



Projekt finansierat av Skogsägarna Norrskogs Forskningsstiftelse

Online värdeoptimering i såglinje

Fredrik Persson, Per Berg

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås (huvudkontor)

© 2014 SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

SP Rapport 2014:52
ISSN 0284-5172

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	3
Förord	5
Syfte och bakgrund	5
Mål	5
Metod	6
Resultat	7
Slutsatser och diskussion	9
Bilaga 1 – Samtliga PLS-modeller	1
1.1 Rotstocksmodell	1
1.2 Mellanstocksmodell	2
1.3 Toppstocksmodell	3
1.4 Friskkvistsmodell	4
1.5 Torrkvistsmodell	5

Förord

Tack till Skogsägarna Norrskogs Forskningsstiftelse som varit huvudfinansiär till detta projekt, samt till Veisto Sverige AB och SP Trä som också bidragit till finansieringen. Ett stort tack till Östavall sågverk och all berörd personal som ställt upp och gjort detta projekt möjligt.

Syfte och bakgrund

Östavall sågverk, som ingår i NWP (Norrskog Wood Products), har ett antal timmerklasser där det är olika efterfrågan på olika virkeskvaliteter beroende på virkesdimension. Av t.ex. furu i timmerklass F5/F5T efterfrågas det en högre kvalitet med små kvistar (tillåtet med torr-/svartkvist) av lamina-dimensionen 34x112 mm. För de alternativa produkterna, som är mer av standarddimensioner, i samma timmerklass är det liten efterfrågan efter den högre kvaliteten då den håller ett högre pris. Därför vill man såga stockar med torr-/svartkvist till laminadimension och övriga stockar till standarddimensioner.

I dagsläget sker en försortering i timmersorteringen enligt stocktyp (topp-, -mitt- och rotstock) för att det ska bli rätt kvalitet på plankorna i slutändan. Denna kvalitetsortering sker med systemet Kvalitet On-line som de haft sedan en lång tid tillbaka. Kvalitet On-line är utvecklat av SP Trä och det använder sig av stockarnas yttre form, uppmätt av en 3D-mätarm, för att bedöma stocktyp.

I sågen sker sedan en volymoptimering av var stock när sågmönster/postning ska väljas. I Östavall finns en HewSaw SL250 2.2 såglinje vilken möjliggör omställningar av hela sågmönstret mellan varje stock.

Frågeställning: ”Går det att göra en kvalitetsbedömning i sågen likt den i timmersorteringen?”

En kombinerad kvalitets- och volymoptimering ger en värdeoptimering!

Genom att värdeoptimera istället för att volymoptimera i såglinjen kommer det totala värdet på den sågade varan att kunna höjas. I vissa situationer kan dessutom en suboptimering ske mellan bedömningarna i timmersorteringen och i såglinjen. Värdeoptimeringen blir möjlig då olika postningar kan väljas beroende på kvaliteten. T.ex. kan man välja postningar som ger mer vankant om kvaliteten inte är så hög medan stockar med högre kvalitet postas så de blir skarpkantade.

En väsentlig skillnad mellan mätningen vid timmersorteringen och den vid första 3D-mätarmen i såglinjen är att stockarna är rotreducerade och barkade i det senare fallet. Är rotändorna på stockarna rotreducerade kommer sorteringsresultatet att påverkas negativt av detta då rotavsmalningen är en av de viktigaste parametrarna i de framtagna PLS modellerna.

Mål

- Implementera On-Line värdeoptimering i såglinjen
- Undersöka barkningens och rotreduceringens inverkan på sorteringsresultatet

Metod

Under första veckan i december 2013 genomfördes en provsågning med 350 furustockar ur timmerklasserna F5 (rot- och mellanstockar) och F5T (toppstockar). Varje stock ID-märktes och längdmättes manuellt.

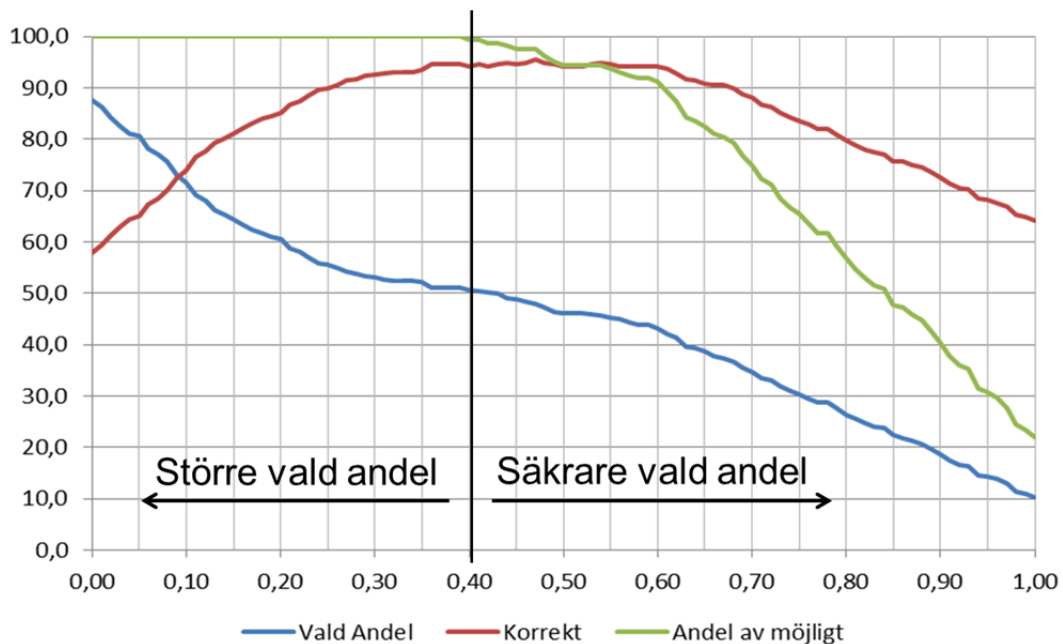
Stockarna kördes igenom timmersorteringen där data från 3D-mätramen sparades och varje stock bedömdes enligt stocktyp av virkessorterare från VMF. Därefter sågades stockarna. I sågen sparades allt 3D-data från första mätramen. En översorterare från sågverket bedömde dessutom om varje stock var frisk eller torrkvistig. Samtliga stockar sågades med samma postning, 3ex-log 34x112 mm.

På planken från de första 50 stockarna, dvs. 150 plankor, gjordes en manuell kvalitetsbedömning av kvisttyp (torr- eller friskkvistig) både före och efter torkning. Kvalitetsbedömningen gjordes utan fiktiva justeringskap för att erhålla t.ex. en högre kvalitet.

Av de 3D-data som sparats i timmersorteringen och i sågen, samt de manuella bedömningarna, skapades sedan statistiska sorteringsmodeller. Dessa sorteringsmodeller är s.k. PLS-modeller, Partial Least Squares, och är en typ av multivariat dataanalys. Multivariat dataanalys är fördelaktigt när man arbetar med t.ex. processdata som innehåller många variabler och/eller stora spridningar.

I varje modell, som t.ex. ”rotstocksmodellen” (Figur 1) när man vill sortera ut rotstockar i en egen hög, presenteras tre saker:

1. Vald andel, hur stor andel av stockarna som kommer att hamna i rotstockshögen.
2. Korrekt andel, hur stor andel av rotstockarna och icke-rotstockarna (topp-/mellanstockarna) kommer att hamna i rätt hög.
3. Andel av möjligt, hur stor andel av rotstockarna kommer att hamna i rotstockshögen.



Figur 1 Rotstocksmodell, observera att vald andel inte är representativ då en ej skogfallande timmerfördelning användes i provsågningen.

När modellen används i skarpt läge justeras vad som prioriteras, hög vald andel mot korrekt andel, med hjälp av att man ställer in ett gränsvärde, G. I Figur 1 är ett streck markerat vid $G=0,40$. Detta gränsvärde ger att 99% av alla rotstockar kommer att hamna i rot-

stockshögen, 94% av de valda stockarna är korrekt valt och den valda andelen skulle bli 51% av totalt antal stockar, om stockarna i provsågningen varit representativa för skog-fallande timmer.

Totalt gjordes 10 PLS-modeller, se Bilaga 1 - Samtliga PLS-modeller. För de följande 5 varianterna av PLS-modeller gjordes en modell för timmersortering och en modell för sågintaget: rot-, mellan-, topp-, friskkvist- och torrkviststockmodell.

Resultat

Fördelningen mellan topp-, mellan- och rotstockar var 24, 24 respektive 52% för det timmer som ingick i provsågningen. Hälften av mellanstockarna bedömdes som friskkvistiga, den andra hälften som torrkvistiga, se Tabell 1. Före och efter tork bedömdes runt 39-41% av alla plank som friskkvistiga (blå kolumner). 67-72% av planken från stockar som bedömdes som friskkvistiga var friskkvistiga (gröna kolumner), 22-23% av planken från torrkvistiga stockar blev friskkvistiga (rosa kolumner).

Tabell 1 Procentuell andel av stocktyperna och andel friskkvistiga plank per stocktyp. Inom parentes anges antalet stockar respektive plank. Notera att antalet observationer, dvs. antalet stockar eller plank, är väldigt få i vissa positioner.

Typ	Stockandel			Friskbitandel före tork			Friskbitandel efter tork		
	Friska	Torra	Summa	Friska	Torra	Summa	Friska	Torra	Summa
Rot	12% (3)	88% (23)	52% (26)	67% (6)	19% (13)	24% (19)	56% (5)	20% (14)	24% (19)
Mellan	50% (6)	50% (6)	24% (12)	67% (12)	17% (3)	42% (15)	72% (13)	17% (3)	44% (16)
Topp	83% (10)	17% (2)	24% (12)	67% (20)	83% (5)	69% (25)	77% (23)	50% (3)	72% (26)
Totalt	38% (19)	62% (31)	100% (50)	67% (38)	23% (21)	39% (59)	72% (41)	22% (20)	41% (61)

Tabell 1 inkluderar enbart de manuella bedömningarna av stocktyp och kvistkvalitet på både stock och plank.

I Tabell 2 finns resultaten från de manuella kvisttypsbedömningarna på stock och plank efter tork, samt PLS-friskkvistmodellen från sågintaget.

Den manuella friskkvistsbedömningen ger samma utfall på stockarna som friskkvistmodellen då gränsvärdet $G=0,35$, det är däremot inte samma stockar som hamnat i respektive fack då utfallet av plank skiljer sig åt.

Tabell 2 Andel plankor i olika kvistkvaliteter efter tork för den manuella bedömningen av kvistkvalitet på stock samt för friskkvistmodellen. Inom parantes anges antal stockar respektive plank. Dessutom anges "Korrekt Andel" plank med rätt kvistkvalitet från respektive trave.

			Friskkvist-stocktrave		Torrkvist-stocktrave		
	Stock		Plank		Plank		
Friskkvist-Modeller	Frisk	Torr	Frisk	Torr	Frisk	Torr	Korrekt Andel
Manuell friskkvistbedömning	38% (19)	62% (31)	72% (41)	28% (16)	22% (20)	78% (73)	76% (114)
Friskkvistmodell G=0.35	38% (19)	62% (31)	75% (43)	25% (14)	19% (18)	81% (75)	79% (118)
Friskkvistmodell G=0.45	28% (14)	72% (36)	90% (38)	10% (4)	21% (23)	79% (85)	82% (123)
Friskkvistmodell G=0.60	18% (9)	82% (41)	93% (25)	7% (2)	29% (36)	71% (87)	75% (112)

Den högsta korrekta andelen ligger runt 82-85% för friskkvistmodellen, se bilaga 1. Prioriteras en hög andel torrkvist-plank (till lamina) från torrstockarna skall ett lägre gränsvärde G väljas. Genom att ändra friskkvistmodellen från G=0,60 till G=0,35 ökar torrkvistandelen från 71 till 81% i torrkvisthögen. Omvänt så ändras andelen friskkvist-plank i friskkvisthögen från 75 till 93% genom att ändra G=0,35 till G=0,60.

Ett alternativ för att få rätt kvistkvalitet på planken kan vara att sortera på stocktyp. I Tabell 3 visas resultaten av att sortera ut rotstockar för att erhålla t.ex. torrkvistiga plank ur rotstockarna. Både den manuella rotstocksbedömningen och rotstocksmodellen ger att 76-78% av plankorna i rotstockshögen blir torrkvistiga. Denna andel är i ungefär samma nivå som friskkvistmodellen i Tabell 2, förutom att antalet plankor i rotstockstraven blir färre. Detta innebär bl.a. att det istället blir fler torrkvistiga plank i mellan- och toppstockstraven jämfört med i friskkviststraven. Därför blir "Korrekt andel" lägre med rotstocksmodellen.

Tabell 3 Utfall om rotstockar utsorteras för att erhålla torrkvistiga plank. Inom parantes anges antalet stockar respektive plank.

			Mellan-/Topp-stockstrave		Rotstocks-trave		
	Stock		Plank		Plank		
Rotstocksmodeller	Mellan-Topp	Rot	Frisk	Torr	Frisk	Torr	Korrekt Andel
Rotstocksmodell manuell	48% (24)	52% (26)	58% (42)	42% (30)	24% (19)	76% (59)	67% (101)
Rotstocksmodell G=0.35	48% (24)	52% (26)	61% (44)	39% (28)	22% (17)	78% (61)	70% (105)
Rotstocksmodell G=0.48	54% (27)	46% (23)	57% (46)	43% (35)	22% (15)	78% (54)	67% (100)

Slutsatser och diskussion

- En stor del av projektet gick åt till att anpassa mjukvara och upprätta kommunikation mellan sågens styrsystem och Kvalitet on-line för att kunna skicka nödvändigt data.

Vid projektets avslut var inte de nödvändiga funktionerna i styrsystemet implementerade för att kunna värdeoptimera under pågående sågning.

- Vid jämförelse av sorteringsmodellerna mellan timmersortering och sågintag från den genomförda provsågningen kan ingen betydande påverkan från rotreducering och barkning ses. Detta är positivt för möjligheterna att värdeoptimera i såglinjen. Dock förkom i princip ingen rotreducering vid provsågningen.

Fler provsågningar med andra timmerklasser och vid andra årstider behövs för att kunna säkerställa detta.

- Av stockarna som bedömdes som toppstockar blev 69-72% av planken friskkvistiga. 17% av toppstockarna bedömdes som torrkvistiga, 50-83% av planken från de bedömda torrkvistiga toppstockarna blev friskkvistiga.

Resultaten indikerar att alla toppstockar kan klassas som friskkvistiga direkt. Bedömningen frisk-/torrkvist förbättrade inte utfallet för toppstockarna i denna provsågning.

- Sorteringsmodellerna byggda på kvisttyp i sågintaget (frisk/torr) ger bättre kvistkvalitetsutfall, i form av högre "Korrekt andel", på plank än sorteringsmodellerna som bygger på stocktypen rotstockar.
- Sorteringsmodellerna byggda på kvisttyp i sågintaget (frisk/torr) ger väldigt lika, möjligen något bättre, resultat jämfört med den manuella bedömningen. Sorteringsmodellerna, som bygger på den manuella bedömningen, kan inte bli så mycket bättre än just den manuella bedömningen. Förutom om sorteraren bedömde ett mindre antal stockar inkonsekvent så kan dessa stockar förbises i de statistiska modellerna.

Ytterligare fördelar med automatisk sortering är att denna är konsekvent. Automatik ger dessutom möjligheten till högre matningshastigheter och att via ett gränsvärde välja korrekt andel mot vald andel.

- Nästa steg i att förbättra resultaten skulle kunna vara att göra en mer omfattande kvalitetsuppföljning på plank för att om möjligt bygga sorteringsmodeller utifrån plankornas kvistkvalitet.

Bilaga 1 – Samtliga PLS-modeller

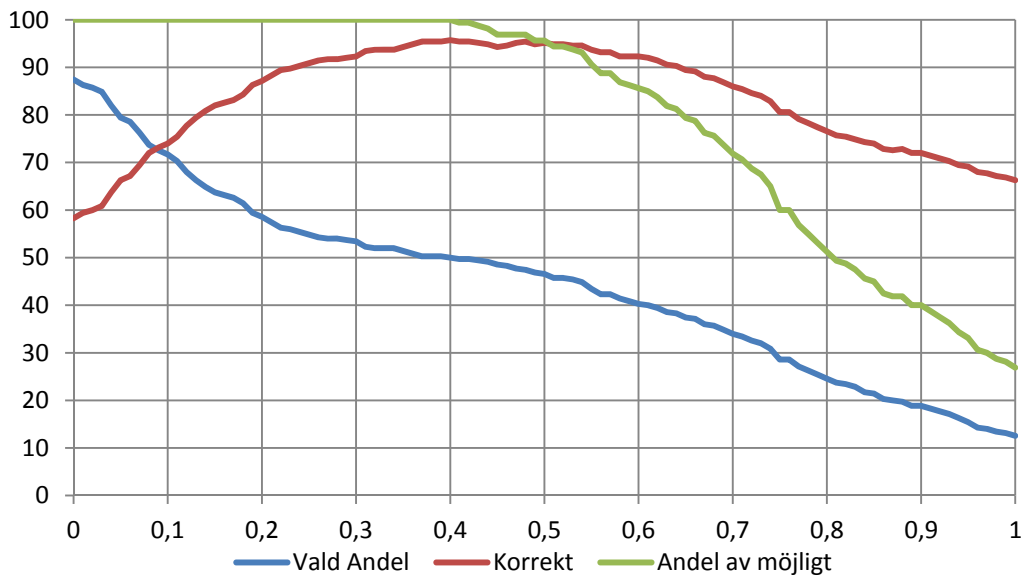
Samtliga PLS-modeller nedan bygger på en manuell bedömning av stocktyp (topp-, mitt- och rotstock) samt kvisttyp (frisk- och torrkvist).

Observera att vald andel inte är representativt då det timmer som användes vid provsågningen för att skapa dessa modeller inte hade samma andelar av olika stocktyper som skogfallande.

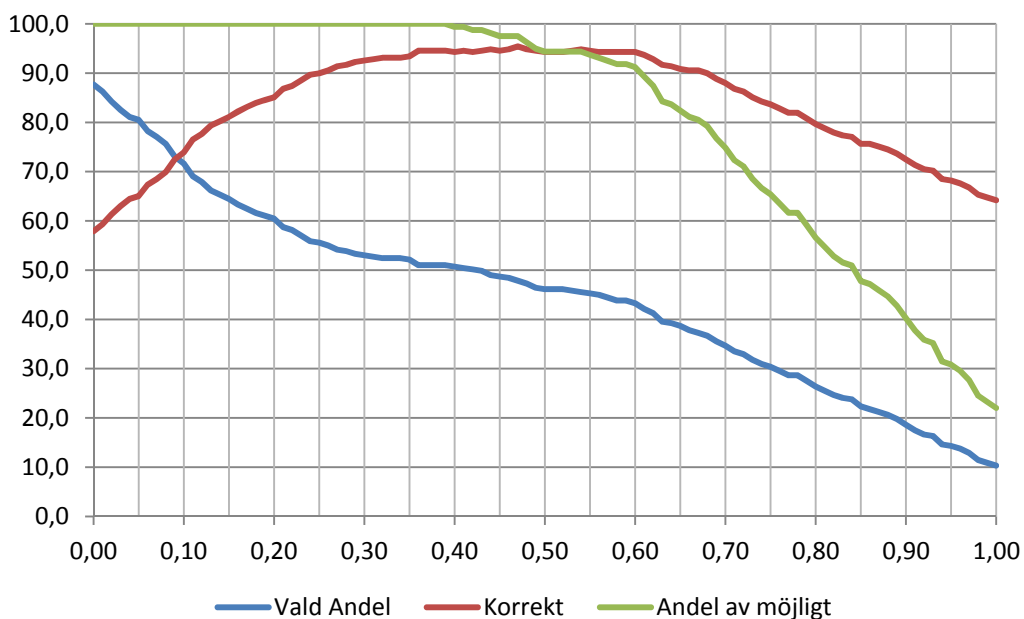
1.1 Rotstockmodell

- Hög andel korrekt
- Lika resultat i timmersortering och sågintag

Timmersortering



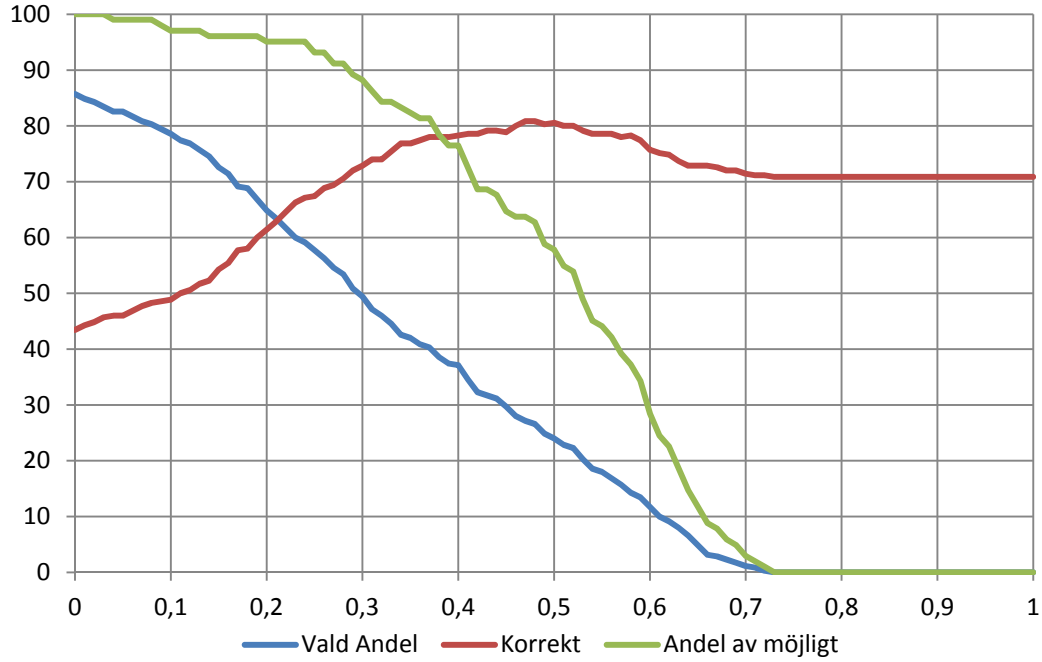
Sågintag



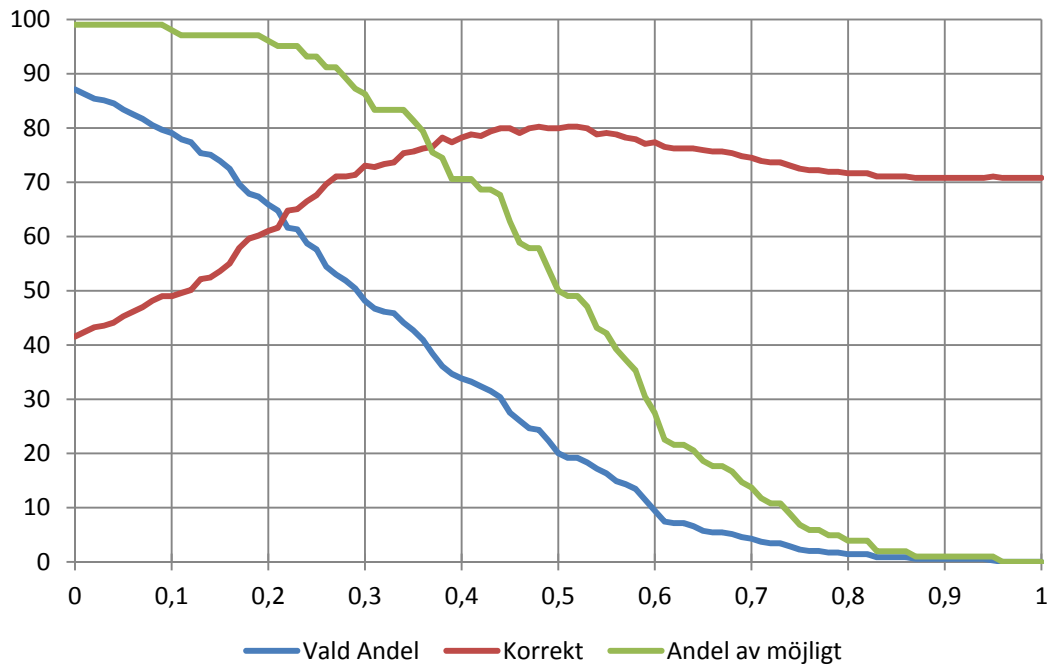
1.2 Mellanstocksmodell

- Lägre andel Korrekt än för rotstockar

Timmersortering



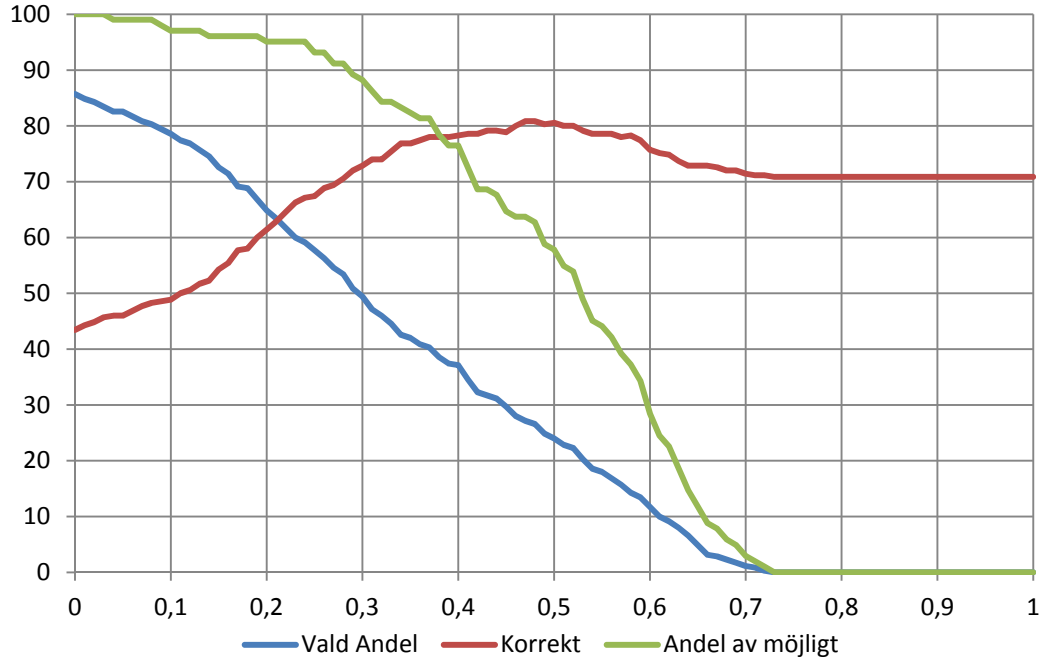
Sågintag



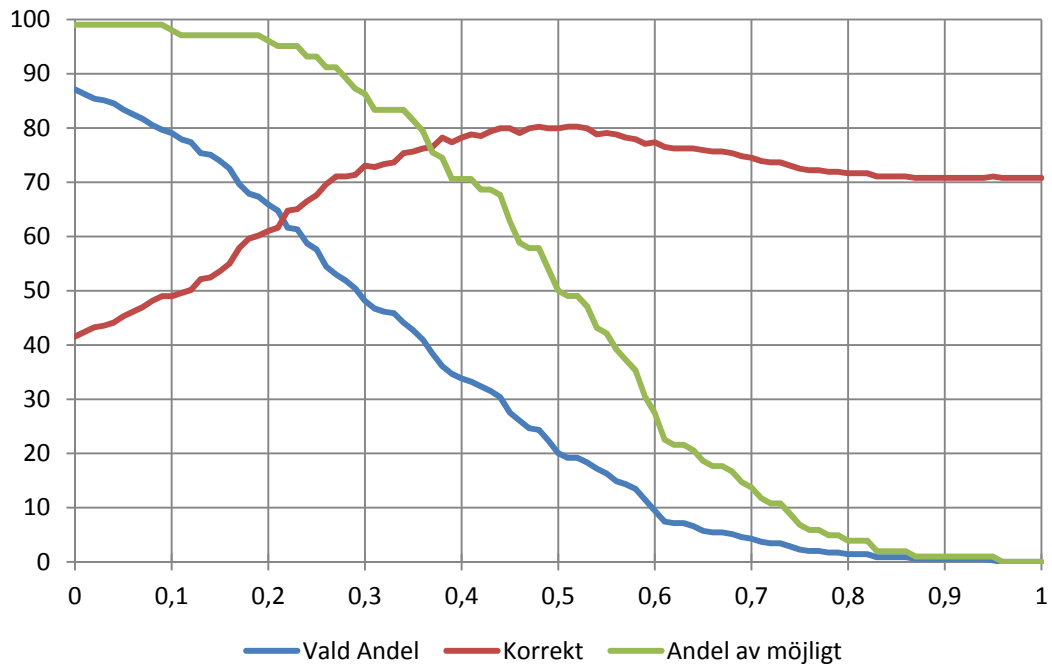
1.3 Toppstockmodell

- Lägre andel Korrekt, väldigt lika som för mellanstockar

Timmersortering



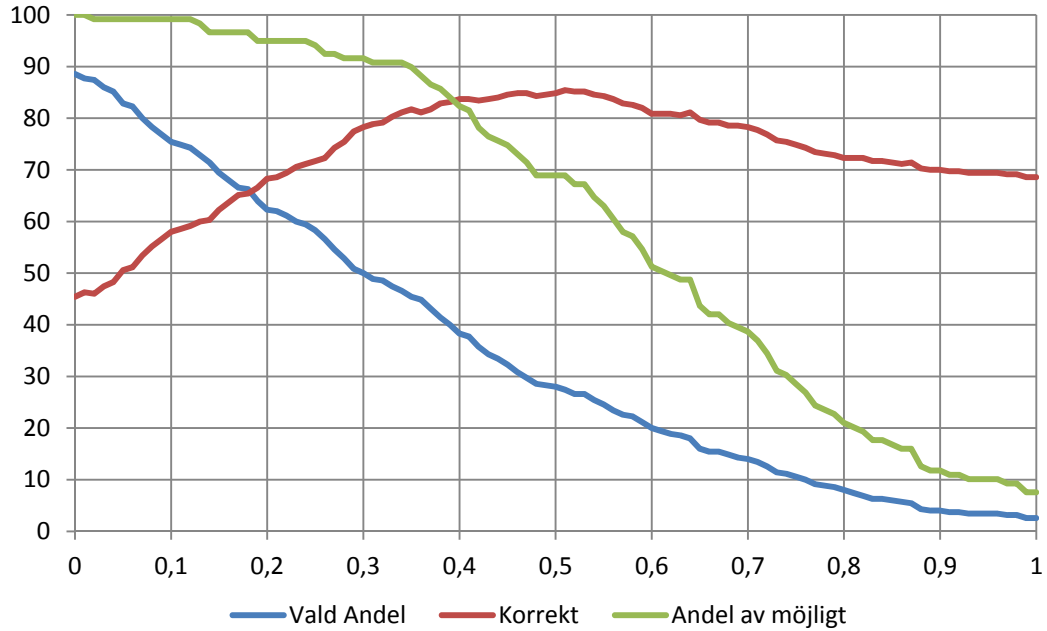
Sågintag



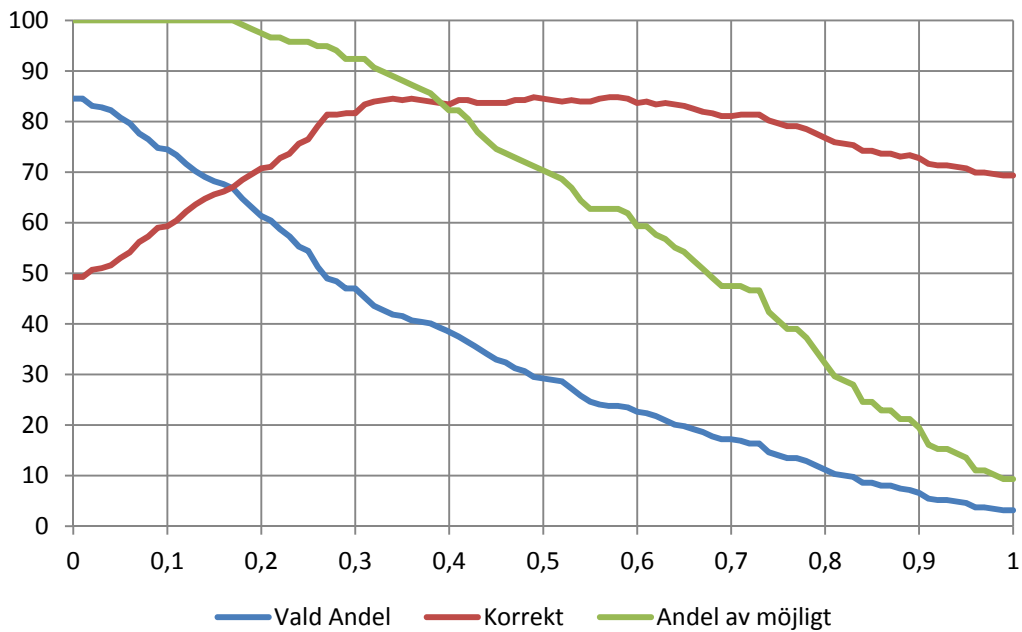
1.4 Friskkvistsmodell

- Ungefär samma andel Korrekt som för topp- och mellanstockar
- Säger inget om kvistkvalitets-utfallet på plank, bara förmågan att hitta stockarna som manuellt bedömdes som friskkvistiga

Timmersortering



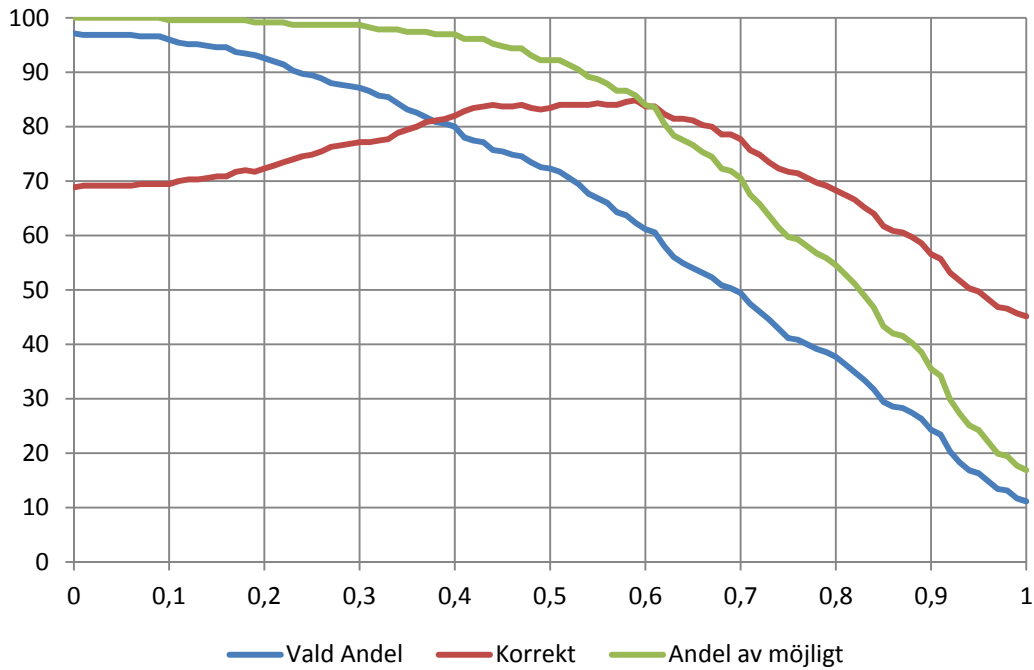
Sågintag



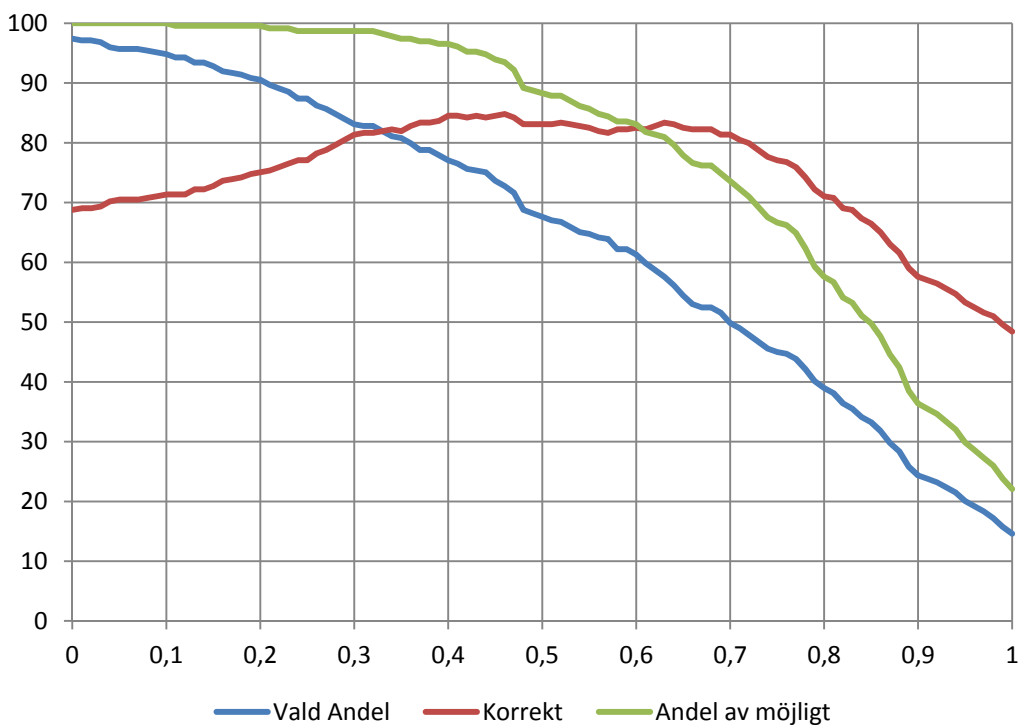
1.5 Torrkvistmodell

- Direkt korrelerad till Friskkvistmodellen då stockarna antingen bedömdes som frisk- alternativt torrkvistiga

Timmersortering

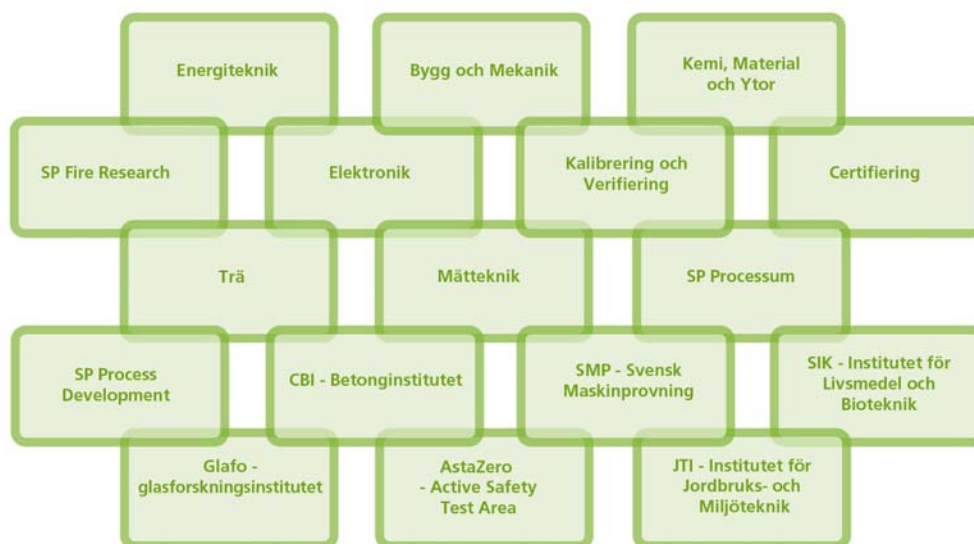


Sågintag



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 10000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

SP Trä

SP Rapport 2014:52

ISSN 0284-5172