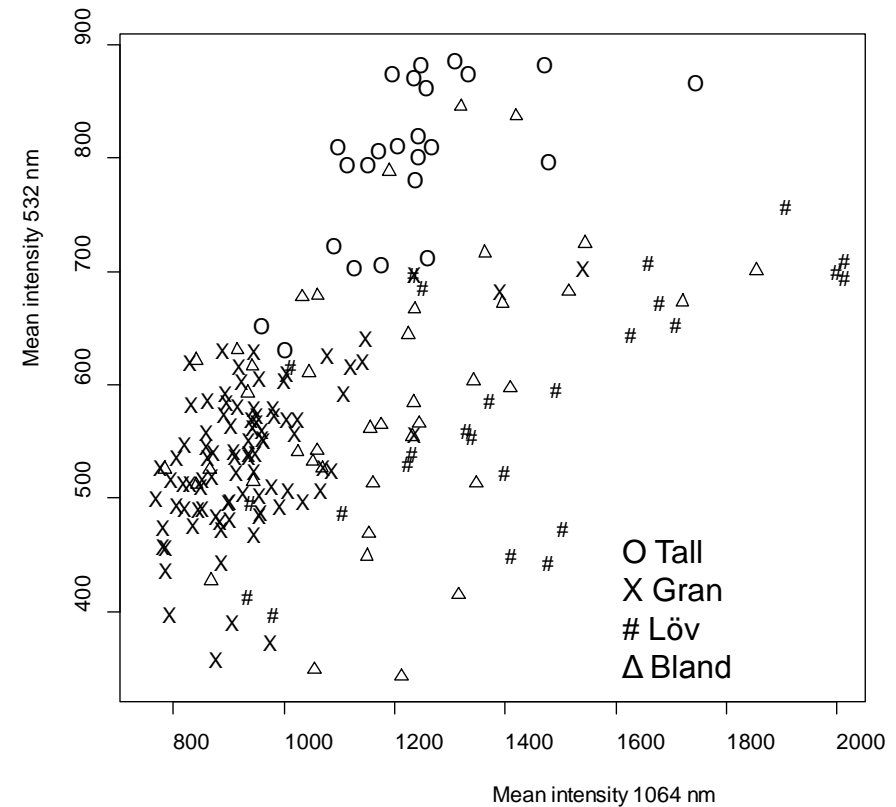
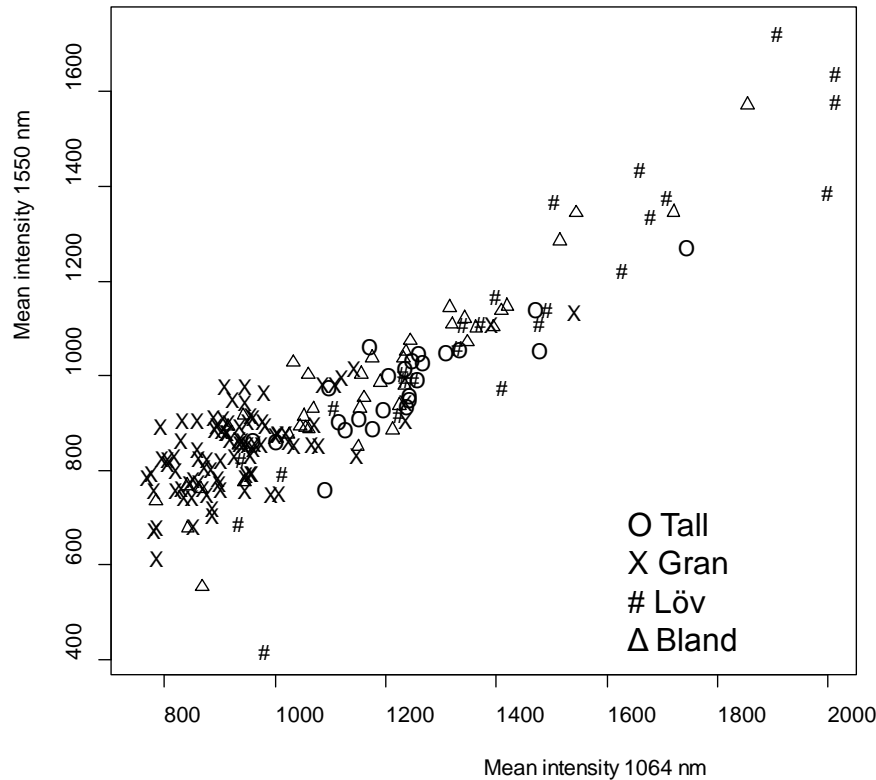
Resultat

- Klassificeringen separerade tall- och grandominerad skog ganska väl
- De vanligaste felen var för blandskog, som klassificerades som gran eller lövdominerad skog

		Fält				User's acc.
		Tall	Gran	Löv	Bland	
Klass.	Tall	21	1	0	3	84%
	Gran	2	86	4	19	77%
	Löv	0	1	13	9	57%
	Bland	1	3	8	10	45%
Prod's acc.		88%	95%	52%	24%	72%

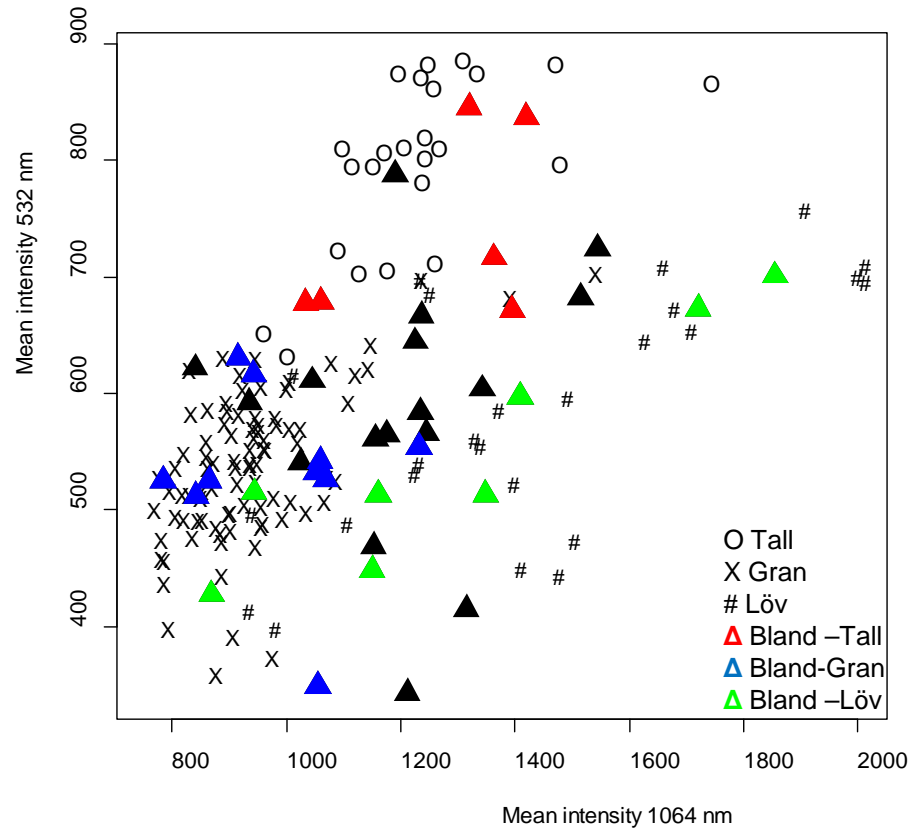
Medelintensitet för trädslag

- Klar separation mellan tall och gran och löv, speciellt för en kombination av 1064 nm och 532 nm
- Blandskog är blandad



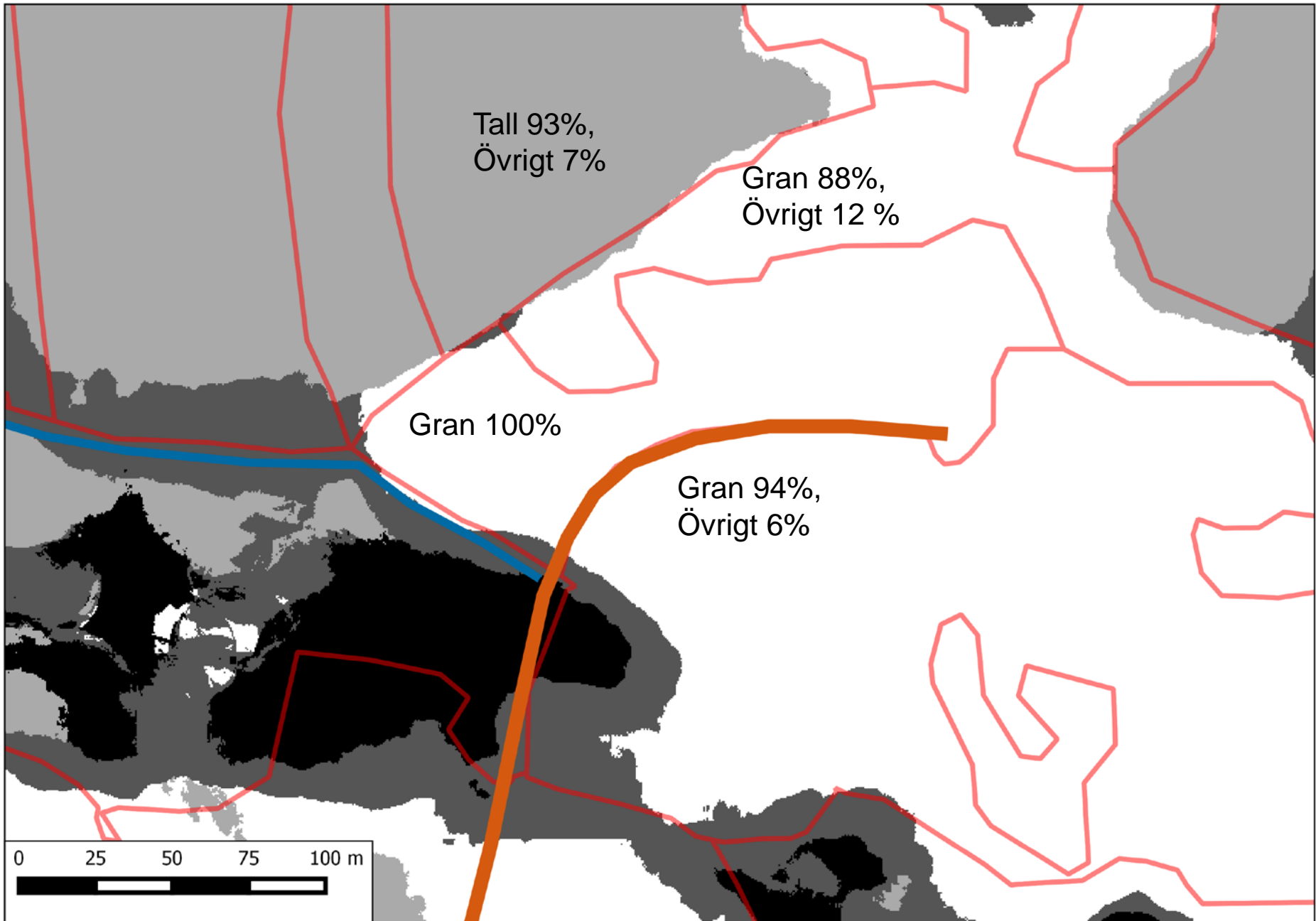
Blandskog

- Provytor med blandskog med ett trädslag $\geq 60\%$ av grundytta



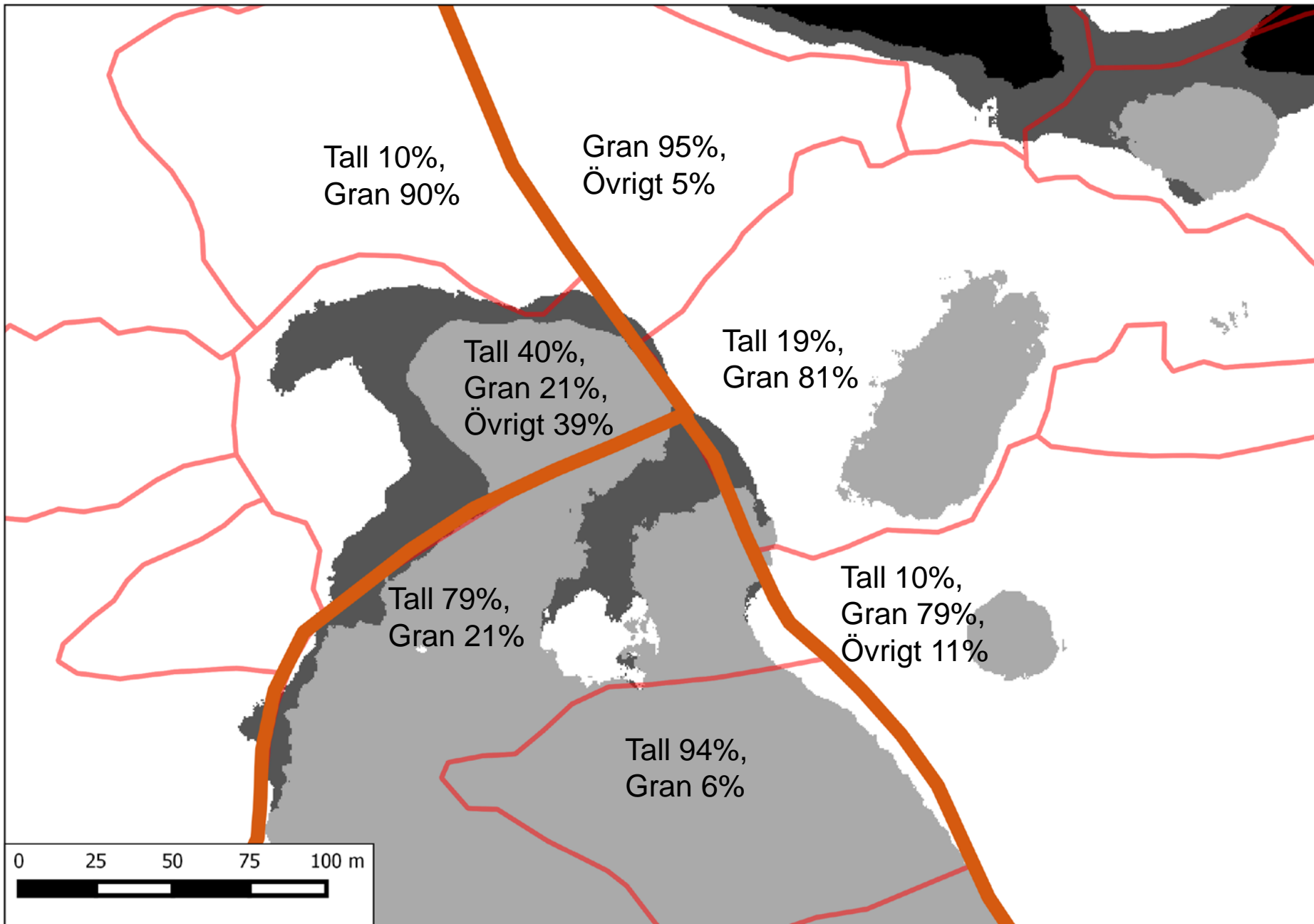
Tall=ljusgrå, Gran=vit, Löv=svart, Bland=mörkgrå

Siffror från flygfototolkning



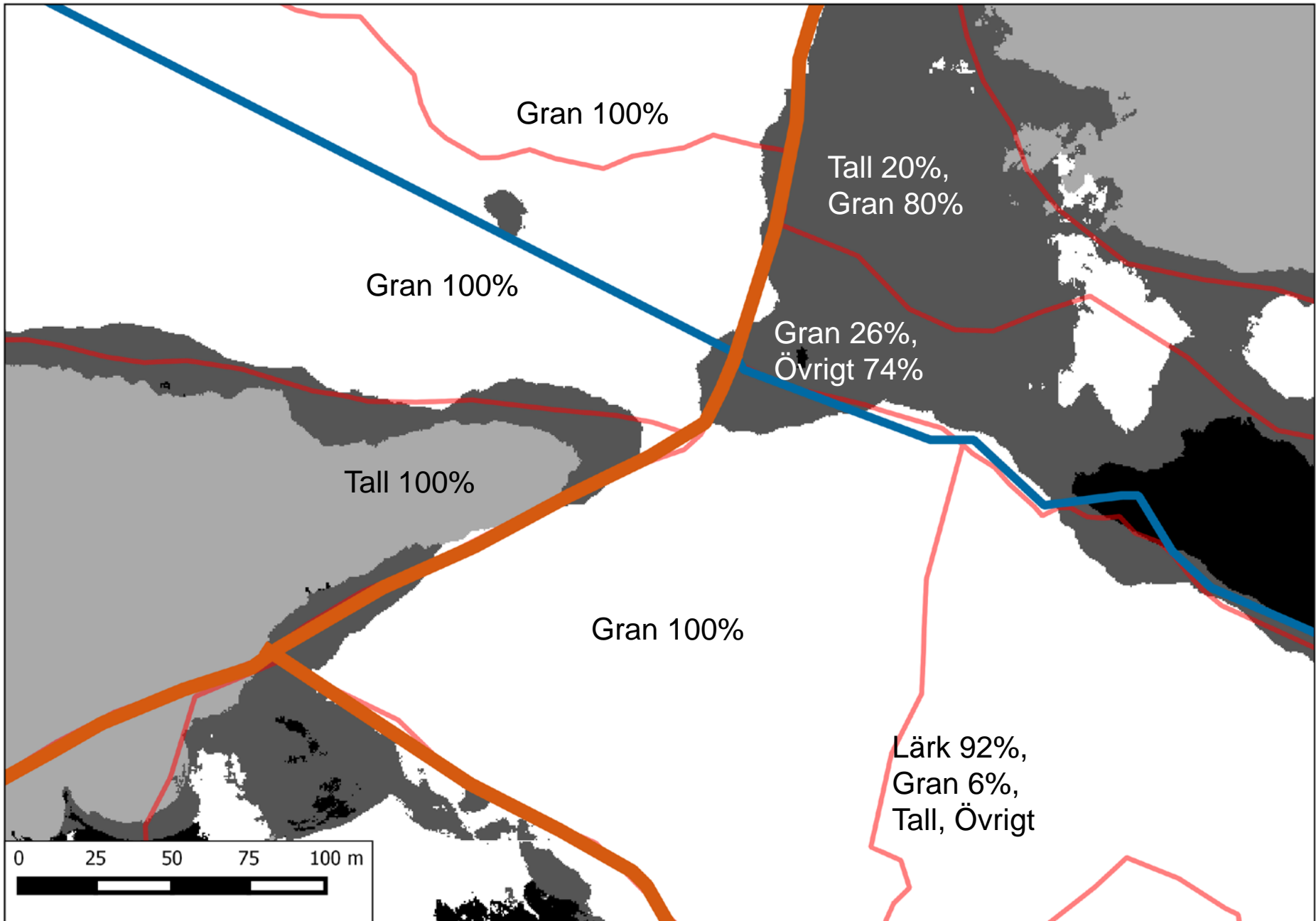
Tall=ljusgrå, Gran=vit, Löv=svart, Bland=mörkgrå

Siffror från flygfototolkning



Tall=ljusgrå, Gran=vit, Löv=svart, Bland=mörkgrå

Siffror från flygfototolkning



Slutsatser

- Hög klassificeringsnoggrannhet, både för individuella träd och areabaserad metod
- Klassificerade rasterbilder stämmer med flygfototolkning
- En kombination av C2 (1064 nm, NIR) och C3 (532 nm, grön) verkar lovande
- Flyghöjden var 400 m över marken. Detta är forskningsmaterial.
Operationell laserskanning använder vanligen en högre flyghöjd.
- Signalen i den gröna kanalen är svagare pga. större footprint/divergens. Kan divergensen göras mindre i framtida system?

Tack för uppmärksamheten!



Eva Lindberg
eva.lindberg@slu.se