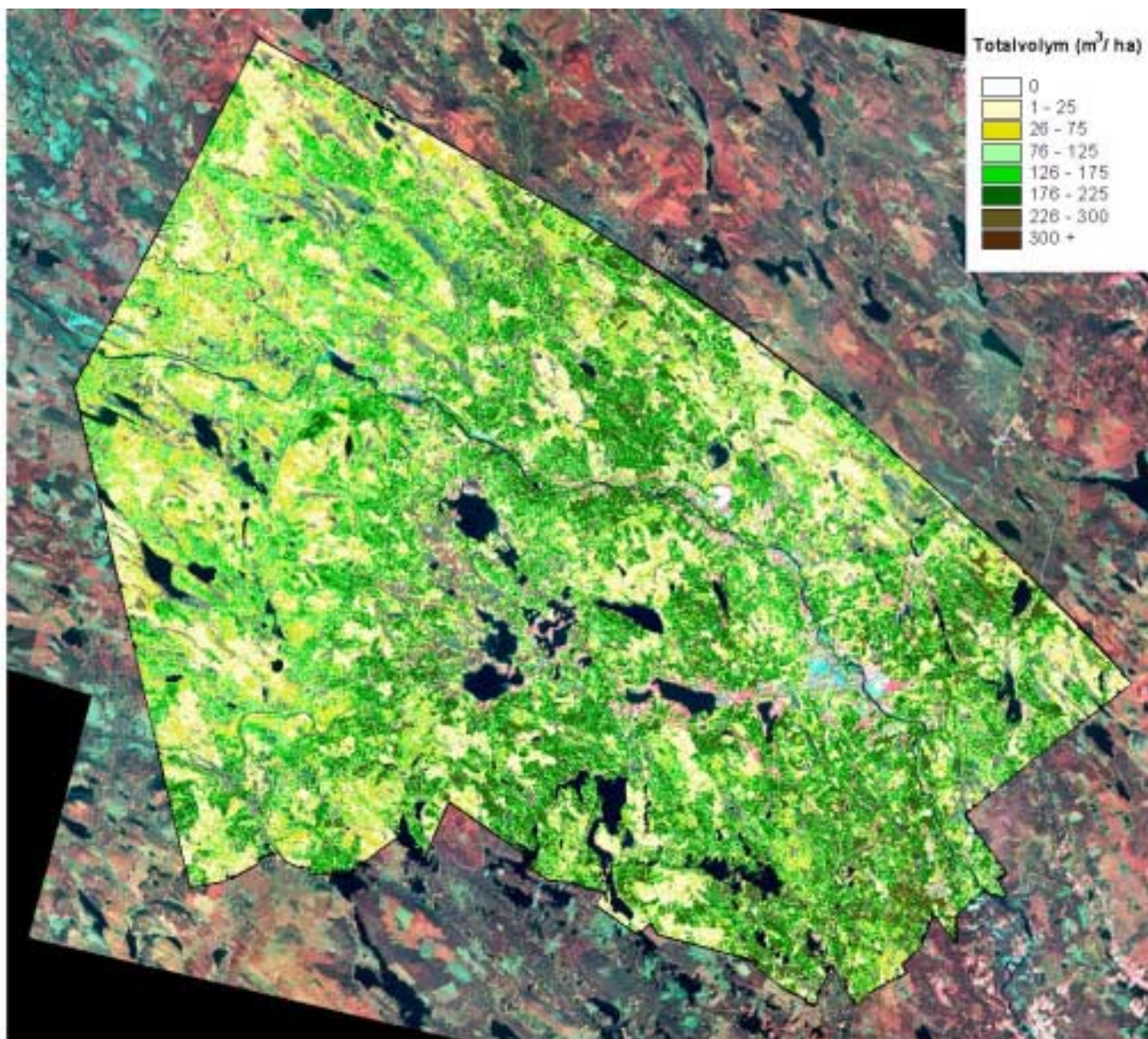


# Beskrivning av skogstillståndet i Älvsbyns kommun

- en jämförelse mellan en satellitbildsskattning och markägarnas beståndsdata.



Skogsvårdsstyrelsen  
NORRBOTTEN



LÄNSSTYRELSEN I  
NORRBOTTENS LÄN



Författare: Mats Nilsson, Tina Nilsson, Heather Reese och Peter Söderberg

Kartor: Copyright Lantmäteriverket, medgivande 96.0535.

Satellitbilder: Copyright Satellus 1999

Tryck: Länskopia i Luleå AB

Upplaga: 200 ex

ISSN 0283-9636

[www.bd.lst](http://www.bd.lst)

Länstyrelsen i Norrbottens län

Telefon: 0920-96 000

Postadress: 971 86 Luleå

Besöksadress: Stationsgatan 5

## FÖRORD

Föreliggande projekt visar hur riksskogstaxeringens provytedata kan kombineras med satellitbilder för att beskriva tillståndet i skogslandskapet. Resultaten har jämförts med sammansällningar av markägarnas beståndsdata.

Arbetet har utförts som ett samarbetsprojekt mellan länsstyrelsens livsmiljösektor i Norrbottens län, skogsvårdsstyrelsen i Norrbotten och SLU, institutionen för skoglig resurs-hushållning och geomatik i Umeå. Mats Nilsson och Heather Reese, SLU har ansvarat för databearbetning och hjälpt till med texten i rapporten. Tina Nilsson, länsstyrelsen och Peter Söderberg, skogsvårdsstyrelsen har haft huvudansvar för att ta fram text, bilder och diagram till denna rapport.

Projektet har finansierats av medel från miljöövervakningsnämnden.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>INLEDNING OCH SYFTE</b> .....	<b>2</b>
<b>STUDIEOMRÅDE</b> .....	<b>3</b>
<b>BAKGRUNDSDATA</b> .....	<b>4</b>
Beståndsdata .....	4
Riksskogstaxeringens provytedata.....	5
Satellitbilder .....	5
Övriga digitala databaser .....	5
<b>METODIK</b> .....	<b>7</b>
<i>k</i> NN-metoden .....	8
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b> .....	<b>10</b>
Åldersfördelning, jämförelse mellan <i>k</i> NN-metoden och beståndsdata.....	10
Trädslagsfördelning och volymer, jämförelse mellan <i>k</i> NN-metoden och beståndsdata .....	12
Utsökningar.....	16
Har typen av satellitbild betydelse för resultaten av skattningarna? .....	17
Utveckling av <i>k</i> NN-metoden .....	18
<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>19</b>
<b>REFERENSER</b> .....	<b>20</b>
<b>BILAGOR</b>	
Åldersfördelning, jämförelse mellan <i>k</i> NN-metoden och beståndsdata.....	Bilaga 1.
Trädslagsfördelning och volymer, jämförelse mellan <i>k</i> NN-metoden och beståndsdata .....	Bilaga 2.

## INLEDNING OCH SYFTE

En förutsättning för att det ska vara möjligt att följa skogslandskapets utveckling är att det finns bra arbetsmetoder för att beskriva tillstånd och förändringar. Beskrivningarna bör helst vara yttäckande så att den geografiska fördelningen av olika skogstyper kan beskrivas och dessutom vara tillräckligt detaljerade så att förändringar i t ex trädslagssammansättning och åldersfördelning kan följas över tiden.

Länsstyrelsen och Skogsvårdsstyrelsen i Norrbottens län slutförde under 1998 ett projekt kallat "*Beskrivning av skogslandskapet med hjälp av geografiska informationssystem*" där syftet var att ge förslag på en arbetsmetod för att sammanställa befintlig information om tillståndet i skogslandskapet i Norrbottens län, samt att utvärdera hur uppgifterna kan användas inom miljöarbetet hos skogssektorn och miljömyndigheter. Detta projekt bedrevs som ett pilotprojekt i Älvsbyns kommun och fokuserades främst på att studera hur markägarnas beståndsdata kan användas för att beskriva skogslandskapet. Fördelarna med att använda beståndsdata för att beskriva skogslandskapet är att uppgifterna är yttäckande och relativt detaljerade. Nackdelarna är att beståndsregistren har en ojämn kvalitet, bland annat på grund av att materialet samlats in vid olika tidpunkter och att sättet att beskriva bestånden skiljer sig mellan olika markägare.

På SLU, institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, används riksskogstaxeringens provytedata i kombination med satellitbilder för att beskriva skogslandskapet, med hjälp av den så kallade *kNN*-metoden. Utifrån fältmätningarna kan riksskogstaxeringen idag redovisa skoglig statistik för län eller delar av län. För att det ska vara möjligt att ta fram statistik med högre upplösning, exempelvis på kommunnivå, krävs det dock att riksskogstaxeringens provytedata kombineras med annat grunddata som en satellitbild.

Syftet med detta projekt är att beskriva skogslandskapet i Älvsbyns kommun med hjälp av satellitbilder och riksskogstaxeringens provytedata, samt att jämföra denna tillståndsbeskrivning med en beskrivning grundad på beståndsdata från markägarna.

Resultaten av studierna finns även redovisade i Nilsson and Reese (2000).

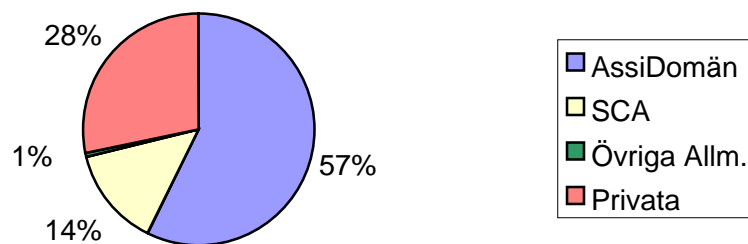
## STUDIEOMRÅDE

Att Älvsbyns kommun valdes som studieområde i det tidigare projektet ”*Beskrivning av skogslandskapet med hjälp av geografiska informationssystem*” (1998) berodde främst på att tillgången till beståndsdata från de olika markägarna var god i kommunen. Eftersom syftet med det projekt som redovisas i denna rapport bland annat är att jämföra 1998 års studier med en tillståndsbeskrivning grundad på satellitbilder och riksskogstaxeringens provytedata, så förlades studierna även denna gång till Älvsbyns kommun.



Figur 1. Älvsbyns kommuns läge i Norrbottens län. Skala 1:5 000 000.

Älvsbyns kommun är en inlandskommun med en hög andel skogsmark (figur 1). Kommunen omfattar totalt 181 100 hektar (enligt Lantmäteriets blå karta). Av dessa täcker skogsmarken 142 400 hektar eller ca 79 % av kommunens yta. Den brukade arealen omfattar ca 132 000 hektar (SVS 2000). Huvuddelen av skogsmarken i Älvsbyns kommun ägs av skogsbolag, men även andelen privata markägare är hög (figur 2). Den största markägaren är AssiDomän, vars markinnehav motsvarar ca 80 000 ha.



Figur 2. Markägarfördelning i Älvsbyns kommun.

I kommunen finns sju naturreservat med en totalareal på 1 272 ha. Detta motsvarar ca 0,7 % av kommunens totala areal. Av den skyddade arealen utgörs ca 90 % av produktiv skogsmark (Söderberg och Nilsson 1998). I kommunen finns 140 kända nyckelbiotoper med en medelareal på 6 hektar (SVS 2000).

## BAKGRUNDSDATA

### Beståndsdata

I projektet *Beskrivning av skogslandskapet med hjälp av geografiska informationssystem* (1998) hade vi tillgång till beståndsdata från samtliga markägare. I detta projekt har ajourförda beståndsdata från markägarna nyttjats som jämförelsedata. Beståndsdatat levererades kommunvis från respektive markägare och användes ursprungligen i rapporten *Skog 2000* (SVS 2000) där det nuvarande tillståndet i Norrbottens skogar redovisas.

I de fall då högre upplösning varit nödvändig, som exempelvis vid de utsökningar som görs på sidan 16, har vi använt äldre beståndsdata från rapporten *Beskrivning av skogslandskapet med hjälp av geografiska informationssystem* (Söderberg och Nilsson 1998).

I beståndsdatat som använts i *Skog 2000* har respektive markägare gjort avdrag för de arealer som lämnats kvar på grund av naturvårdshänsyn. Till detta projekt har arealerna korrigerats genom att motsvarande arealer ungefärligt lagts till, vilket dock inte ger helt korrekta siffror. Överståndare på hyggen är inte medräknade i beståndsdatat.

Jämförelsen av volymer för olika trädslag enligt kNN-metoden (se förklaring på sidan 8) och beståndsdata har endast utförts på bolagsägd och privat mark. Orsaken till detta är att volymerna inte redovisats per trädslag för stiftets och kommunens mark i *Skog 2000*.

I *Skog 2000* redovisas beståndsdata från följande markägare:

- Assi Domän  
Beståndsdaten bygger på en nyindelning från 1985. Uppdatering av beståndsregister sker kontinuerligt och kartbilden uppdateras en gång per år.
- SCA  
Databasen bygger på en nyindelning från 1995. Beståndsregister och kartbild uppdateras kontinuerligt.
- Privatägd mark  
Den översiktliga skogsinventeringen (ÖSI) gjordes på all privat skogsmark mellan åren 1982 och 1994 av skogsvårdsstyrelsen. Ingen ajourhållning har utförts. Skogsvårdsstyrelsen har dock uppdaterat beståndsdatat kommunvis för att kunna presentera aktuella uppgifter i "*Skog 2000*". Detta har gjorts genom att slutavverkade bestånd räknats bort och att övriga uppgifter skrivits fram med det antal år som gått sedan indelningen. Någon hänsyn har dock inte tagits till utförda röjningar och gallringar. Vad gäller volymer för olika trädslag har dessa beräknats genom att värdena för volymerna i *Skog 2000*-materialet har jämförts med ursprungliga värdena i ÖSI. Sedan har de åldersklassvisa volymerna kalibrerats mot riksskogstaxeringens uppgifter. Denna beräkning går inte att utföra för varje enskilt trädslag, därför har vi antagit att trädslagsblandningen är densamma som vid inventeringstillfället.
- Egendomsnämnden  
Egendomsnämndens (stiftets) skogsindelning bygger på en nyindelning som avslutades under slutet av 1980-talet. Beståndsdatat och kartbilden uppdateras kontinuerligt.

## Riksskogstaxeringens provytedata

Följande beskrivning har där inte annat anges sammanställts med hjälp av information från riksskogstaxeringens hemsidor (<http://www.resgeom.slu.se//prod/projekt/rikstax/> och <http://www.sml.slu.se/sk/sk.phtml>).

Riksskogstaxeringens främsta syfte är att beskriva tillståndet, tillväxten och avverkningen i våra skogar. Taxeringen har pågått sedan 1923. Till en början utfördes den som länsvisa bältestaxeringar. Så småningom koncentrerades registreringarna till cirkelprovytor längs taxeringslinjerna. Från och med 1953 inventeras hela riket varje år, genom att ett glest nät av så kallade trakter läggs ut över landet. En trakt är en grupp av cirkelprovytor som ligger längs sidorna på en kvadrat. På grund av den mer storskaliga variationen i landskapet i norra Sverige är traktnätet glesare där än i södra Sverige och sidorna på trakten är också längre i norr än i söder. Provytorerna har en radie på antingen 7 eller 10 meter. Inventeringen pågår från maj till oktober.

Fram till 1982 var trakterna och provytorerna tillfälliga, men från 1983 är ungefär hälften av trakterna permanenta och provytorerna på dessa trakter återinventeras efter 5-10 år. Inventeringen inbegriper alla markslag (utom fjällen), den mest omfattande beskrivningen görs dock på skogsmark. Riksskogstaxeringen genomförs i 10-åriga omdrev där den statistiska designen är densamma under hela omdrevet. Designen är gjord för att med 5 års provytematerial kunna redovisa resultat för län (i större län även länsdelar) med nöjaktig precision.

Det senast genomförda omdrevet startade 1983 och pågick t.o.m. 1992. Nätet av permanenta trakter etablerades under 5-årsperioden 1983-87 och återinventerades första gången under perioden 1988-92. 1993 startade det senaste omdrevet och det kommer att pågå till och med 2002. Under detta omdrev kommer de permanenta trakterna att återinventeras för tredje gången av riksskogstaxeringen.

Riksskogstaxeringens data har många användningsområden. Riksskogstaxeringen är bland annat ett kraftfullt verktyg för miljöövervakning. En stickprovsundersökning med Riksskogstaxeringens design lämpar sig för övervakning av ofta förekommande företeelser i skog och mark (Nilsson 1994). Ju ovanligare en företeelse är desto sämre är möjligheten att kvantifiera företeelsen. Den sammanlagda arealen av alla provytor som ståndortskarterades under fem-årsperioden mellan 1983-87 motsvarade 0,0025% av den totala areal som dessa provytor representerade (Nilsson 1994). Ett sätt att förbättra upplösningen för att bättre kunna påvisa förändringar är att kombinera den befintliga inventeringen med fjärranalys (Nilsson 1995).

## Satellitbilder

De två satellitbilder som använts i projektet är från SPOT satelliten. Bilderna är multispektrala SPOT XS från 1996. Multispektrala sensorer registrerar ljus i flera våglängdsband, vilket ger god information om t ex vegetation. Satellitbilderna har en upplösning på 20 meter.

## Övriga digitala databaser

Geografiska Sverigedata (GSD) är ett samlingsnamn för de geografiska data som Lantmäteriverket tillhandahåller (Lantmäteriverket m fl 1997). GSD har använts för beräkningar och som bakgrundskartor i detta projekt.

- GSD - Blå kartan och blå kartans vägar  
Blå kartan trycktes i skala 1:100 000. Den är yttäckande och beskriver de olika ägoslagen såsom vatten, skog, myr (tre klasser), öppen mark och bebyggelse. Ingen beskrivning



finns kopplad till ägoslagen. Blå kartan finns tillgänglig i större delen av landet. Den digitala kartan uppdateras vid revidering av den tryckta kartan. Ett revideringsintervall på 4-8 år planeras.

Den digitala Blå kartan användes som referens och för presentation av ägoslagen inom Älvsbyns kommun i den tidigare studie som bygger på markägarnas beståndsdata (Söderberg och Nilsson, 1998). Även Blå kartans vägar och digitala höjdkurvor har nyttjats. Följande kartblad har använts i projektet:

Kartblad	Utgivningsår
24 J	1994
24 K	1993
24 L	1994
25 J	1994
25 K	1993
25 L	1992

- GSD - Vegetationsdata

Vegetationskartan från Lantmäteriet beskriver i likhet med den Blå kartan de olika ägoslagen. Utöver ägoslagen beskriver kartan landskapet i vegetationstyper enligt ett klassificeringssystem baserat på tolkningsbarhet i IRF-bilder. Vegetationskartan är i skala 1:50 000 i kust- och inlandet och i skala 1:100 000 i fjällområdet. Kartan finns i digital form i Norrbottens län. Nyproduktion i digital form pågår i Västmanlands och Jämtlands län. Någon plan för ajourhållning av kartan har ännu ej fastställts. Vegetationstolkningen i det aktuella området är baserad på IR-bilder fotograferade 1980-1981.

Vegetationskartan visar bland annat vad som definierats som skogsmark vid IR-bildstolkningen. Utifrån vegetationskartans skogsmarksklasser har en kartbild (kartmask) skapats där skogsmarken i Älvsbyns kommun redovisas. Denna kartmask har använts för att definiera vad som är skogsmark i de beräkningar som utförts enligt *k*NN-metoden i detta projekt.

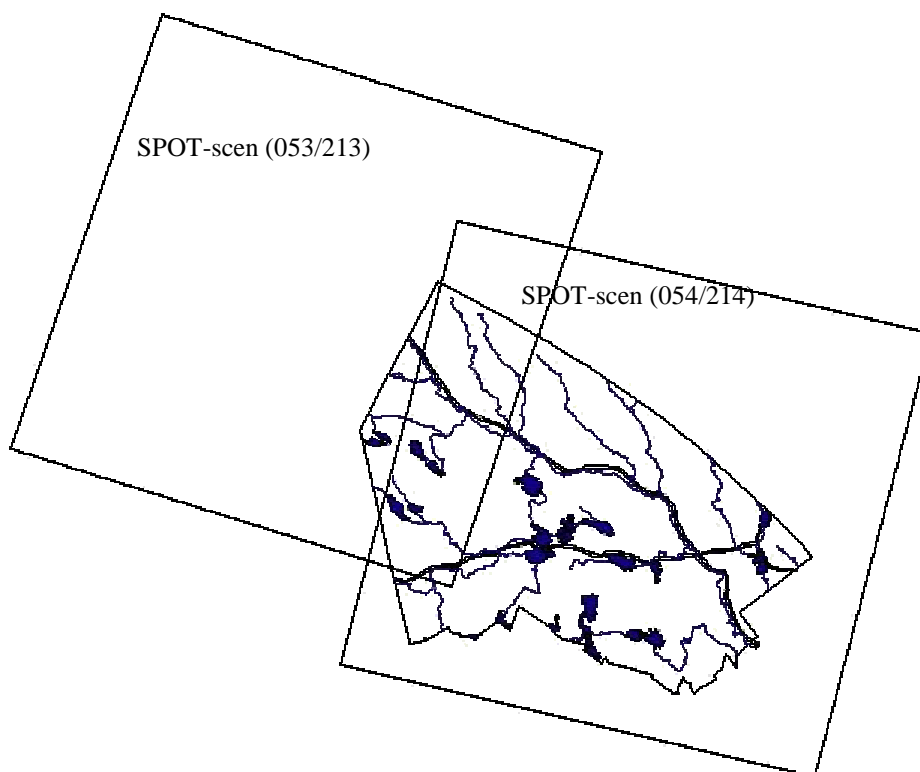
- GSD - Naturvårdsobjekt

Naturvårdsobjekten omfattar nationalparker, naturreservat, naturvårds- och djurskyddsområden, naturminnen och domänreservat. GSD - Naturvårdsobjekt är rikstäckande. Objekten har identiteter enligt Naturvårdsverkets respektive AssiDomäns system. Kartbilden ajoudförs kontinuerligt. Eftersom den nuvarande databasen är inaktuell vad gäller naturreservat i Älvsbyns kommun har vi gjort en uppdatering som används i detta projekt.

## METODIK

I Älvsbyprojektet har satellitbilder och riksskogstaxeringens provytedata kombinerats för att ta fram heltäckande skattningar av virkesförråd, trädslagsblandning och ålder. Genom att provytornas geografiska lägen är kända kan de kopplas till de SPOT-bilder som använts (figur 3). Detta betyder att både fältnätta variabler och satellitbildernas spektralvärden (det vill säga satellitbildens registreringar av reflekterat ljus i olika våglängdsområden eller den färgintensitet vi uppfattar med ögat) är kända för provytorna. I och med detta kan provytorna användas som referens på marken för att skatta de önskade variablerna i satellitbilderna.

Om endast riksskogstaxeringens provytedata använts hade det bara varit möjligt att beräkna medeltal för kommunen för de aktuella variablerna. Dessa medeltal hade dessutom varit mycket osäkra på grund av att riksskogstaxeringen inte är dimensionerad för att ge tillförlitliga resultat för mindre områden än län, eller i ett stort län som Norrbotten, för inland och kustland.



Figur 3. Älvsbyns kommun och de två SPOT-scener som använts i projektet.

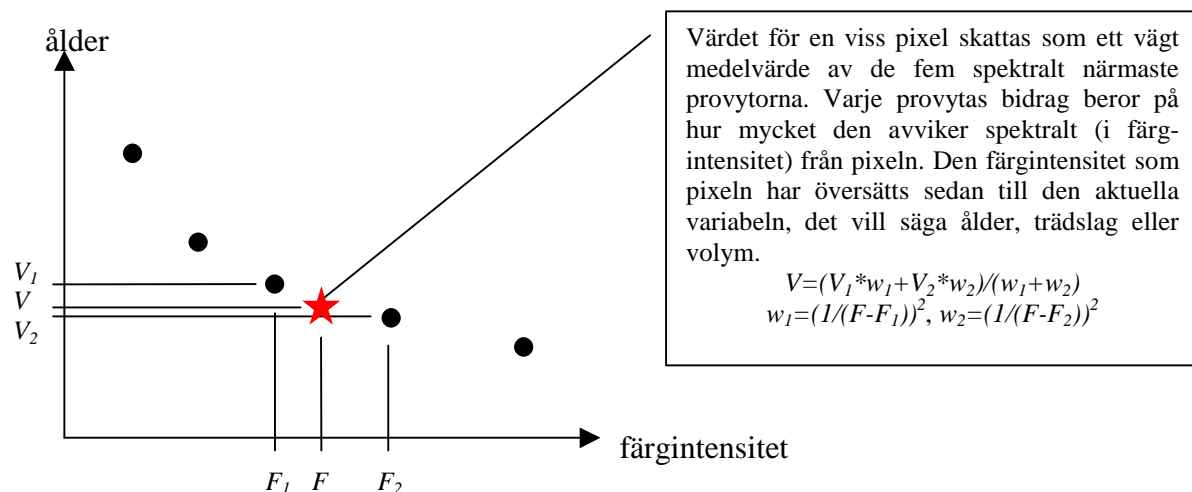
Riksskogstaxeringens fältdata från 1990-1996 har använts för den västliga scenen. För den östliga scenen har fältdata från 1990-1998 använts. Anledningen att provytor från en längre tidsperiod använts för den östliga scenen är att de inledande skattningarna som gjordes med fältdata från 1990-1996 var osäkra för kalmark och ungskog. Detta berodde till viss del på det relativt låga antalet fältytor i de lägsta åldersklasserna varför fältmaterialet utökades med ytor från ytterliggare två år. För den västra scenen uppstod inte detta problem.

Innan skattningarna genomförts har variablerna skrivits fram till det år som satellitbilderna registrerats. Dessutom har provytor som avverkats under perioden mellan fältinventeringen och bildens registreringstidpunkt tagits bort. Även ytor med spektralvärden som inte överensstämmer med provyteuppgifterna har tagits bort. Om exempelvis en provyta som är björkdominerad får ett spektralt värde som definierar granskog så plockas den provytan därför bort. Totalt har ca 20% av provytorna tagits bort, vilket resulterat i att 508 provytor använts för den östra satellitscenen och 283 provytor för den västra.

Som framgått ovan har två SPOT-scener använts. Den västligaste är från den 22 augusti 1996 (path 053, row 213) och den östligaste från den 17 september 1996 (path 054, row 214). Den östliga scenen har registrerats relativt sent på året då solhöjden är låg. Detta leder t ex till att nordsluttningar avbildas mörkare än vad de egentligen är, vilket har en negativ effekt på skattningskvaliteten. Därför har en belysningskorrektion utförts på den östra SPOT-scenen med hjälp av en digital terrängmodell som tar hänsyn till lutningen i terrängen.

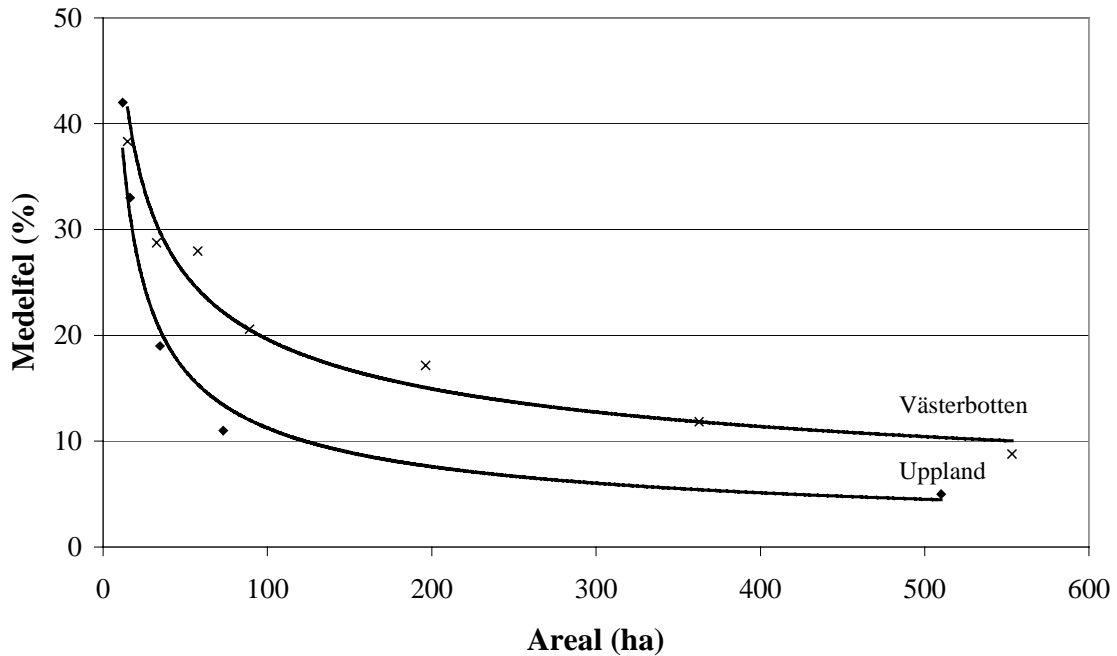
### kNN-metoden

Den så kallade *k*NN-metoden (*k* Nearest Neighbour) har använts för att ta fram pixelvisa skattningar av de aktuella variablerna. Metoden kan beskrivas som en interpoleringsmetod där värdet i en bildpunkt (pixel) skattas som ett vägt medelvärde av de spektralt närmaste provytorna (figur 4). Detta görs genom att först beräkna den spektrala skillnaden mellan pixeln i fråga och samtliga provytor. Därefter definieras de närmsta provytorna som de ytor som spektralt avviker minst från den aktuella pixeln. Skattningen för pixeln har därefter gjorts genom att beräkna ett vägt medeltal av de 5 spektralt närmaste provytorna, där varje ytas bidrag beror på hur mycket den avviker spektralt från pixeln. Vid skattningarna har SPOTs tre multispektrala våglängdsband (XS1, 2 och 3) använts.



Figur 4. Schematisk förklaring till hur värdet för varje enskild pixel bestäms enligt kNN-metoden.

Noggrannheten för satellitbildsskattningar är relativt låg på pixelnivå. Genom att beräkna medeltal för större områden utifrån de pixelvisa skattningarna erhålls betydlig bättre resultat. Tidigare studier (Fazakas et al., 1999; Nilsson och Sandström, 1999) där satellitdata kombinerats med riksskogstaxeringens provytor visar att medelfelet för virkesförrådet blir så lågt som 10-15 % när beräkningarna görs för 100-200 ha stora områden (figur 5).

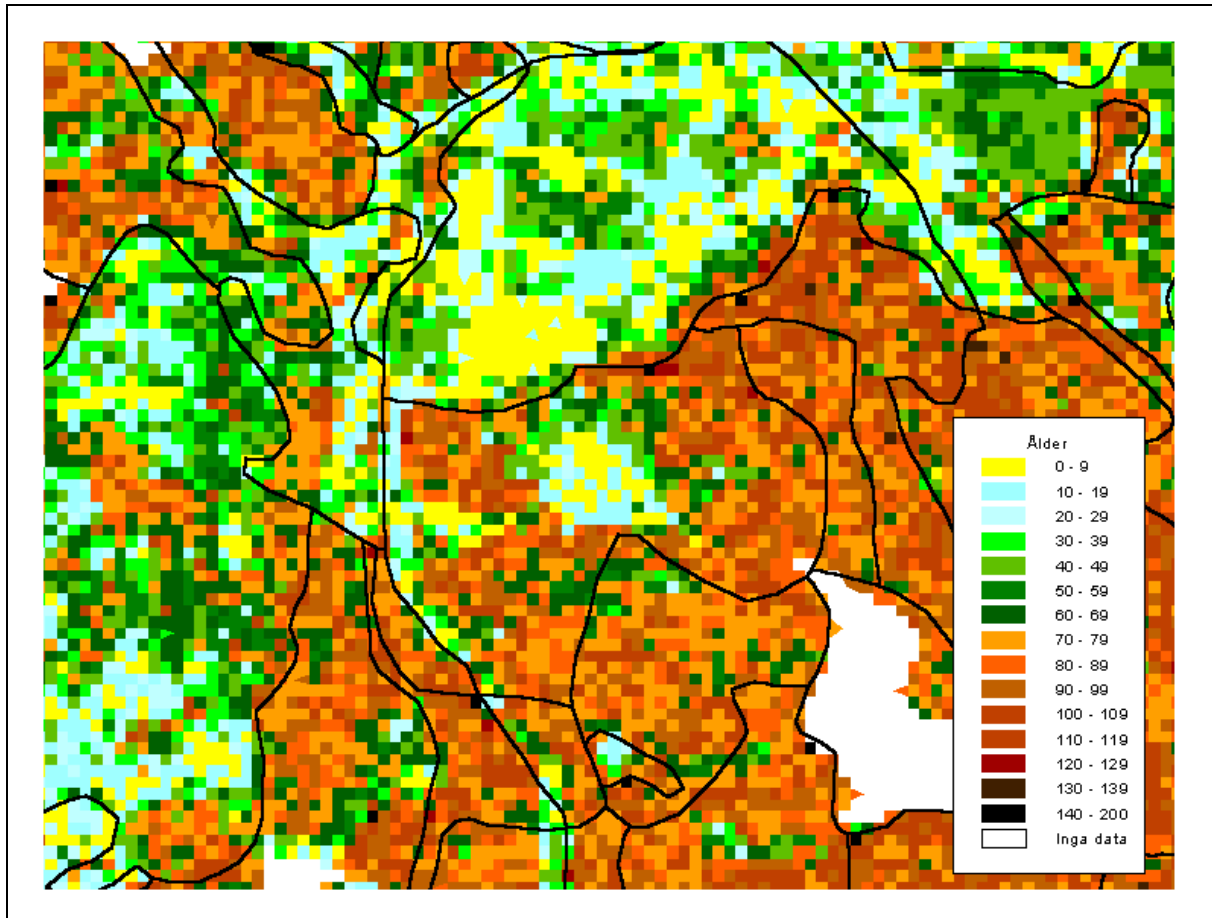


Figur 5. Medelfel för virkesförråd per hektar för olika stora områden beräknade utifrån pixelvisa kNN-skattningar.

## RESULTAT OCH DISKUSSION

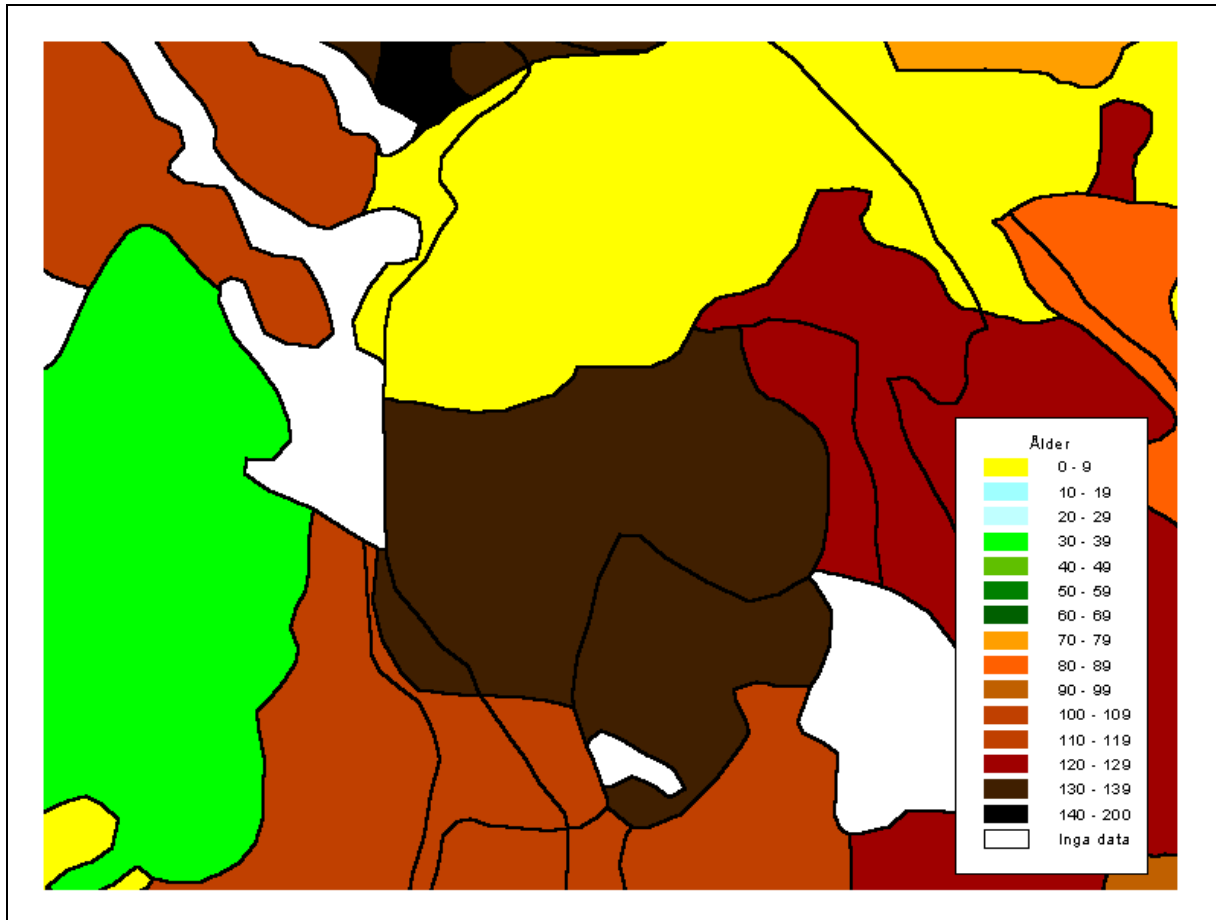
### Åldersfördelning, jämförelse mellan *k*NN-metoden och beståndsdata

Åldersfördelningen inom ett område kan åskådliggöras dels med kartor över bestånd där antingen data från markägarnas beståndsregister eller resultaten framtagna med hjälp av *k*NN-metoden läggs in (figur 6 och 7). Denna typ av redovisning ger en överskådlig bild om man är intresserad av ett specifikt område. Är man däremot intresserad av att studera åldersfördelningen i en hel kommun är det lämpligare att redovisa resultaten i tabellform (bilaga 1, tabell 1 och 2) eller i diagram (figur 8).

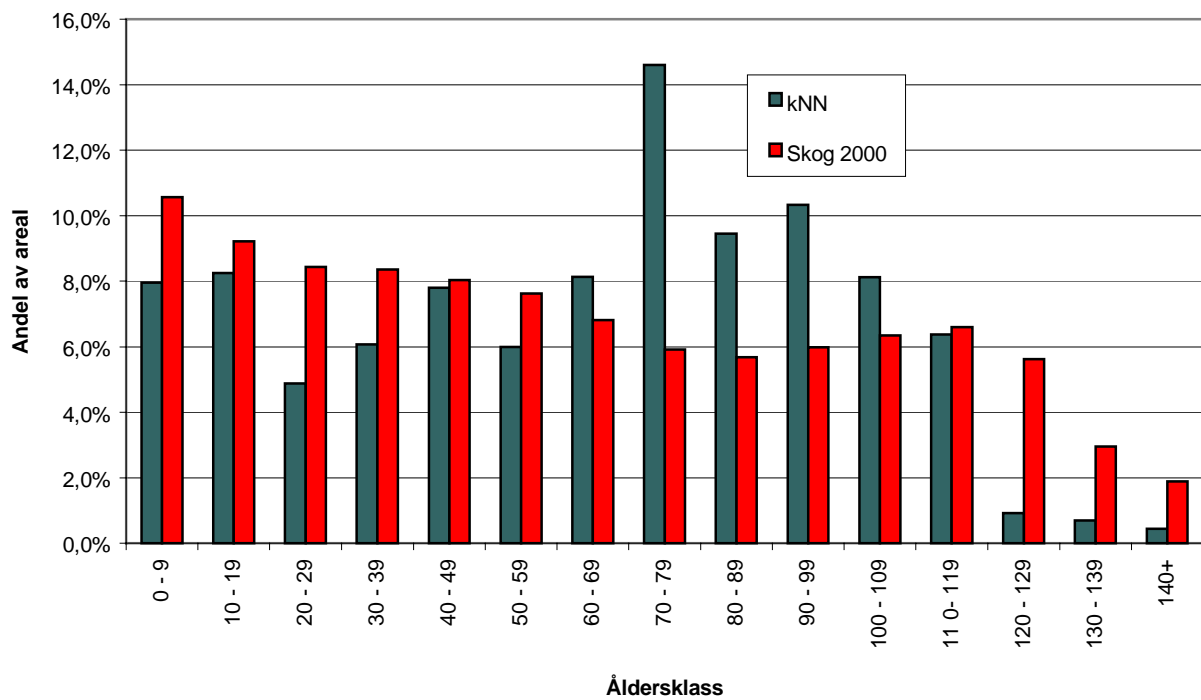


Figur 6. Åldersfördelning enligt *k*NN-metoden. Skala 1:10 000. Beståndsgränser inlagda med svart linje.

I de resultat som *k*NN-metoden ger blir arealerna av åldersklasserna mellan ungefär 70 – 100 år överskattade, medan de lägsta och högsta åldrarna blir underskattade (figur 8). Detta beror på att *k*NN-metoden liksom andra skattningsmetoder drar mot medelvärdet av den aktuella variabeln. Dessutom är satellitbildens informationsinnehåll begränsat i äldre sluten skog, vilket ytterligare förstärker underskattningen av t ex volymer i äldre skog. Extremvärdena, som t ex höga åldrar eller ovanligare trädslag blir därför underskattade. Skattningar av volymer med *k*NN-metoden är bättre än skattningar av ålder på grund av att åldersskattningarna har en starkare dragning mot mitten (Ståhl 1992).



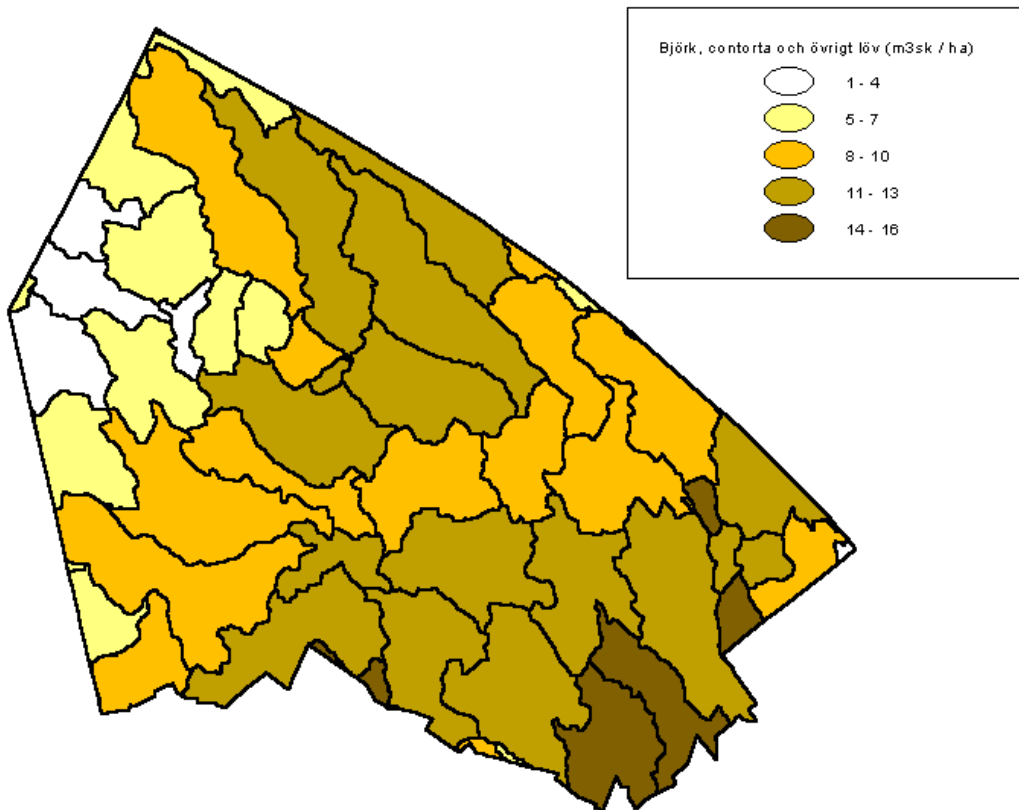
Figur 7. Åldersfördelning i samma område som i figur 6 enligt markägarnas beståndsdata. Skala 1:10 000.



Figur 8. Åldersfördelning. Andel av areal per åldersklass. Jämförelse mellan kNN-metoden och beståndsdata från Skog 2000.

## Trädslagsfördelning och volymer, jämförelse mellan *k*NN-metoden och beståndsdata

I figur 9 visas ett exempel på hur trädslagsfördelningen i ett område kan redovisas på ett överskådligt sätt. Denna typ av redovisning kan användas i mer långsiktiga studier för att visa t ex hur andelen av olika trädslag förändras över tiden.

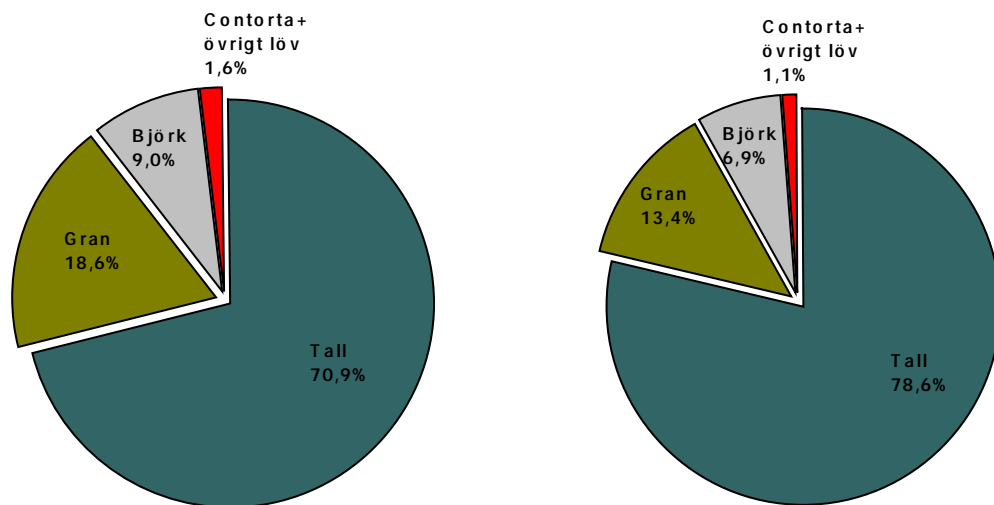


Figur 9. Volym löv inklusive contorta enligt resultat från *k*NN-metoden. Volymklasserna redovisas per delavrinningsområde i kommunen. Skala 1:400 000

I figur 9 har Älvsbyns kommun delats in i delavrinningsområden (SMHI 2000). För varje avrinningsområde redovisas totalmängden löv och contorta. Att contorta och löv redovisas tillsammans beror på att contortatallerna i ungdomsfasen har en spektral signatur som är i stort sett densamma som den signatur som definierar lövskogen. De contortabestånd som finns i kommunen är till största delen ungskogar.

Den storlek som dessa avrinningsområden har är lämplig för denna typ av redovisning. Alltför små områden, t ex bestånd, leder till en relativt låg noggrannhet för de redovisade *k*NN-resultaten.

I figur 10 syns det att volymandelen gran, björk, contorta och övrigt löv är något högre i resultaten från *k*NN-metoden jämfört med beståndsdatat (bilaga 2, tabell 1 och 2). Andelen tall är däremot något lägre enligt *k*NN-metoden. Vad detta beror på är svårt att säga, men skillnaderna vad gäller gran, björk, contorta och övrigt löv är så små att de skulle kunna ligga inom felmarginalen. En delförklaring till den lägre andelen tall enligt *k*NN-metoden skulle kunna vara att avverkningarna under de senaste åren styrts till tallskogar och att detta inte ännu slagit igenom i beståndsdatat från de privata markägarna.



Figur 10. Volymandel per trädslag i Älvsbyns kommun enligt *kNN*-metoden (vänster) och beståndsdata från "Skog 2000" (höger).

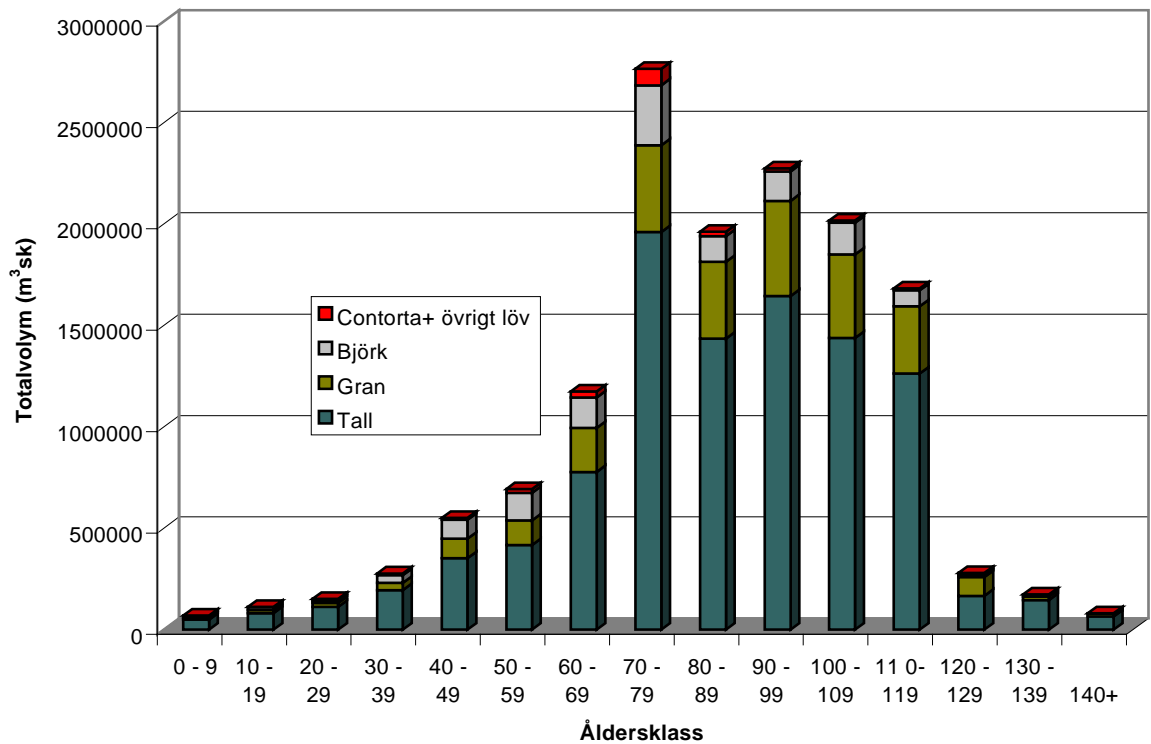
Ytterligare en förklaring till skillnaderna i tallandelen kan vara att det trädslag som planteras i ett bestånd följer med i beståndsregistren upp till ca 50 års ålder, eftersom dessa yngre skogar inte beståndsinventeras. I ett område där tall planteras och sedan björk eller gran blir dominerande anges alltså likafullt enbart tall i beståndsregistret. Andelen björk underskattas dessutom ofta vid beståndsinventeringar eftersom man räknar antalet huvudstammar. Löv som ska röjas bort räknas sällan med.

I figur 11 och 12 redovisas totalvolymerna per åldersklass enligt de båda metoderna (bilaga 2, tabell 3 och 4). I figur 11 som redovisar resultaten från *kNN*-metoden syns det att totalvolymerna blir överskattade i åldrarna 70-120 år. Detta beror framförallt på att dessa åldersklasser överskattas (se figur 7), men kan delvis förklaras av att volymkattningarna har en viss dragning mot mitten. Att summera volymerna för åldersklasserna kommer därför att förstärka dragningen mot mitten. Denna typ av diagram som redovisar totalvärden i olika åldersklasser enligt *kNN*-metoden kan ge en osäker bild av tillståndet och bör därför undvikas.

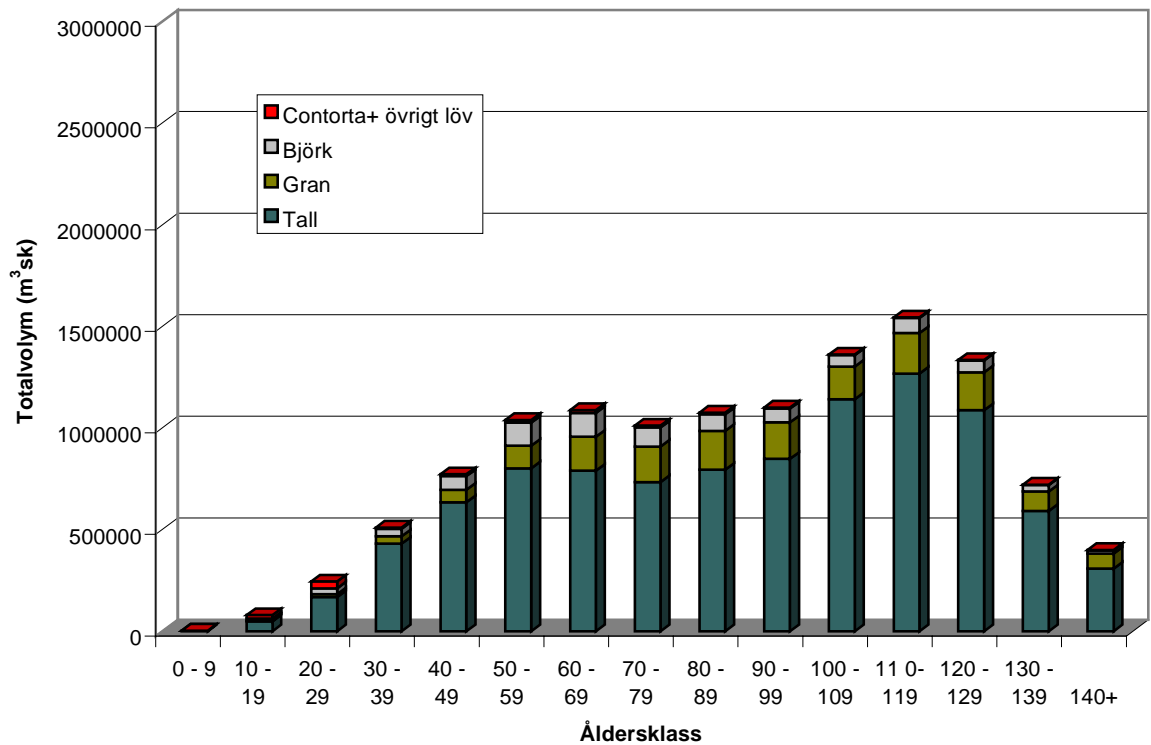
I figur 13 och 14 redovisas volymandelarna av olika trädslag per åldersklass (bilaga 2). I figurerna syns det att andelen gran framförallt är högre i de lägre åldrarna enligt *kNN*-metoden, vilket alltså skulle kunna förklaras med att det faktiskt finns mer gran i de yngre bestånden än vad som syns i beståndsregistren. Varför granandelen även är märkbart högre i åldersklassen 120-129 år är svårt att förklara. Den högre andelen löv i de yngre åldersklasserna enligt *kNN*-metoden kan även den förklaras med att denna lövandelen ej räknats med vid beståndsinventeringen.

I figur 14 syns det att andelen contorta och övrigt löv är märkbart högre i åldersklasserna 10 - 39 år enligt beståndsdatat jämfört med resultaten från *kNN*-metoden. Under denna tidsperiod planterades mycket contorta vilket syns i beståndsdatat. I verkligheten är dock inslaget av andra trädslag ofta stort i dessa bestånd, vilket slår igenom när resultaten från *kNN*-metoden redovisas.

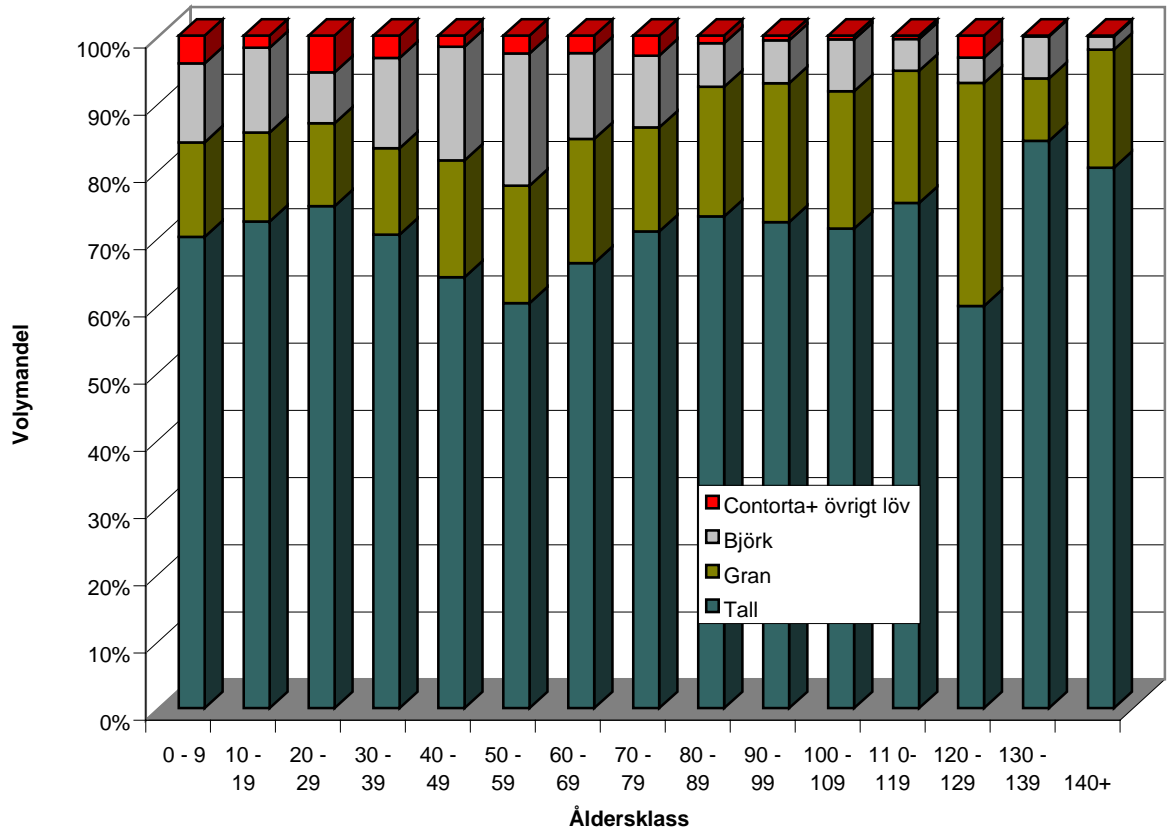




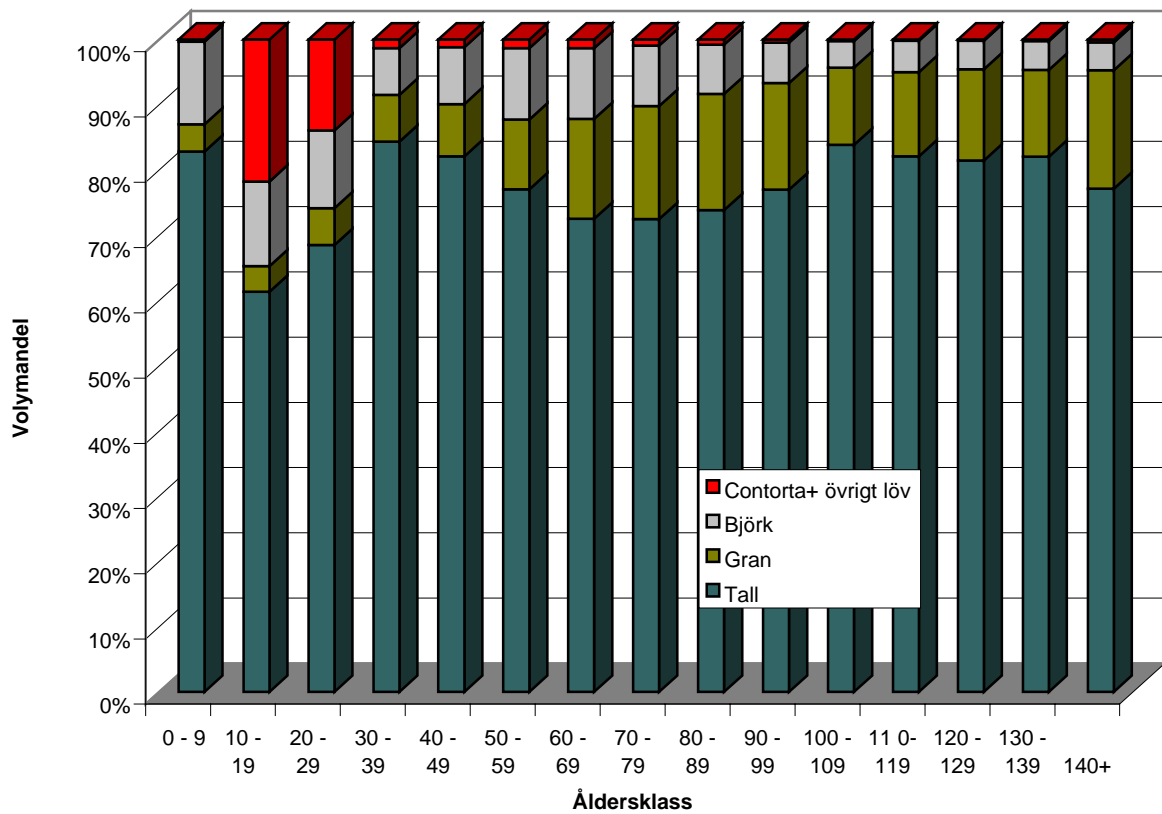
Figur 11. Totalvolym per åldersklass enligt kNN-metoden.



Figur 12. Totalvolym per åldersklass enligt beståndsdata från Skog 2000.

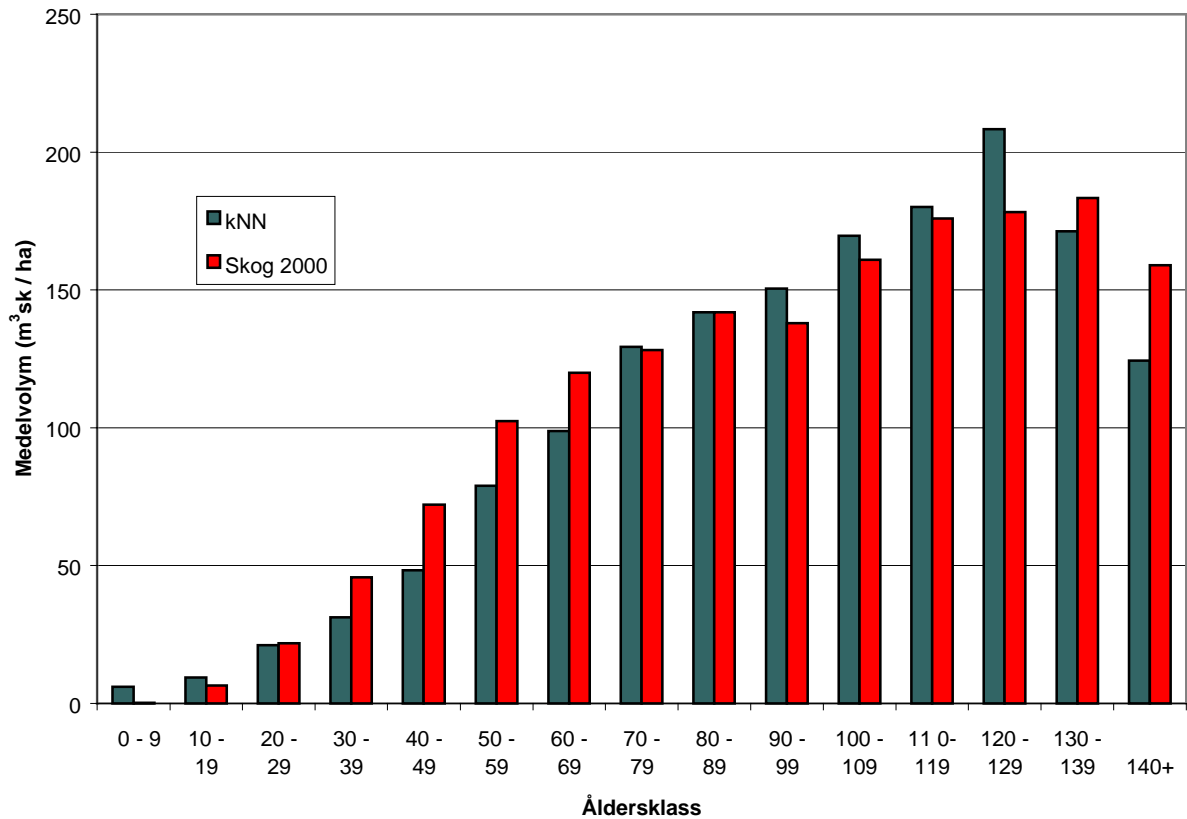


Figur 13. Volymandelar av per trädslag och åldersklass enligt kNN-metoden.



Figur 14. Volymandelar per trädslag och åldersklass enligt beståndsdata från Skog 2000.

I figur 15 redovisas virkesförrådet som medelvolymer per åldersklass (bilaga 2, tabell 5 och 6). Genom att titta på medeltal istället för de totala värdena undviks problemet med att arealerna under- respektive överskattas för låga och höga åldrar (se figur 7). Detta visar att det går bra att räkna på snittvärden (variabelvärde/ha) med hjälp av resultat från *k*NN-metoden.



Figur 15. Virkesförråd, medelvolymer per åldersklass. Jämförelse mellan *k*NN-metoden och beståndsdata från Skog 2000.

Arealen skogsmark blir högre när beräkningar utförs med *k*NN-metoden eftersom vegetationskartan används som skogsmask. Den totala arealen skogsmark omfattar 146 426 hektar enligt vegetationskartan. I de beräkningar som utförts utifrån beståndsdata (SVS 2000) har den brukade arealen skogsmark använts. Den brukade arealen motsvarar ca 132 000 hektar. Då är olika hänsynsarealer som t ex nyckelbiotoper borträknade. Beståndsuppgifter för dessa arealer saknas vilket förklarar varför de inte tagits med i beräkningarna.

I *k*NN-metoden har dessutom vägarna ingått som skog, vilket ytterligare ökar arealen skogsmark. Detta skulle kunna korrigeras genom att de pixlar som utgörs av väg räknas bort. Arealjusteringar i *k*NN-metoden har dessutom gjorts för moln och molnskuggor, vilket minskat arealen skogsmark något.

### Utsökningar

I rapporten "Beskrivning av skogslandskapet med hjälp av geografiska informationssystem" (1998) visade vi några exempel på statistiska utsökningar som är möjliga att göra i den databas där beståndsdatat redovisas. De frågor och svar vi fick var följande:

1. *Hur stor andel av den skog som är 130 år eller äldre är belägen inom naturreservat?*

Svar: 16 procent

2. *Hur många hektar talldominerad skog (men över 80 % tall) över 130 år finns det i kommunen?*

Svar: 3 557 hektar

3. *Hur många hektar grandominerad skog (över 80 % gran) över 130 år finns det i kommunen?*

Svar: 261 hektar

Om samma frågor besvaras med hjälp av de resultat som vi fått fram med *kNN*-metoden så blir svaren följande:

1. *Hur stor andel av den skog som är 130 år eller äldre är belägen inom naturreservat?*

Svar: 1,2 procent

2. *Hur många hektar talldominerad skog (men över 80 % tall) över 130 år finns det i kommunen?*

Svar: 1 038 hektar

3. *Hur många hektar grandominerad skog (över 80 % gran) över 130 år finns det i kommunen?*

Svar: 0 hektar

Skillnaderna i resultaten beror på att andelen gammal skog generellt blir lägre då resultaten från *kNN*-metoden redovisas. Detta beror framförallt på att satellitbildernas informationsinnehåll är begränsat i äldre skog. På grund av riksskogstaxeringens låga stickprovstäthet är det även svårt att beskriva skogstyper eller biotoper som är relativt sällsynta. Det är till och med troligt att sällsynta objekt inte finns representerade i provyttematerialet. Som nämnts tidigare drar *kNN*-skattningarna precis som andra skattningar mot mitten. Det vill säga att låga värden kommer att överskattas och höga värden att underskattas. Enligt Ståhl (1992) är dragningen mot mitten större för satellitbildskattningar än för traditionella fältmätningar.

### **Har typen av satellitbild betydelse för resultaten av skattningarna?**

Ett projekt liknande det som utförts i Älvsbyns kommun har tidigare utförts i Dalarnas län, men då användes istället Landsat TM bilder (Nilsson and Reese 1999). I det projektet uppskattades volym, biomassa och ålder för skogarna i Dalarna.

En av skillnaderna mellan bilder från SPOT och från Landsat TM är att en SPOT scen täcker en mindre area (60 x 60 km) än den större Landsat TM scenen (180 x 180 km). Därför ryms färre riksskogstaxeringsytor inom en SPOT scen än inom en Landsat TM scen. Detta skulle kunna tänkas leda till en större osäkerhet i klassningen av pixlarna. Studien i Älvsbyns kommun har dock visat att en utökning av antalet provytor genom att lägga till 164 ytor från riksskogstaxeringen år 1997 och 1998 knappast förbättrade klassningen (Nilsson and Reese 2000). En delförklaring till detta kan vara att pixelstorleken i SPOT-bilderna är mindre och närmare riksskogstaxeringens provytor i storlek, vilket borde kunna ge en mer korrekt signatur. De SPOT-bilder som använts här har den nackdelen att den inte registrerar i det mellaninfraröda våglängdsområdet som visat sig vara av stor betydelse för skogliga tillämpningar, t ex vid skattning av virkesvolym. Både Landsat TM data och den nya SPOT 4 sensorn har ett mellaninfrarött band.

### Utveckling av *k*NN-metoden

SLU arbetar vidare med att utveckla *k*NN-metoden och andra skattningsmetoder för att bättre kunna tolka satellitbilder. I en *k*NN-variant som testas under 1999 ges spektralbanden vikter beroende på hur korrelerade de är med variabeln som ska skattas (Holmgren, Joyce, Nilsson and Olsson 1999 och Holmström, Nilsson and Ståhl 1999). Detta ger säkrare skattningar. I den *k*NN-variant som använts i Älvsbyns kommun ges alla spektrala band samma vikt.

Dessutom har man testat att använda geografiska begränsningar. Det innebär att provytorna inte får ligga alltför långt bort från den pixel som ska skattas. Hittills har en avståndsbegränsning på en radie på 50 km från den aktuella pixeln använts. De geografiska restriktionerna har införts därför att det finns en risk för att sambandet mellan spektralvärdena och fältuppgifterna är olika i olika naturgeografiska regioner.

Problem som uppstår oavsett skattningsmetod är sådana som beror på geometriska felaktigheter, varierande ljusförhållanden och dis. Geometriska fel påverkar kopplingen mellan provytorna och satellitbilden. Provyornas positioneringsfel (normalt 5-10 meter) och bildernas geometriska fel (ca en halv pixel) gör att matchningen mellan provytan och bilden blir osäker. Dessutom påverkas skattningarna av atmosfäriska störningar främst i form av dis. Alla dessa felkällor påverkar kvalitén på skattningen. För närvarande pågår forskning om hur dessa problem skall hanteras i framtiden.

## SLUTSATSER

Detta projekt har visat att en kombination av satellitbilder och riksskogstaxeringens provyte-data ger ett bra underlag för att beskriva skogslandskapet. Resultaten är användbara för beskrivningar och uppföljningar som kan användas inom såväl miljöövervakning, naturvårdsarbete som skogsbruk. Ett viktigt framtida användningsområde är uppföljning av miljömålen i skogslandskapet.

Den så kallade *k*NN-metoden som använts för att ta fram skattningar av de variabler som studerats (ålder, trädslagsblandning och volym) har många fördelar, men även vissa brister. Detta har framgått tydligt vid jämförelsen med markägarnas beståndsdata. En fortsatt utveckling av skattningsmetoder är nödvändig, speciellt om de ska kunna vara tillämpbara för mer detaljerade studier på beståndsnivå. Nedan följer en redovisning av de viktigaste slutsatserna angående metodens tillämpbarhet och även brister i markägarnas beståndsdata som bör beaktas vid framtida metodutveckling.

- Arealen skogsmark varierar beroende på vilken grundkarta som används som skogsmask. Det är därför viktigt att ha en bra skogsmask som definierar vad som är skogsmark.
- Extremvärden, som t ex låga eller höga åldrar, blir mer över- respektive underskattade då satellitbildsmetoder som t ex *k*NN-metoden används istället för fältmätningar.
- *k*NN-metoden är dålig på att fånga in riktigt höga värden för variabler som ålder och volym på grund av att korrelationen mellan färgen i satellitbilden och variablerna är låg i äldre skog.
- Skattningar av volymer med *k*NN-metoden eller liknande metoder är bättre än skattningar av ålder på grund av att åldersskattningarna har en starkare dragning mot mitten (Ståhl 1992).
- Om resultat från en *k*NN-skattning skall redovisas för olika klasser är det bättre att presentera medeltal istället för totalvärden eftersom totalvärdena ofta blir osäkra.
- Det trädslag som planteras i ett bestånd kan följa med i beståndsregistrena upp till ca 50 års ålder, eftersom yngre skogar inte beståndsinventeras. I ett område där tall planteras och sedan björk eller gran blir dominerande anges alltså likafullt enbart tall i beståndsregistret. Detta gör att andelen gran och björk ofta underskattas i beståndsregistrena.
- Andelen björk underskattas ofta vid beståndsinventeringar eftersom man räknar antalet huvudstammar. Löv som ska röjas bort räknas ej med.

## REFERENSER

- Fazakas, Z., Nilsson, M. and Olsson, H. 1999. *Regional forest biomass and wood volume estimation using satellite data and ancillary data*. Accepted for publication in *Agricultural and Forest Meteorology*.
- Holmgren, J., Joyce, S., Nilsson, M., and Olsson, H. 1999. Estimating stem volume and basal area in forest compartments by combining satellite image data with field data. *Scandinavian journal of Forest Research*.15:103-111.
- Lantmäteriverket, Sjöfartsverket, Sveriges geologiska undersökning. 1997. Kartplan 1998.
- Holmström, H., Nilsson, M., and Ståhl, G., 1999. Simultaneous estimations of forest parameters using aerial photo interpreted data and the *k*NN method. Submitted.
- Nilsson, M. and Reese, H. 1999. *Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna*. Swedish University of Agricultural sciences, department of Forest resource Management. Arbetsrapport 53.
- Nilsson, M. and Reese, H. 2000. *Wood volume estimations for Älvsby Kommun using SPOT satellite data and NFI plots*. Swedish University of Agricultural sciences, department of Forest resource Management. Under tryckning.
- Nilsson, M. and Sandström, P. 1999. *Evaluation of a non-parametric method for estimation of wood volume and biomass in boreal forests by combining remote sensing and field data*. Submitted.
- Nilsson, P. 1994. *Riksskogstaxeringens roll i den regionala miljöövervakningen*. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogstaxering, Umeå. Arbetsrapport 21.
- Nilsson, P. 1995. *Riksskogstaxeringen och ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning – metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden*. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för skogstaxering, Umeå. Arbetsrapport 2.
- Skogsvårdsstyrelsen Norrbotten. 2000. *Skog 2000*.
- SMHI 2000, Avrinningsområden i Sverige, del 1. Vattendrag till Bottenviken. Rapportserie hydrologi, nr 82, 2000.
- Ståhl, G. 1992. En Studie av kvalitet i skogliga avdelningsdata som insamlats med subjektiva inventeringsmetoder. Avdelningen för skoguppskattning och skogsindelning, SLU, Umeå. Rapport 24.
- Söderberg, P., Nilsson, T. 1998. *Beskrivning av skogslandskapet med hjälp av geografiska informationssystem*. Länsstyrelsen i Norrbottens län. Rapportserie 5/1998.

<http://www.resgeom.slu.se//prod/projekt/rikstax/>

## Bilaga 1.

### Åldersfördelning, jämförelse mellan kNN-metoden och beståndsdata

Tabell 1. Åldersfördelning enligt kNN-metoden

Areal (ha)	Ålder	Andel av areal
11649,2	0 - 9	8,0 %
12075,2	10 - 19	8,2 %
7151,2	20 - 29	4,9 %
8887,4	30 - 39	6,1 %
11417,7	40 - 49	7,8 %
8776,9	50 - 59	6,0 %
11897,2	60 - 69	8,1 %
21378,5	70 - 79	14,6 %
13835,2	80 - 89	9,4 %
15124,9	90 - 99	10,3 %
11888,5	100 - 109	8,1 %
9340,8	110 - 119	6,4 %
1340,6	120 - 129	0,9 %
1014,6	130 - 139	0,7 %
648,0	140+	0,4 %

Tabell 2. Åldersfördelning enligt beståndsdata

Areal (ha)	Ålder	Andel av areal
14070,6	0 - 9	10,6 %
12276,0	10 - 19	9,2 %
11227,2	20 - 29	8,4 %
11129,3	30 - 39	8,4 %
10703,7	40 - 49	8,0 %
10150,0	50 - 59	7,6 %
9070,7	60 - 69	6,8 %
7887,3	70 - 79	5,9 %
7571,9	80 - 89	5,7 %
7979,7	90 - 99	6,0 %
8459,6	100 - 109	6,3 %
8780,0	110 - 119	6,6 %
7488,3	120 - 129	5,6 %
3929,3	130 - 139	2,9 %
2509,5	140+	1,9 %



## Bilaga 2.

### Trädslagsfördelning och volymer, jämförelse mellan kNN-metoden och beståndsdata

Tabell 1. Volymandel per trädslag enligt kNN-metoden

	Tall	Gran	Björk	Contorta+övrigt löv	Summa
<b>Totalvolym (m<sup>3</sup> sk)</b>	10114844	2656785	1278066	223385	14273081
<b>Volymandel</b>	70,9 %	18,6 %	9,0 %	1,6 %	100 %

Tabell 2. Volymandel per trädslag enligt beståndsdata

	Tall	Gran	Björk	Contorta+övrigt löv	Summa
<b>Totalvolym (m<sup>3</sup> sk)</b>	9569519	1644723	849183	130867	12194292
<b>Volymandel</b>	78,5 %	13,5 %	7,0 %	1,1 %	100 %

Tabell 3. Volym (m<sup>3</sup> sk) och andel trädslag (%) per åldersklass enligt kNN-metoden

Ålder	Tall	Andel	Gran	Andel	Björk	Andel	Contorta+övr.löv	Andel
0 - 9	49298	70,1%	9885	14,1%	8266	11,8%	2889	4,1%
10 - 19	81710	72,3%	14975	13,3%	14249	12,6%	2026	1,8%
20 - 29	113013	74,7%	18655	12,3%	11439	7,6%	8272	5,5%
30 - 39	195442	70,4%	35720	12,9%	37343	13,5%	9140	3,3%
40 - 49	353071	64,1%	95930	17,4%	93068	16,9%	9140	1,7%
50 - 59	417156	60,2%	121188	17,5%	136488	19,7%	18193	2,6%
60 - 69	777772	66,2%	217055	18,5%	149917	12,8%	30393	2,6%
70 - 79	1961230	70,9%	427512	15,5%	295856	10,7%	81792	3,0%
80 - 89	1435328	73,1%	378203	19,3%	127409	6,5%	21641	1,1%
90 - 99	1644784	72,3%	470243	20,7%	144969	6,4%	15509	0,7%
100 - 109	1438513	71,3%	412226	20,4%	156001	7,7%	10785	0,5%
110 - 119	1263837	75,1%	330726	19,7%	79528	4,7%	8522	0,5%
120 - 129	166896	59,8%	92694	33,2%	10530	3,8%	9082	3,3%
130 - 139	146576	84,4%	16105	9,3%	10834	6,2%	237	0,1%
140+	64745	80,3%	14172	17,6%	1562	1,9%	115	0,1%
<b>Volym (m<sup>3</sup> sk)</b>	10109370		2655288		1277461		227735	
<b>Andel</b>		70,9%		18,6%		9,0%		1,6%

Tabell 4. Volym (m<sup>3</sup> sk) och andel trädslag (%) per åldersklass enligt beståndsdata

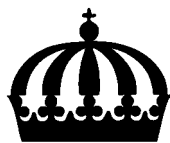
Ålder	Tall	Andel	Gran	Andel	Björk	Andel	Contorta+övr.löv	Andel
0 - 9	2307	82,8%	116	4,2%	352	12,6%	10	0,3%
10 - 19	48773	61,4%	3094	3,9%	10320	13,0%	17289	21,8%
20 - 29	167921	68,5%	13879	5,7%	29191	11,9%	34148	13,9%
30 - 39	429703	84,4%	36320	7,1%	36605	7,2%	6693	1,3%
40 - 49	633328	82,1%	61808	8,0%	67020	8,7%	9247	1,2%
50 - 59	800458	77,0%	111225	10,7%	113648	10,9%	13899	1,3%
60 - 69	789271	72,5%	166531	15,3%	117865	10,8%	14367	1,3%
70 - 79	732929	72,5%	175173	17,3%	93571	9,3%	9714	1,0%
80 - 89	793599	73,8%	191712	17,8%	81044	7,5%	8423	0,8%
90 - 99	847049	77,0%	179695	16,3%	68273	6,2%	5328	0,5%
100 - 109	1141417	83,9%	160615	11,8%	55871	4,1%	3202	0,2%
110 - 119	1267700	82,1%	199174	12,9%	74002	4,8%	3246	0,2%
120 - 129	1087136	81,5%	186420	14,0%	58206	4,4%	2945	0,2%
130 - 139	591159	82,1%	95587	13,3%	31736	4,4%	1886	0,3%
140+	307651	77,1%	72513	18,2%	16896	4,2%	1825	0,5%
<b>Volym (m<sup>3</sup> sk)</b>	9640403		1653862		854602		132221	
<b>Andel</b>		78,5%		13,5%		7,0%		1,1%

Tabell 5. Medelvolym per åldersklass enligt *k*NN-metoden

Ålder	Medelvolym (m <sup>3</sup> sk/ha)
0 - 9	6,0
10 - 19	9,4
20 - 29	21,2
30 - 39	31,2
40 - 49	48,3
50 - 59	79,0
60 - 69	98,8
70 - 79	129,4
80 - 89	141,9
90 - 99	150,4
100 - 109	169,7
110 - 119	180,1
120 - 129	208,3
130 - 139	171,3
140+	124,4

Tabell 6. Medelvolym per åldersklass enligt beståndsdata

Ålder	Medelvolym (m <sup>3</sup> sk/ha)
0 - 9	0,2
10 - 19	6,5
20 - 29	21,8
30 - 39	45,8
40 - 49	72,1
50 - 59	102,4
60 - 69	120,0
70 - 79	128,2
80 - 89	141,9
90 - 99	137,9
100 - 109	160,9
110 - 119	175,9
120 - 129	178,2
130 - 139	183,3
140+	159,0



LÄNSSTYRELSEN  
I NORRBOTTENS LÄN

---

R A P P O R T S E R I E

---

NUMMER 10/2000

---