



Skogsskötselns påverkan på fodertillgång för klövvilt

*The impact of forest management on forage availability for
ungulates*

Moa Ullén

Arbetsrapport 437 2015
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet

Handledare:
Karin Öhman

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.slu.se/srh
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-437-SE

Skogsskötselns påverkan på fodertillgång för klövvilt

*The impact of forest management on forage availability for
ungulates*

Moa Ullén

Nyckelord: Heureka, PlanVis, strategisk planering, viltvård.

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp
EX0768 A2E

Handledare: Karin Öhman, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, planering

Examinator: Erik Wilhelmsson, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, planering

Extern handledare: Mats Nilsson, Holmen Skog

Förord

Detta examensarbete har utförts på institutionen för skoglig resurshushållning vid Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå på uppdrag av Holmen Skog.

Jag vill först och främst tacka min handledare vid SLU, Karin Öhman, för all hjälp och motivation. Ett tack riktas även till min handledare och kontaktperson på Holmen Skog, Mats Nilsson, som initialt gav mig förtroendet att utföra denna studie. Tack till Hampus Holmström, som varit till stor hjälp vid frågor rörande Heureka PlanVis, och Emil Broman för vägledning vid användandet av omräkningsfaktorer för biomassa. Slutligen vill jag tacka mina vänner och kurskamrater som förgyllt många timmar som vi tillbringat tillsammans på skolan.

Moa Ullén

Umeå, februari 2015

Sammanfattning

Det pågår en ständig debatt mellan olika parter i samhället angående betesskador orsakade av klövvilt. Huvudmålet med dagens viltförvaltning är att anpassa klövviltstammarna efter fodertillgången i landskapet. Syftet med studien var därför att kvantifiera fodermängden för klövvilt i skogslandskapet, undersöka hur olika skötselåtgärder påverkar foderutbudet och analysera kostaderna för dessa.

Studien begränsades till ett sammanhängande område i Holmen Skogs distrikt Egen skog. Med hjälp av beslutsstödsprogrammet Heureka PlanVis har foderutfallet för ett antal olika foderskapande skötselåtgärder tagits fram. I de flesta simuleringar var målet att maximera nuvärdet, men det alternativ som skapade absolut mest foder var när målet istället sattes till att maximera biomassan i skogslandskapet. Även skötselåtgärder som att senarelägga gallring och minska det maximala gallringsuttaget hade positiv inverkan på foderutvecklingen. Dessa åtgärder generade även i genomsnitt de största nettointäkterna. Den minsta mängden totalt foder i skogslandskapet skapades däremot när omloppstiderna förkortades och när andelen självföryngrad mark ökade.

Forskning som behandlar fodertillgång i skogslandskapet är i dagsläget bristfällig. Det finns därför en stor potential för vidare studier inom detta område, särskilt med tanke på att vi i dagsläget skall ha en adaptiv förvaltning av våra klövviltstammar.

Nyckelord: Heureka, PlanVis, strategisk planering, viltvård.

Summary

There is an ongoing debate regarding damage caused by browsing between different parts of the society. The main goal of today's game management is to adapt the number of ungulates after the feed supply in the landscape. The purpose of this study was thereby to quantify the amount of feed for ungulates in the forest landscape, examining how various management measures are affecting feed supply and analyze the costs for these.

The study was limited to a continuous area in Holmen Skog's district Own forest. The production of fodder that occurs from different management actions was investigated with help from the decision support program Heureka PlanWise. In most simulations, the objective was to maximize the present value, but the option that created the absolute most fodder was when the objective was to maximize the biomass in the forest landscape. Management where the thinning was postponed and the maximum thinning grade was reduced had a positive impact on the development of the fodder. These actions also embarrassed the largest average net revenues. The smallest amount of fodder was created when the rotation periods were shortened and when the proportion of naturally regenerated land increased.

Research about fodder availability in forest landscapes is deficient. Hence there is great potential for further studies in this area, especially considering the fact that we are supposed to have an adaptive management of our ungulates.

Keywords: Heureka, PlanWise, strategic planning, wildlife management.

Innehållsförteckning

Inledning.....	5
Syfte och mål.....	5
Avgränsningar.....	6
Tidigare studier.....	6
Teori.....	7
Skogsvård i Sverige och på Holmen.....	7
Föryngringsfasen.....	7
Ungskogsfasen.....	7
Gallringsfasen.....	7
Slutavverkningsfasen.....	8
Blädningsbruk.....	8
Klövsviltets betesmönster.....	8
Älg (<i>Alces alces</i>).....	9
Rådjur (<i>Capreolus capreolus</i>).....	10
Kronhjort (<i>Cervus elaphus</i>) och dovhjort (<i>Dama dama</i>).....	10
Foderskapande skötselåtgärder.....	11
Studieområdet.....	14
Bestånd och beståndsregister.....	15
Definition av foder.....	15
Kvantifiering av foder i fältskiktet.....	15
Strategiska beräkningar med Heureka PlanVis.....	15
Referens.....	17
Förkortad omloppstid.....	17
Lövgynnande röjning.....	17
Senarelagd gallring.....	17
Självföryngrad tall.....	18
Blädning.....	18
Maximal biomassa.....	18
Resultat.....	19
Kvantifiering av foder i fältskiktet.....	19
Beskrivning av strategiska simuleringar.....	19
Referens.....	19
Förkortad omloppstid.....	19
Lövgynnande röjning.....	20
Senarelagd gallring.....	21

Självföryngrad tall	21
Blädning	22
Foderutfall i de olika simuleringarna.....	22
Kostnads- och intäktsanalys	26
Diskussion	29
Simuleringar	29
Tillämpning av resultat samt behov av vidare forskning	31
Slutsatser.....	33
Bilaga 1	36

Inledning

Älg och annat klövvilt hämtar merparten av sitt foder från ungskogar. Detta påverkar starkt ungskogens produktionsförmåga och kvaliteten på framtida bestånd samt förutsättningarna för biologiskt värdefulla trädslag som rönn, asp, sälg och ek. Det är viktigt att en balans mellan storleken på klövviltspopulationen och mängden foder i landskapet uppnås för att förhindra ekonomiska förluster likväl som att upprätthålla en klövviltsstam med hög kvalitet.

Huvudmålet med viltförvaltning idag är att klövviltstammarna ska vara i balans med fodertillgången. Skogsindustrierna, Lantbrukarnas Riksförbund, Bergvik Skog och Sveaskog har satt upp tre mätbara mål för att uppfylla detta (Sveaskog u.å.);

- Det ska vara möjligt att i hela Sverige föryngra skogsmarken med lämpligt trädslag.
- Minst sju av 10 föryngrade tallstammar ska vid fem meters höjd vara oskadade.
- Rönn, asp, sälg och ek ska kunna bli trädbildande i hela Sverige där de är naturligt förekommande.

Genom ett aktivt skogsbruk och en kontrollerad nivå på klövviltstammarna skall denna balans uppnås. Målbilden ur ett framtida perspektiv skulle kunna vara att minska betesskadorna genom att öka mängden foder i skogslandskapet.

Flera skogsbolag anser att fodertillgången och nivån på skadorna i skogslandskapet skall avgöra storleken på klövviltstammarna. Holmen anser till exempel att det i dagsläget är för mycket betesskador; såväl under vinter- som under sommarhalvåret. Holmen förlorar uppskattningsvis cirka 400 000 m³sk per år på grund av viltbete (Holmen 2014). Betesskador sker på hela deras skogsinnehav, men skadebilden ser något annorlunda ut i södra Sverige jämfört med i norra eftersom antalet klövviltsarter är fler där. Holmens mål är att minst 1 600 tallstammar per hektar ska vara oskadade i deras tallbestånd vid tid för första gallring. Detta motsvarar cirka tre procent färskas skador. Målet skall nås på minst 90 procent av arealen tallungskog där en normal beståndsanläggning skett.

Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att med hjälp av beslutsstödsprogrammet Heureka PlanVis beskriva samband mellan foderutbud och aktiv skogsskötsel på Holmens innehav i södra Sverige.

Målet är att:

- Kvantifiera fodermängderna i skogslandskapet
- Beskriva hur man genom aktiv skogsskötsel kan påverka foderutbudet
- Analysera kostnader och intäkter för de alternativa foderskapande skötselåtgärderna.

Avgränsningar

Studien begränsades till ett sammanhängande område i Holmen Skogs region Norrköping, distrikt Egen skog.

Eftersom det idag inte finns några bra möjligheter att kvantifiera mängden foder, och simulera utvecklingen av denna, i fältskiktet, togs ingen hänsyn till detta i simuleringarna. Indikator för fodermängd utgjordes av mängden biomassa inom betesfarlig höjd. Däremot uppskattades biomassan blåbär och ljung på studieområdet med hjälp av befintliga omräkningsfaktorer.

De foderskapande skötselåtgärder som inte är möjliga att simulera i Heureka behandlades enbart i bakgrunden.

Det är i dagsläget bristfälligt kvantifierat i vilken grad vildsvin kan medföra negativa effekter på skog och skogsproduktion. Potentiellt skulle vildsvinen kunna påverka spridning av rotröta samt påverka skogsföryngringen (Danell & Bergström 2010). Detta examensarbete fokuserar enbart på att beskriva fodermängden för hjortdjur (älg, rådjur, kron- och dovhjort). Eventuella skador på skog orsakade av vildsvin har inte beaktats eftersom kunskapsunderlaget i dagsläget är otillräckligt.

Tidigare studier

Vid bedömning av fodermängd i skogslandskapet används vanligen olika växters täckningsgrad. I en studie av Öhman, Edenius och Holmström (2011) fungerar arealen tallungskog som ett mått på den tillgängliga födan för älg. Även i denna studie användes beslutstödsprogrammet Heureka för att beskriva utfallet av foder vid olika skötselåtgärder. I detta fall skiljde förhållandet mellan arealen tall- och granskog de olika alternativen åt.

Skogsstyrelsen tar med hjälp av GIS årligen fram ett underlag som beskriver fodertillgången inom de olika älgförvaltningsområdena i landet. Även här används arealen foderproducerande ungskog som ett mått på mängden foder tillgänglig för älg (Kalén 2013). Skogsstyrelsen har även skapat metoden Fodpro som syftar till att beskriva fodersituationen inom ett visst område. Förutom att bestämma den foderproducerande ungskogsarealen inom området görs även en fältinventering där ett antal träddata mäts (trädslag, medelhöjd, medeldiameter och stamtäthet) (Kalén & Bergquist u.å.). Utöver dessa studier finns det en stor mängd litteratur som beskriver olika fodergynnande skogsskötselåtgärder varav ett antal finns beskrivna i nästkommande rapportdel; *Teori*.

Teori

Skogsvård i Sverige och på Holmen

Alltsedan 1950-talet har majoriteten av de svenska skogarna brukas enligt skogsskötselsystemet trakthyggesbruk (Albrektson et al. 2012). Systemet delas vanligtvis in i fyra faser; föryngringsfasen, ungskogsfasen, gallringsfasen och slutavverkningsfasen.

Föryngringsfasen

Det stadium när ett nytt bestånd etablerar sig efter att det tidigare avvecklats kallas för föryngringsfasen. Den första åtgärden i denna fas är vanligtvis någon form av markberedning och återbeskogning sker sedan aningen genom plantering, sådd, eller naturlig föryngring. Beroende på ståndortens klimat, markens egenskaper, ståndortshistorik, biotiska förhållanden och det tidigare beståndets egenskaper anpassas föryngringsåtgärderna till de rådande förhållandena på den specifika platsen (Albrektson et al. 2012).

Holmens mål är att bedriva ett hållbart skogsbruk med fokus på hög tillväxt. Virkesförrådet byggs upp under cirka 70 till 90 år och efter skörd påbörjas en ny tillväxtcykel. Marken bereds och återbeskogas genom plantering eller sådd. Föryngring med tall sker på magra, torra och friska ståndorter där markvegetationen domineras av lavar, kråkbär, ljung eller lingonris. Gran gynnas å andra sidan på bördiga, friska och fuktiga ståndorter där markvegetationen domineras av mossor, blåbärsris med örter och rena örttyper i svackor och sluttningar. På fuktiga eller blöta ståndorter där björn- eller vitmossor dominerar markvegetationen ges lövet förtur. För att andelen skog som domineras av lövträd ska vara minst fem procent av arealen i Holmens skogar gynnas björk i speciellt utsedda bestånd. Vårtbjörk gynnas framför glasbjörk. I övrigt lämnas björk och övrigt löv i första hand i skyddszoner (Normark 2011).

Ungskogsfasen

Ungskogsfasen omfattar den tid som följer efter att plantorna nått en höjd på 1,3 meter (brösthöjd) och fram tills dess att de passerar cirka sju meter i medelhöjd. Røjning är den skötselåtgärd som kännetecknar denna fas. Definitionen för røjning är: ”beståndsvårdande utglesning av plant- och ungskog utan att gagnvirke tas tillvara. Røjningsavfallet kan dock under vissa omständigheter tas tillvara som biobränsle” (Håkansson 2000).

Holmen røjner normalt bestånden när huvudstammarna är mellan två och tre meter höga och de eftersträvar ett lövinslag på 10 procent efter røjning i barrdominerade bestånd i södra Sverige (Normark 2011).

Gallringsfasen

Gallring definieras som: ”beståndsvårdande utglesning av skog under tillvaratagande av gagnvirke” (Håkansson 2000). Fasen ser olik ut beroende på vilken gallringsform, gallringskvot och gallringsstyrka som används (Albrektson et al. 2012).

Holmen använder Skogforsks gallringsmall ”Ingvar” för att styra gallringsarbetet. Normalt utförs första gallring då träden nått en övre höjd på cirka 14-15 meter och en andra innan beståndet nått 20 meters höjd. Holmen använder sig av låggallring med fokus på kvalitet

och de stävar efter att andelen lövträd efter gallring ska vara minst 10 procent i södra Sverige (Normark 2011).

Slutavverkningsfasen

Den sista delen i trakthyggesbrukets cykel är slutavverkningsfasen. Här avvecklas beståndet och förnynglingsfasen tar vid igen. Avveckling av skogen kan ske på olika sätt, dels genom kalhuggning (med eller utan fröträd) eller genom skärmställning. Enligt skogsvårdslagen skall hänsyn till bland annat rekreativvärden samt natur- och kulturmiljöer tas vid dessa åtgärder. Miljömålet ska jämföras med produktionsmålet. Dels ska en viss mängd döda träd sparas, lövinslaget i barrskogen skall behållas, samt avsättningar som är helt fria från skogsbruk skall skapas (Albrektson et al. 2012).

Den vanligaste slutavverkningsmetoden i Holmens skogar är kalavverkning. Förnyngsarealen med fröträd- och skärmställning utgör enbart en procent vardera. Av Holmens innehav utgör cirka fem procent av den produktiva skogsmarken naturvårdsavsättningar. Utöver denna areal tillkommer cirka fem procent naturvårdsareal i samband med att skogen avverkas eftersom småbiotoper, skydds-zoner och trädgrupper lämnas. Impediment, det vill säga skogsmark där tillväxten är mindre än en kubikmeter per hektar och år, undantas även den allt skogsbruk. Totalt uppgår därmed naturvårdsarealen till ungefär 20 procent av Holmens skogklädda marker (Holmen 2014-03-19).

Blädningsbruk

Ett skogsskötselsystem som inte utnyttjas i samma utsträckning i Sverige är blädningsbruk. Här sker upprepade gallringar varvid en fullskiktad skog med skuggtåliga träd i alla storleksklasser skapas (Lundquist, Cedergren & Eliasson 2009). Det finns många olika typer av blädningsformer varav den mest beprövade är stamvis blädning. Där ligger fokus på att bibehålla en diameterfördelning med formen av ett spegelvänt 'J'. Det vill säga att stamantalet är högst i den minsta diamaterklassen och lägst i den största.

Holmen bedriver i dagsläget inget blädningsbruk i större utsträckning.

Klöviltets betesmönster

Storleken på klöviltstammarna är under ständig diskussion mellan skogsägare och jägare. Under 1800-talet och början på 1900-talet var antalet djur betydligt mindre jämfört med idag. I och med en ändrad markanvändning (införandet av trakthyggesbruk), mer omfattande avskjutningsrestriktioner och glesare rovdjurspopulationer har stammen växt kraftigt under 1900-talets andra hälft (Bergquist 2009). Detta tros påverka de olika klöviltens betesmönster då konkurrensen om det tillgängliga fodret i skogslandskapet blir större. Redan under 1830-talet började man diskutera om älgen i termer som skadedjur för skogsbruket. I samband med den växande klöviltspopulationen blev diskussionen om dess negativa påverkan allt intensivare, och den har pågått allt sedan dess. Framförallt har fokus legat på älgarnas bete i tallungskog och rådjurens på barr- och lövplantor. En studie utförd i Furudal i Dalarna visar bland annat att tillväxten hos älgbetesskadade träd aldrig återhämtar sig helt och att förluster i volymtillväxt i betesskadade bestånd sker under hela omloppstiden (Pettersson et al. 2010). Till exempel var volymtillväxten 178,2 m³sk per hektar i hägnade bestånd (8 procent stamskadade träd) och 56,5 m³sk per hektar i ohägnade (85 procent stamskadade träd). Förutom stora tillväxtförluster, likväl som ekonomiska,

sker en betydande kvalitetsförsämring. Nyligen utförda studier tyder på att Sveriges skogsägare årligen förlorar minst 500 miljoner kronor på grund av de kvalitetsförluster som älgens orsakar (Danell & Bergström 2010).

Älg (*Alces alces*)

Det är främst älgens skador på unga tallbestånd under vintern som orsakar de svåraste och ekonomiskt mest problematiska skadorna för skogsbruket. Älgpopulationen uppgår idag till cirka 300 000-400 000 individer under sommarhalvåret och under höstens jakt sker en årlig avskjutning på cirka 100 000 djur (Svenska Jägareförbundet 2015). Jaktåret 2012/2013 fälldes 95 937 stycken älgar (Skogsstyrelsen 2013). Historiskt sett finns det ett relativt tydligt samband mellan betetrycket på de svenska produktionsskogarna och hyggesarealen, där en stor del av älgens föda återfinns. Hyggesarealen ökade i samband med trakthyggesbrukets införande efter andra världskriget och i slutet av 1970-talet kulminerade älgstammen och upp emot 180 000 älgar sköts under jakten. Därefter har den årliga hyggesarealen minskat snabbare jämfört med älgpopulationen vilket har medfört ett ökat betetryck (Normark 2011).

Även fastän det är skadorna på tallskog som orsakar de största ekonomiska förlusterna så föredrar älgan rönn, asp, viden/sälg och ek framför vårtbjörk och tall. Under vegetationsperioden äter älgan ännu hellre örter och under tidig vår, senhöst och snöfattiga vintrar blåbärsris och ljung (Månsson et al. 2008). Större granplantor betas lokalt i sydvästra Sverige där det råder brist på mer begärligt foder (Alriksson 1999). Älgan börjar vanligtvis beta på träden när de nått en höjd av 0,5 meter och klarar av att beta toppskottet upp till cirka 2,5 meter. Skador sker dock upp till cirka fem meters höjd i och med att älgan kan bryta ned stammar som har en brösthöjdsdiameter under fem centimeter (Lavsund u.å.). Förutom skottbete och stambrott sker även barkgnag på tall som är mellan 1,5 till fyra meter höga. I granbestånd sker gnaget oftast i bestånd som är mellan 30 och 60 år gamla med en brösthöjdsdiameter på 20 centimeter, ibland grövre. Det förekommer även att älgan gnager bark på asp och ek. I delar av Götaland och Svealand förekommer betesskador på yngre tall orsakad av framförallt älg under försommaren (Lavsund u.å.). Älgan betar då knopparna och/eller de skjutande skotten. Dessa skador är ofta omfattande och kan lätt förväxlas med vinterbetning.

En älg äter i genomsnitt fem kilogram torrsvikt per vinterdygn och 10 kilogram torrsvikt per sommar dygn (Alriksson 1999). Översätts dessa siffror till färsk vikt motsvarar det 10 kilogram på vintern och 30-40 kilogram på sommaren (Persson, Danell & Bergström 2000). Älgan föredrar att vistas i skogsbestånd som är yngre än 30 år framför myrmark och äldre skog (Månsson et al. 2008). En studie gjord i Västerbotten kom fram till att en vinterstam på 40 till 75 älgar per tusen hektar tallungskog var acceptabel vad gäller uthålligheten i foderproduktionen under de rådande förutsättningarna som fanns på platsen (Persson, Danell & Bergström 2004). Bergström och Bergqvist (2006) utförde en studie baserad på spillningsinventering och kom fram till ett liknande resultat vad gäller älgens utnyttjande av ungskog. De antog att älgan tar ut mer än fem gånger mer foder per ytenhet i ungskog jämfört med på övrig mark. Med de givna förutsättningarna indikerade modellen då att varje älg i vinterstam skadar cirka 0,6 procent av tallarna i ungskog och att en älgstam på tre till fyra älgar per tusen hektar kan tolereras om målet är att ha högst två procent färska skador per år respektive sex till sju älgar vid ett mål på högst fyra procent.

Rådjur (*Capreolus capreolus*)

Rådjur och älg är båda anpassade till att snabbt utnyttja förändringar i levnadsmiljön. Sedan 1950-talet har trakthyggesbruket stått för dessa förändringar vilket särskilt har gynnat dessa två klövviltsarter. En stor skillnad mellan älg och rådjur är att älgen vintertid kan överleva på stora mängder fiberrik diet som kvistar av tall och björk, medan rådjuret är mer kräset (Danell & Bergström 2010). Rådjuret betar främst i fältskiktet och förvedad kvistföda äts nästan bara vintertid då snön täcker bärris och ljung.

Rådjuret orsakar främst skador på plantor som är cirka 0,1 till en meter höga och detta sker huvudsakligen på barrträd vintertid och på lövträd under sommaren (Danell & Bergström 2010). Under de första åren efter slutavverkning står därför rådjuret för merparten av betetrycket. Volymen tillgängligt, bra foder för rådjur på ett fyra till fem år gammalt hygge motsvarar ungefär ett helt ton färskvikt per hektar. En individ äter mellan 1,5 till uppemot tre kilogram färskvikt per dygn, vilket teoretiskt sätt skulle betyda att ett hektar stort hygge kan föda ett rådjur om året. Detta motsvarar cirka 0,7-0,8 kilogram torrsvikt per dygn under sommaren och cirka 0,45 kilogram torrsvikt under vintern (Cederlund & Liberg 1995).

Skador på barrplantor orsakade av rådjur har minskat avsevärt sedan 1990-talet. Orsaken till denna trend är troligtvis den kraftiga minskningen i rådjurspopulationen som skett över i stort sett hela landet under samma tid (Danell & Bergström 2010). Rådjursstammen var som störst i början av 1990-talet och då ökade också rådjurens betesskador på plantskog dramatiskt. Under den senare delen av årtiondet minskade stammen igen. Orsaker till detta är troligtvis mindre och sämre fodertillgång, hårda snövintrar och en större rävstam (Alriksson 1999). Under jaktåret 2012/2013 fälldes 96 400 djur (Skogsstyrelsen 2013).

Kronhjort (*Cervus elaphus*) och dovhjort (*Dama dama*)

I södra Sverige är bilden av betetryck betydligt mer komplicerad eftersom annat klövvilt, såsom dovhjort och kronhjort konkurrerar med älgarna om fodertillgången. Dessa är tillskillnad från älg och rådjur inte lika bra på att snabbt anpassa sig till förändringar i födomängd i skogslandskapet. I stället är de inriktade mot att utnyttja föda i miljöer som inte förändras så mycket över tiden (Danell & Bergström 2010). De kan lokalt i Syd- och Mellansverige orsaka omfattande skador genom betning av plantor, barkgnag och fejningskador. Detta kan drabba såväl lövträd som tall och gran (Bergquist 2009). Både kronhjort och dovhjort har ökat i populationsstorlek under det senaste decenniet och avskjutningen för kronhjort låg på 6000 individer jaktåret 2012/2013 respektive 31 000 individer för dovhjort (Skogsstyrelsen 2013).

Kronhjorten betar i huvudsak i fältskiktet, men äter även kvist under vintern när snödjupet är för stort. I unga, täta granplanteringar där fältskiktet är obefintligt kan kronhjorten ställa till stora skador både genom att gnaga (vårvintern) och flänga (savningstiden) granbark. Skaderisken i denna beståndstyp ökar efter tidiga och hårda gallringar (Alriksson 1999). Kronhjortens barkgnag berör tallar med en höjd på 1,2 till fyra meter och granbestånd med åldern 15 till 40 år och med en brösthöjdsdiameter på ungefär fem till 15 centimeter. Framförallt förekommer barkgnag av kronhjort på ek, men även bok. Skottbetning orsakad av kronhjort förekommer på tall, gran, björk, ek och bok upp till cirka 1,5 meters höjd (Lavsund u.å.).

Dovhjorten är ännu mer bunden till fodersök i fältskiktet och är den i särklass mest utpräglade gräsätaren av alla skogslevande hjorddjur. Den gnager bark i viss utsträckning på både tall, gran samt vissa lövträd och betar ibland även skott upp till 1,5 meters höjd. Skott från barrträd utgör liksom bark en mycket liten del av dovhjortens föda, medan lövträd förekommer mer normalt (Lavsund u.å.).

Foderskapande skötselåtgärder

Det är möjligt att genom aktiv skogsskötsel skapa mer foder i landskapet. Ett alternativ är att använda sig av *förkortade omloppstider*. Eftersom en stor del av klövviltets foder går att finna på hyggen och i ungskog ökar fodertillgången i takt med att dessa arealer utvidgas.

Däremot bör skapandet av *mycket små bestånd undvikas* eftersom betesskadorna är betydligt mer omfattande i bestånd som är mindre än 0,5 hektar. För större arealer finns inget samband mellan areal och skadornas omfattning (Lavsund 2003).

Markberedning, hyggesbränning och stubbrytning gynnar förnygring av vedartade växter och vanligen även lövträd, tall, och risväxter. Med förenklade termer ökar foderproduktionen med markbehandlingsintensitet (Bergquist 2009). Vid markberedning blottläggs mineraljorden och detta gynnar plantetableringen och groning av frön. Denna åtgärd har därför en stor betydelse för foderproduktionen (Kalén et al. 2009).

Många skogsägare som drabbats av älg- och rådjursskador i sina tallföryngringar väljer att plantera gran istället för tall trots att det rör sig om utpräglade tallmarker (Jägareförbundet & Skogsstyrelsen 2013). Detta kan leda till tillväxtförluster i och med att dessa marker är torra eller friska, relativt näringsfattiga och har grövre jordarter och granen är bäst anpassad till marker med rörligt markvatten, som är näringsrika, och har finkorniga jordar (Hallsby 2013). Generellt tycks skadorna i tallungskog inte ha minskat på något avgörande sätt under de senaste två årtiondena, trots att älgstammen gått ner kraftigt under samma period. Det kan bero på att just arealen tallungskog har minskat (Danell & Bergström 2010). På landskapsnivå påverkas skaderisken främst av mängden tallungskog. Ju större areal det finns i landskapet, desto mindre blir risken för skador vid en given älgtäthet. För att undvika omfattande skador i de kvarvarande tallbestånden är det viktigt att utpräglade *tallmarker förnygras med tall*.

Naturlig förnygrade plantor drabbas i mindre utsträckning av betesskador jämfört med planterade (Bergquist 2009). Rådjur föredrar att beta täckrots- och barrotsplantor framför självförnygrade plantor. En tänkbar orsak till detta kan vara att älg och rådjur föredrar att beta på träd som växer fort eftersom de då har långa årsskott (Danell & Bergström 2010). En annan fördel med naturlig förnygring är att plantuppslaget ofta blir tätare, vilket resulterar i lägre betning på varje enskild planta. Användningen av naturlig förnygring, under förutsättningen att plantuppslaget blir tätt, är troligtvis en av de mest effektiva metoderna för att minska betesskadorna på våra produktionsskogar. Naturlig förnygring på olämpliga marker där förnygringen löper stor risk att bli gles och ojämn, kan däremot resultera i mycket omfattande betesskador (Lavsund 2003).

Vid *röjning* bör de för viltet attraktiva trädslagen gynnas. Genom att inte i onödan röja bort lämpligt foder kan betetrycket minskas på de skogligt värdefulla träden (Jägarförbundet &

Skogsstyrelsen u.å.). Enligt Bergquist (2009) kan dock en ökning av det alternativa fodret i det enskilda beståndet locka till sig djur och därigenom öka skadorna.

Tidig och hård röjning ökar risken för älgbetning (Alriksson 1999). Istället bör fler och klenare röjningar utföras. Risken för älgskador kan reduceras om sista röjningen senareläggs till älgssäker höjd (över fem meter i medelhöjd). Sen röjning skapar å andra sidan klena bestånd med större risk för skador och åtgärden blir mer kostsam (Lavsund 2003). Stammar som redan betas bör inte röjas bort om de inte hämmar huvudstammarna eftersom älgen föredrar att beta skott från träd som betats tidigare (Alriksson 1999). För att skydda huvudstammarna med ”betade” bistammar, kan röjstammar toppas istället för att röjas bort vid roten. Det innebär att träden kapas vid cirka en till 1,5 meter istället för vid marken. På så sätt hålls trädet levande och producerar foder i form av gren- eller stamskott, men utgör ingen konkurrens gentemot huvudstammarna (Jägareförbundet & Skogsstyrelsen u.å.). Dessa stammar bör betas och röjas så pass hårt att de tillslut dör för att inte utgöra ett problem vid första gallring (Pettersson, Fahlvik & Karlsson 2012).

Vid *avverkning och röjning av löv- och tallskog under vintern* skapas tillfälligt foder i form av avverkningsrester som ris och toppar (Alriksson 1999). Genom att dra ihop rishögarna och undvika att köra över dem vid avverkning (s.k. *risseparering*) kan tillfälligt foder skapas. En studie med risseparering utförd i talldominerade bestånd på olika platser i Sverige visade att cirka 226 kilogram foder per hektar skapades vid föryngringsavverkning och ungefär 137 kilogram vid gallring (Edenius et al. 2012). Klövvilten konsumerade 70 procent mer i de risseparerade föryngringsavverkningarna jämfört med i de avverkningar som sköttes som vanligt. Framförallt utnyttjade älg dessa trakter. Drivningskostnaderna påverkades inte i föryngringsavverkningarna, men blev något dyrare vid gallring. I gallring skedde dock ingen ökning av konsumtionen av foder i samband med risseparering.

Generellt betar älgen både en större andel träd och hårdare på varje träd om träden står glest, jämfört med om de står tätt. På beståndsnivå har det visat sig att skogsbestånd som ur skogig synpunkt är välskötta, det vill säga utan luckor och någorlunda jämnhöga, klarar sig bättre från skador jämfört med sämre skötta (Danell & Bergström 2010). Vid *gallring* bör därför höga stamantal i unga bestånd eftersträvas. Vid problem med barkgnag orsakade av klövvilt kan bättre kvalitet i slutbeståndet skapas genom att låggallra svagt och sent och genom att alltid spara en del undertryckta träd i beståndet eftersom de skadas mest (Alriksson 1999).

Gödsling ökar tillväxten och likaså den tillgängliga biomassan. Älg och rådjur föredrar att beta på träd som växer fort eftersom de då har långa årsskott (Danell & Bergström 2010). Kvävegödsling kan dock ha en negativ inverkan på lingon- och blåbärsris vilket i sin tur leder till en minskad fodertillgång (Strengbom & Walheim 2002).

Betetrycket påverkas av mängden foder i landskapet och storleken på klövviltstammarna. *Viltåkrar* skapar mycket föda och skulle därför kunna fungera som en avledning från skadekänsliga områden. Fodermärgkål, foderraps, klövervall, sötväppling och jordärtskocka är i dagsläget de mest använda grödorna på viltåkrar (Månsson et al. 2012). Hägnade viltåkrar kan under tillväxtsången producera mellan 1 500 till 5 400 kilogram torrsvikt av den odlade grödan per hektar. Läggs dessutom den övriga vegetationen till (ogräs och annan vall) beräknas mängden foder vara mellan 1 700 till 13 000 kilogram torrsvikt per hektar.

Kantzoner mot våtmarker, hållmark, vatten och övrig öppen mark utgör ofta bra viltbiotoper. Här återfinns ofta skydd, foder, vatten och en naturlig variation i strukturen (Alriksson 1999). Åtgärder som gynnar viltet i dessa zoner varierar beroende på var i landskapet vi hittar dem. Det kan till exempel röra sig om att gynna lövet och inte plantera barrträd, skapa en variation i trädskiktet samt att glesa ut beståndet så att fält- och buskskiktet gynnas.

Material och metod

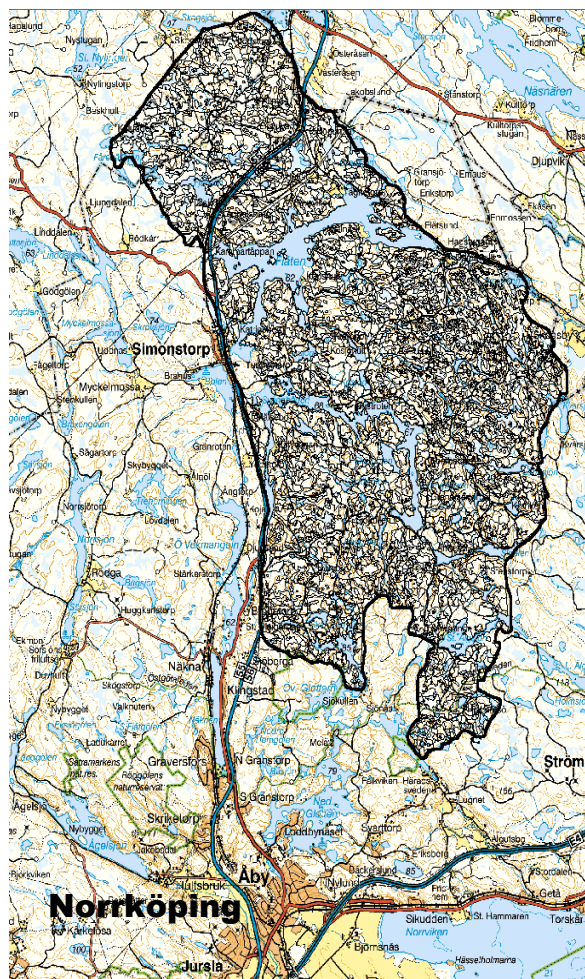
Studieområdet

Studieområdet utgjordes av en del av Holmens markinnehav inom Region Norrköping, distrikt Egen skog (Figur 1). Totalt finns här cirka 70 000 hektar varav 7 535 hektar har använts i denna studie. 7 261 hektar av dessa består av produktiv skogsmark uppdelat i cirka 2 500 avdelningar.

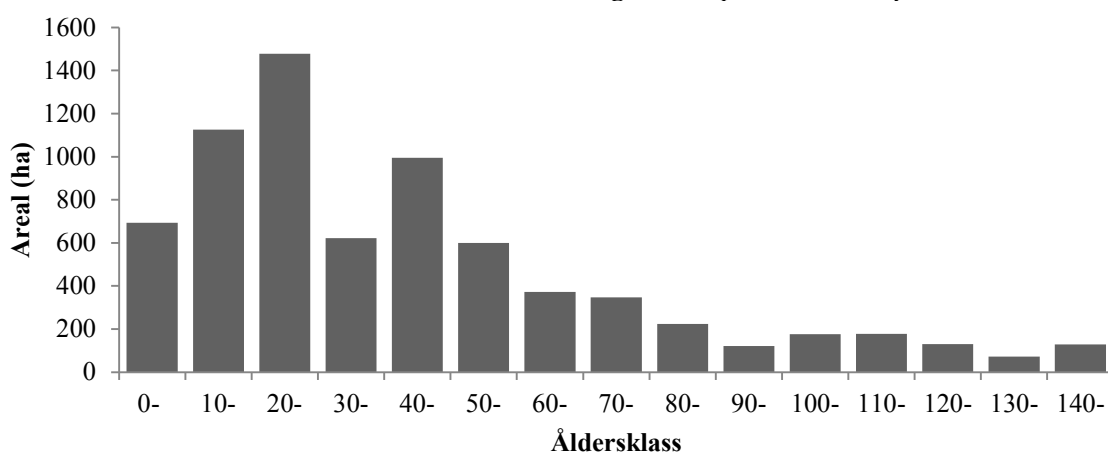
Medelvolymen på den produktiva skogsmarken är 152 m³sk per hektar och medelåldern 44 år. Den största arealen produktiv skog finns inom åldersklasserna noll till 50 år (figur 2).

Drygt 14 procent av arealen utgörs av avsatt mark, det vill säga NO- och NS-skogar.

Trädslagsfördelningen i det ingående tillståndet är 45 procent gran, 50 procent tall och fem procent löv.



Figur 1. Karta över studieområdet.
Figur 1. Map over the study area.



Figur 2. Åldersklassfördelning i ingående tillstånd för den produktiva skogsmarken på studieområdet.

Figure 2. Age distribution of the initial state of the productive forest in the study area.

Bestånd och beståndsregister

Uppgifter om det initiala skogstillståndet har baserats på Holmen Skogs beståndsregister. För varje bestånd finns uppgift om areal, ståndortsindex, altitud, trädslagsblandning, volym för enskilda trädslag med mera. Vissa bestånd saknar dock vissa värden, vanligtvis rör det sig om ungskog eller bestånd som utgör naturvårdsavsättningar. För att beståndregistret skall kunna importeras till Heureka måste vissa uppgifter finnas med och när dessa saknats har de beräknats med hjälp av kända uppskattningsformler (Hamilton 1985).

Definition av foder

I denna studie definieras foder som den tillgängliga biomassan bark eller kvistar inom åtkomlig höjd för bete samt övriga preferenser som de olika klövviltarterna har (se tabell 1 och *Klövviltets betesmönster* s. 8). I Heureka beräknas mängden biomassa i ungskog för bark och grenar med hjälp av en modell framtagen av Claesson, Sahlén och Lundmark (2001). För beräkning av biomassan för olika trädfraktioner av tall, gran och björk i etablerad skog används funktioner framtagna av Peterson (1999).

Tabell 1. Definition av foder för de olika klövviltarterna. Där höjd utgörs av trädslagsvisa värden och ålder samt diameter beståndsvisa.

Table 1. Definition of fodder for the different ungulate species. Where height consists of tree variables and age and diameter of stand variables.

	Älg			Kron- & dovhjort			Rådjur
	Bark	Kvist		Bark	Kvist		Kvist
Trädslag	Tall	Gran, asp & ek	Tall & löv	Tall	Gran	Tall, gran & löv	Tall, gran & löv
Höjd (m)	1-4		≤ 5	1-4		≤ 2	≤ 1
Ålder (år)		30-60			15-40		
Diameter (cm)		15-30			5-15		

Kvantifiering av foder i fältskiktet

Broman (2005) har tagit fram ett antal omräkningsfaktorer mellan täckningsgrad och våtbiomassa. Med hjälp av data från Riksskogstaxeringen har den genomsnittliga mängden tillgängligt foder i form av blåbär och ljung skattats inom studieområdet.

Strategiska beräkningar med Heureka PlanVis

Framskrivningar av framtida produktion av foder för olika arter och skötselscenarier har gjorts med hjälp av Heureka-systemet som har utvecklats av forskare vid SLU tillsammans med Skogforsk. Heureka-systemet är ett datorbaserat beslutsstödsprogram med uppgift att

göra kort- och långsiktiga analyser för skogsbruk. Analyser kan göras på såväl en hel region som på ett enskilt bestånd och systemet kan i dagsläget hantera flera av skogens olika värden, såsom virkesproduktion, ekonomi, rekreativvärden, naturvärden, kolinlagring och som i detta fall mängden tillgängligt foder. Systemet står under ständig utveckling och förvaltas av programmet för skogliga hållbarhetsanalyser (SHa) vid SLU.

Heurekasystemet består av ett antal olika programvaror; BeståndsVis för analys av enskilda bestånd alternativt skogstyper, RegVis för regionala och nationella konsekvensanalyser, PlanVis för lång- till kortsiktiga analyser på små eller stora skogsinnehav samt PlanEval som utvärderar planer som skapats i PlanVis och HabitatPrognosis vilket analyserar den lämpliga arealen av habitat för olika arter (Heureka u.å.a).

PlanVis (som nyttjats i denna studie) används framförallt för den långsiktiga planeringen på allt från stora till små skogsinnehav. Programmet består av ett antal huvudkomponenter; en skötselprogramgenerator (förkortas TPG från engelskan Treatment Program Generator) som skapar en mängd alternativa skötselprogram för varje bestånd inom analysområdet, ett optimeringsverktyg som används för att hitta det bästa skötselprogrammet för varje bestånd utifrån givna målsättningar och restriktioner, ett kartverktyg som kan visa skogens utveckling vid olika planer samt ett verktyg för att skapa resultatrapporter. PlanVis kan med andra ord ses som en problemlösare som ger svar på vad som ska göras, när det ska göras och var det ska göras. Skillnaden mellan en plan framtagen av Heureka PlanVis och en vanlig skogsbruksplan är att betydligt mer avancerade planer kan utformas, med längre tidshorisont och där även ekonomiska analyser kan inkluderas (SHa u.å.).

Med hjälp av Heureka PlanVis, version 2.0.0, beräknades fodermängden för sju alternativa skötselprogram på studieområdet. Gemensamma inställningar:

- Skogens utveckling och skogsskötsel simulerades under en 100-årig tidshorisont, uppdelad i 20 femårsperioder.
- I optimeringsverktyget krävdes att minst 10 procent av arealen i varje period skulle bestå av skog över lägsta slutavverkningsålder (LSÅ) (detta gäller inte för alternativ 2 "Förkortad omloppstid").
- Arealen gammal skog, det vill säga skog över 120 år, tvingades vara minst fem procent av den totala arealen. Detta gällde dock inte i de två första perioderna och för alternativ 2 "Förkortad omloppstid".
- Maximalt 50 procent av arealen fick utgöras av kalmark och ungskog under 20 år eftersom fastigheter med en areal över 50 hektar omfattas av § 12 skogsvårdslagen (Skogsstyrelsen 2014). Är innehavet över tusen hektar får inte heller arealen som föryngringsavverkas under sammanlagt fem år vara större än fem årsarealer och på innehav större än 5 000 hektar får denna areal under ett enskilt år inte överstiga 1,5 årsareal.
- Kalkylräntan sattes till 2,5 procent.

Se bilaga 1 för precisa inställningar i TPG:n och optimeringsmodellen för de olika simuleringarna.

Referens

Denna simulering syftade till att beskriva utfallet av fodermängd vid användandet av Holmens nuvarande skötselprogram.

Simulering av skötselprogram

Skogsskötselprogram skapades för att så långt som möjligt efterlikna Holmen Skogs riktlinjer för uthålligt skogsbruk (Normark 2011). Företagsspecifika kostnader för drivning och skogsvård användes och virkesprislistan var Holmen Skogs. Ingen naturlig föryngring ägde rum på studieområdet.

Val av optimalt skötselprogram

Jämnhetskrav, kalkylränta, avverkningsplan etc. anpassades till Holmens nuvarande uppgifter. Utifrån region Norrköpings önskade slutavverkningsvolym uppskattades avverkningsmålet för studieområdet till cirka 120 000 m³fub per år. De första tre femårsperioderna tilläts en avvikelse från avverkningsmålet på 10 procent. Under resterande del av planeringshorisonten fick slutavverkningsvolymen avvika med 10 procent, men då i förhållande till föregående periods slutavverkningsvolym.

Förkortad omloppstid

Syftet med denna simulering var att förkorta omloppstiderna jämfört med referenslösningen med målet att skapa mer hyggen och ungskog.

Simulering av skötselprogram

Olagliga slutavverkningsåldrar tilläts och den maximala fördröjningen av slutavverkning efter LSÅ förkortades med fyra perioder (20 år).

Val av optimalt skötselprogram

Enbart jämnhetsrestriktionerna behölls i optimeringsmodellen, det vill säga att inga restriktioner angående minsta tillåtna areal bestående av skog över LSÅ eller areal gammal skog inkluderades. Slutavverkningsvolymerna tilläts stiga med hela 20 procent istället för 10 både under de tre första perioderna samt under de resterande perioderna.

Lövgynnande röjning

Denna simulering skapades i syfte att vid röjning gynna de mest viltbegärliga trädslagen samt att senarelägga ingreppet för att reducera risken för betesskador.

Simulering av skötselprogram

Röjning tilläts upp till en höjd på sex meter istället för fem meter som i referenslösningen. Minst 20 procent av träden tvingades bestå av löv efter utförd röjningsåtgärd.

Val av optimalt skötselprogram

Referenslösningens optimeringsmodell användes i denna simulering.

Senarelagd gallring

Syftet med detta alternativ var att skapa en bättre kvalitet i slutbeståndet genom att låggallra svagt och sent.

Simulering av skötselprogram

Ett mindre gallringsuttag tilläts och det maximala gallringsuttaget var betydligt lägre jämfört med i referenslösningen. Gallring tilläts vid en högre höjd och ytterligare ett gallringgrepp var tillåtet i denna simulering. Den maximala åldern för gallring höjdes, och gallringarna fick utföras upp till tre perioder efter tidigaste tillåtna gallringstidpunkt. Färre bestånd tvingades till gallring jämfört med i referenslösningen.

Val av optimalt skötselprogram

Referenslösningens optimeringsmodell användes i denna simulering.

Självföryngrad tall

Eftersom användningen av naturlig föryngring på tallmark är en av de mest effektiva metoderna för att minska betesskadorna skapades detta alternativ.

Simulering av skötselprogram

En skogsdomän för tallmark skapades. Definitionen för tallmark var bestånd med torr och frisk mark med grövre jordarter (stenig-, grusig-, sandig- eller sandig-moig morän). Vegetationen utgjordes av lingon-, kråkbär/ljung-, fattigris- eller lavtyp. Alla tallmarker föryngrades naturligt genom fröträäd och markberedning utom de bestånd som i tidigare simuleringar tillhört domänen avsatta skogar (NO-skogar).

Val av optimalt skötselprogram

Referenslösningens optimeringsmodell användes i denna simulering.

Blädning

Syftet med denna simulering var att se hur mycket foder som skapas vid tillämpning av blädningsbruk.

Simulering av skötselprogram

En skogsdomän med alla granbestånd skapades. Hyggesfritt skogsbruk tillämpades i dessa bestånd, förutom de som sedan tidigare tillhörde domänen avsatta skogar (NO-skogar).

Val av optimalt skötselprogram

Referenslösningens optimeringsmodell användes även här, men med vissa undantag. Jämnhetskravet under de första tre femårsperioderna där en avvikelse från avverkningsmålet på 10 procent tilläts exkluderades. Istället fick slutavverkningsvolymen avvika med 10 procent i förhållande till föregående periods slutavverkningsvolym redan från period två.

Maximal biomassa

Simulering av skötselprogram

Denna simulering var identisk med referenslösningen.

Val av optimalt skötselprogram

Optimeringsmodellens inställningar var samma som i referenslösningen förutom att den totala biomassan maximerades istället för nuvärdet.

Resultat

Kvantifiering av foder i fältskiktet

Vid det ingående tillståndet håller den produktiva skogsmarken inom studieområdet cirka 318 961 ton blåbär och ljung totalt (tabell 2).

Tabell 2. Bromans (2005) omvandlingsfaktorer, data från Riksskogstaxeringen angående täckningsgrad (tg) av blåbär respektive ljung på den produktiva bolagsägda skogsmarken i Östergötland utanför nationalparker och naturreservat samt deras våtbiomassa.

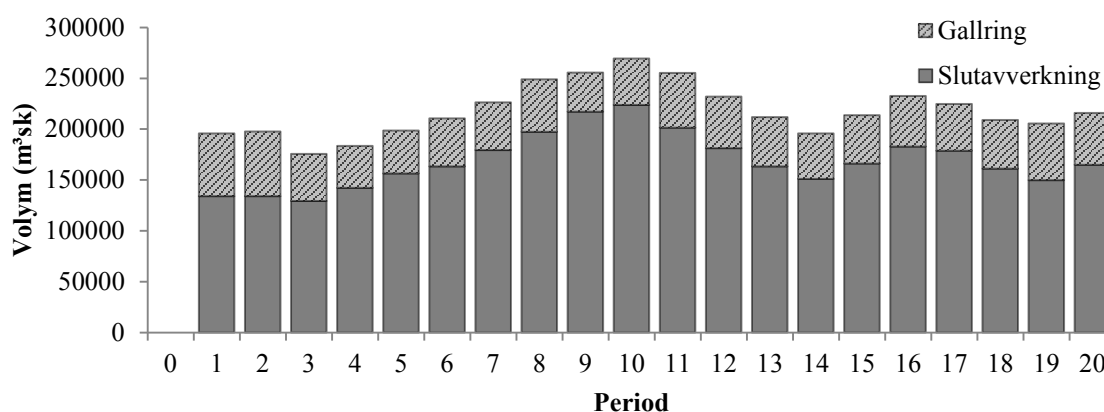
Table 2. Broman's (2005) conversion factors, data from Riksskogstaxeringen regarding coverage (tg) of blueberry and heather on productive company-owned woodland in Östergötland outside national parks and nature reserves and their wet biomass.

	Blåbär	Ljung
Täckningsgrad (%)	8	2,8
Omvandlingsfaktor (kg/ha)	3055	6960
Våtbiomassa (kg/ha)	24 440	19 488
Totalt (ton)	177 459	141 502

Beskrivning av strategiska simuleringar

Referens

Avverkningsprofilen är relativt jämn tack vare jämnhetsrestriktionerna som användes i optimeringsmodellen (figur 3). Som minst slutavverkas strax under 130 000 m³sk i period tre och gallras cirka 38 600 m³sk i period nio. Som mest tas cirka 224 000 m³sk ut vid slutavverkning och cirka 63 700 m³sk vid gallring. Detta sker i period 10 respektive period två.

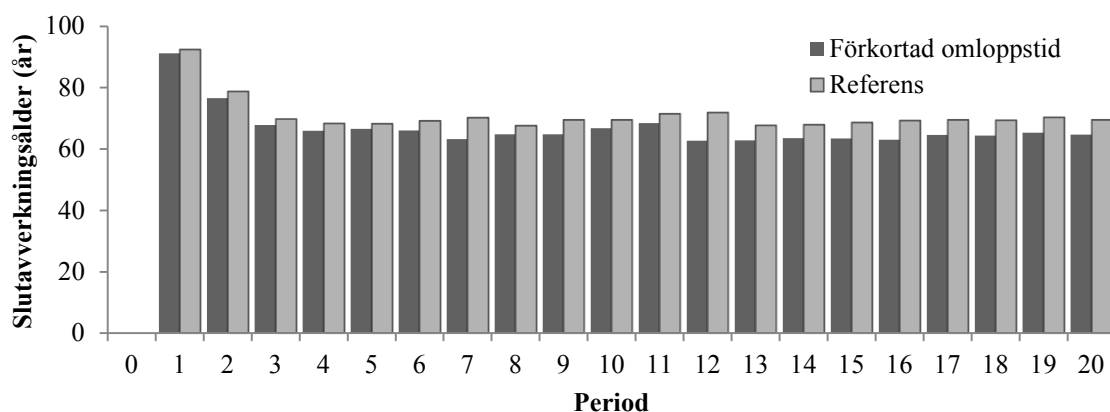


Figur 3. Studieområdets avverkningsprofil.

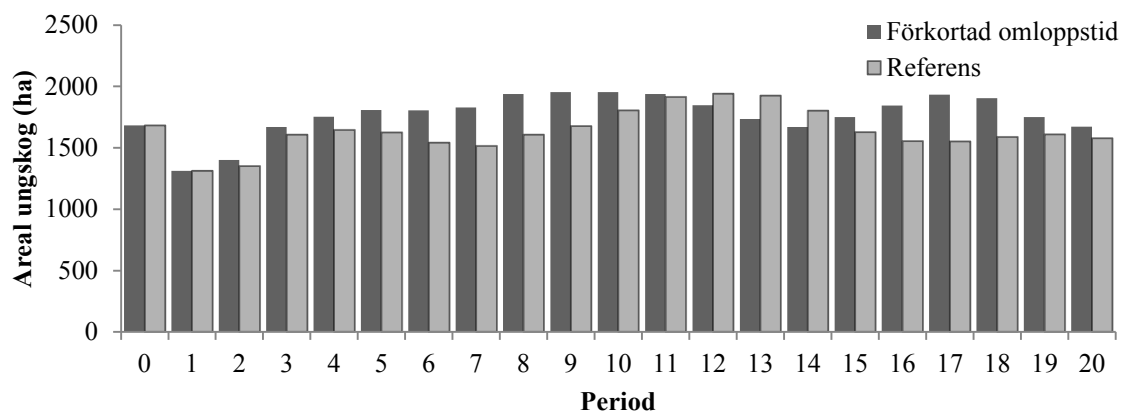
Figur 3. Harvesting profile of the study area.

Förkortad omloppstid

Slutavverkningsåldrarna är lägre i alla perioder jämfört med i referenslösningen (figur 4). Arealen ungskog (< 20 år) är generellt större i denna simulering jämfört med i referenslösningen (figur 5). I perioderna 12, 13 och 14 finns det dock mer ungskog i referenslösningen. Detta sker alltså strax efter toppen på avverkningsvolymerna



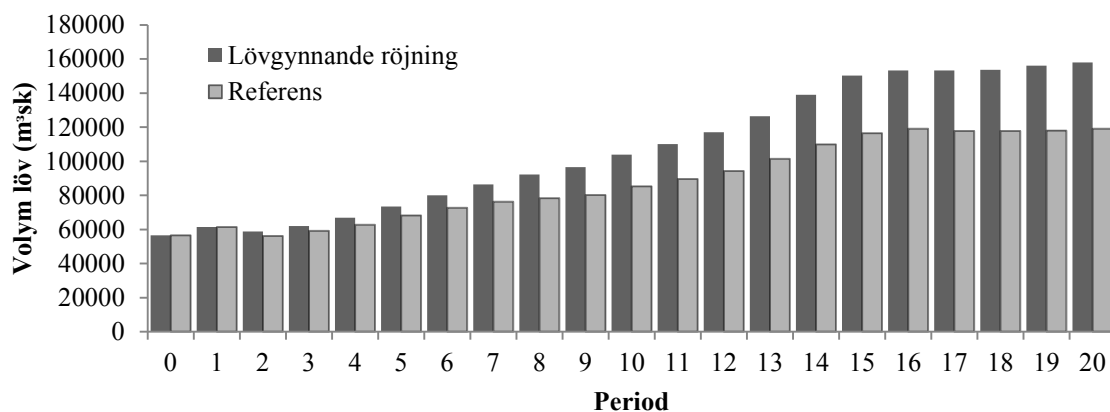
Figur 4. Genomsnittlig slutavverkningsålder i de olika perioderna.
Figur 4. Average regeneration age in the various periods.



Figur 5. Areal ungskog < 20 år i de olika perioderna.
Figur 5. Area of young forest < 20 years in the different periods.

Lövgynnande röjning

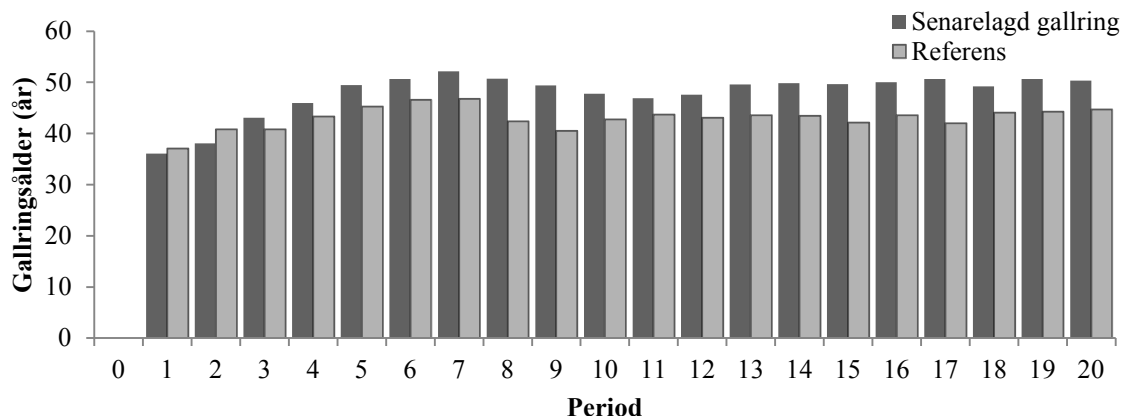
Den totala volymen löv på studieområdet är betydligt högre i denna simulering jämfört med i referenslösningen (figur 6). I sista perioden skiljer det hela 38 727 m³sk mellan de två simuleringarna.



Figur 6. Total volym löv i de olika perioderna.
Figur 6. Total volume hardwood in the various periods.

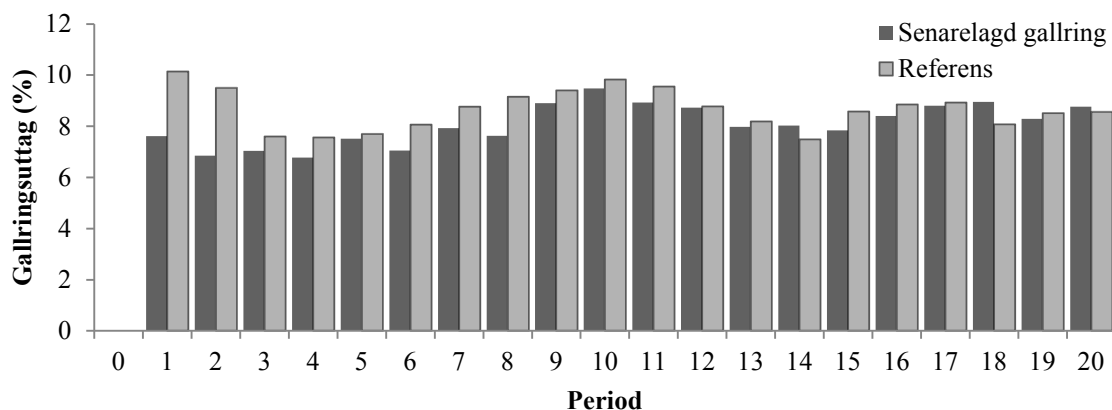
Senarelagd gallring

Beståndsåldern vid gallring var högre än referenslösningen i alla perioder utom i de två första (figur 7). Genomsnittet för alla perioder är cirka 43 år i referenslösningen och nästan 48 år i denna simulering. Vid jämförelse av gallringsuttaget syns inte en lika tydlig skillnad, men generellt är uttaget mindre än i referenslösningen (figur 8). Ett genomsnittligt gallringuttag fördelat på alla perioder visar att referenslösningen har ett uttag på cirka 8,7 procent per period och denna simulering har cirka 8,1 procent.



Figur 7. Genomsnittlig gallringsålder i de olika perioderna.

Figur 7. Average thinning age in the various periods.

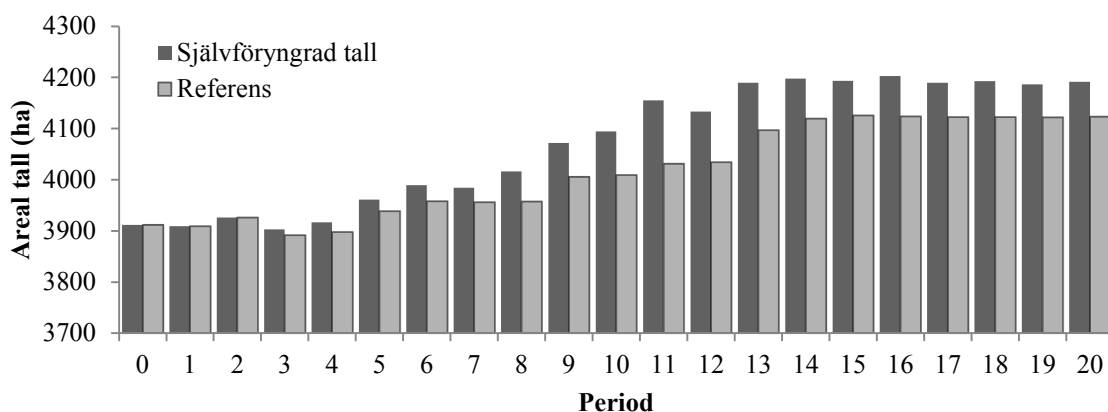


Figur 8. Gallringsuttag i de olika perioderna (gallrad grunddyta/grundyta innan gallring).

Figur 8. Thinning grade in the various periods (basal area thinned/basal area before thinning).

Självföryngrad tall

Skogsdomänet tallmark utgör 17,69 procent av den totala skogsmarksarealen. Naturlig föryngring sker på hela 1 285 hektar tillskillnad från referenslösningen där ingen mark föryngras på detta sätt. Även den totala arealen skog som domineras av tall är betydligt större i denna simulering jämfört med i referenslösningen (figur 9). I sista perioden finns drygt 68 hektar mer tallskog jämfört med i referenslösningen.

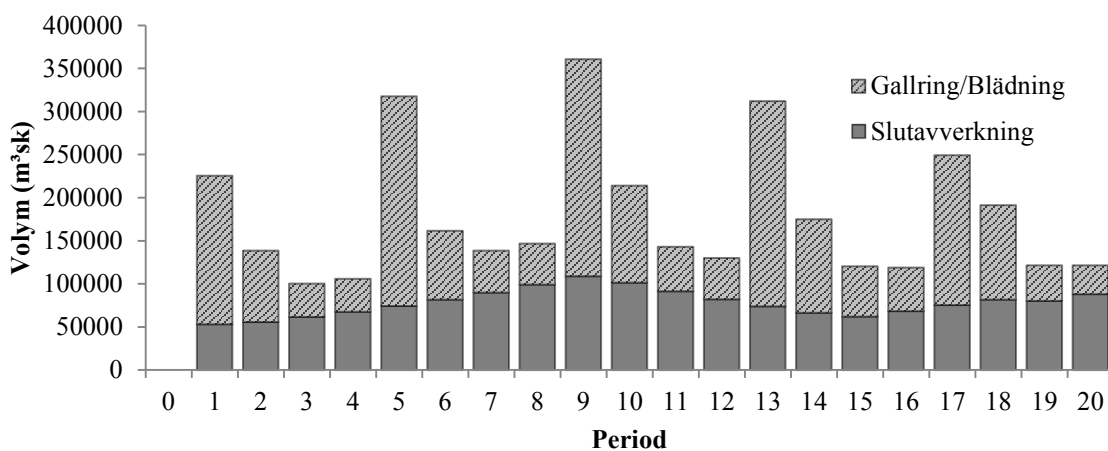


Figur 9. Areal där tall är det dominerande träslaget i de olika perioderna.

Figur 9. Area where pine is the dominant tree species in the various periods.

Blädning

Blädningsskog utgjorde 41,4 procent av studieområdets areal. Jämnhetsrestriktionen som användes i optimeringsmodellen vid denna simulering skapar en jämnhet i de slutavverkade volymerna, men inte i gallrings- och blädningsuttaget (figur 10). Här syns det tydligt att blädning sker var fjärde period med ett största uttag på drygt 250 000 m³sk i period nio. Denna period är även slutavverkningsvolymen som störst; cirka 110 000 m³sk.



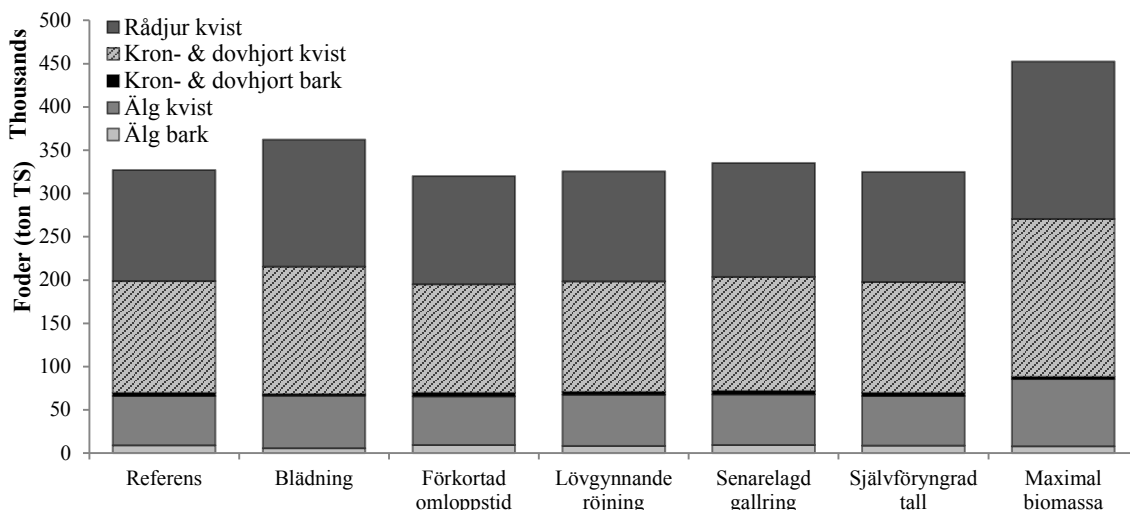
Figur 10. Studieområdets avverkningsprofil.

Figur 10. Harvesting profile of the study area.

Foderutfall i de olika simuleringarna

Tabell 3. Genomsnittlig fodermängd över planeringsperioden för simuleringarna. Hela stapeln utgör total genomsnittlig fodermängd.

Table 3. The average amount of feed over the planning period for the simulations. Full bar represents the total average amount of fodder.



Tabell 4. Skillnad i foder jämfört med referenslösningen för de olika simuleringarna. Där referenslösningens foderutfall utgör 100%.

Table 4. Difference in fodder compared with the reference solution for the various simulations. Where the reference solution's fodder production is 100%.

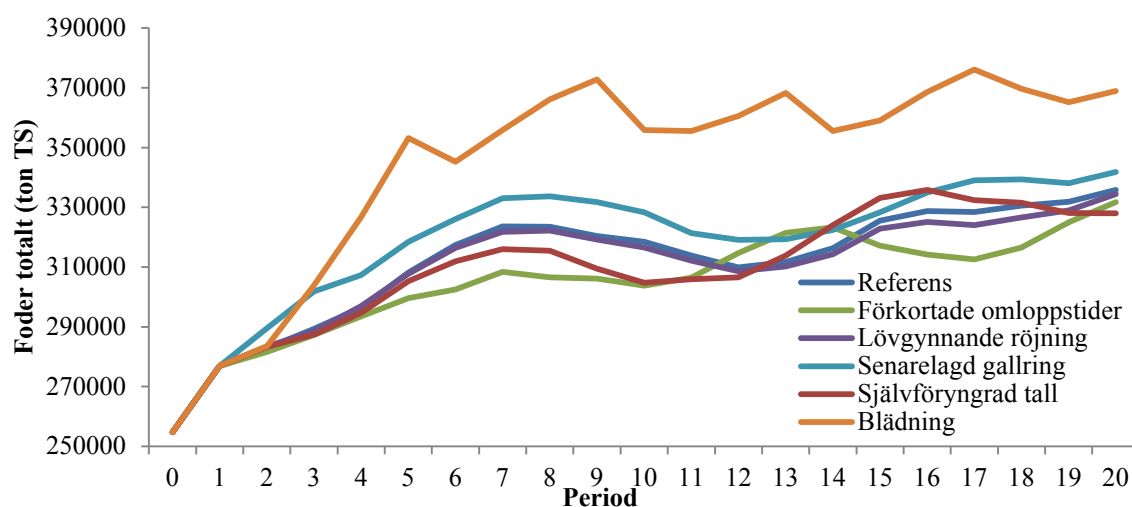
	Älg bark	Älg kvist	Kron- & dovhjort bark	Kron- & dovhjort kvist	Rådjur kvist	Foder totalt
Referens	100	100	100	100	100	100
Blädning	64	107	47	114	114	111
Förkortad omloppstid	106	98	106	97	97	98
Lövgynnande röjning	95	103	85	99	99	99
Senarelagd gallring	105	103	101	102	102	102
Självföryngrad tall	99	100	98	99	99	99
Maximal biomassa	89	136	66	141	142	138

Sammanfattningsvis visar tabell 4 att det enbart är simuleringen ”Senarelagd gallring” som producerar mer foder jämfört med referenslösningen för alla klövviltarter och deras preferenser. ”Självföryngrad tall” är den enda simuleringen som inte skapar mer foder i någon kategori. ”Maximal biomassa” skapar betydligt mer foder i form av kvist och totalt jämfört med resterande alternativ. Däremot produceras betydligt mindre foder i form av bark i denna.

Bortsett från ”Maximal biomassa” är ”Blädning” den simulering som ger den genomsnittligt största totala mängden foder fördelat på de olika perioderna (cirka 362 099 ton torrsbstans (TS) per period) (tabell 3 och figur 11). Minsta mängden foder skapas av skötselalternativet ”Förkortade omloppstider” (cirka 320 200 ton TS per period). Simuleringen ”Maximal biomassa” skapar i genomsnitt cirka 38 procent mer foder jämfört med referenslösningen (cirka 452 471 ton TS per period).

På grund av att graferna blir svårlästa kommer resultaten från simuleringen ”Maximal biomassa” inte presenteras (fodermängden är betydligt större jämfört med övriga

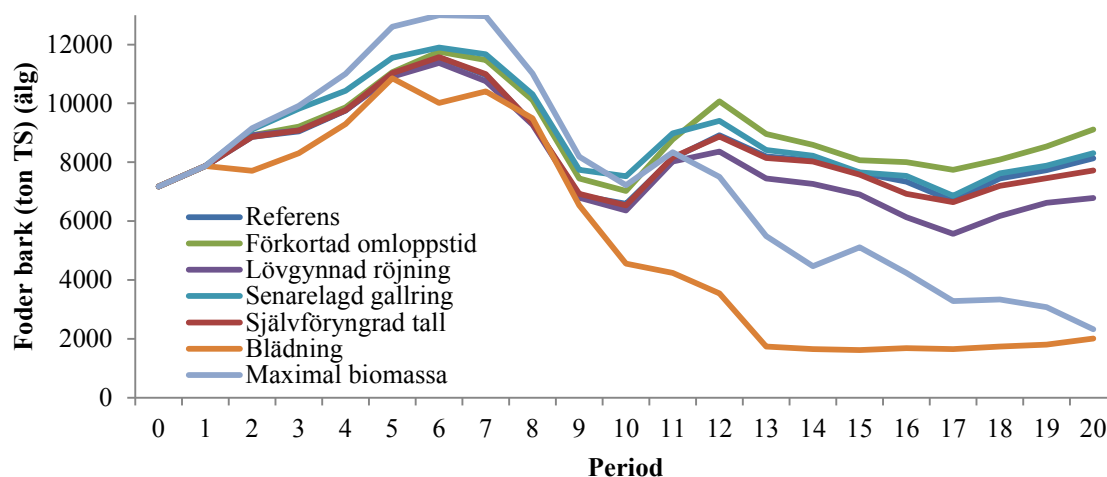
simuleringar), med undantag för foder i form av bark för älg samt kron- och dovhjort. Dessa värden går dock att finna i de tillhörande texterna.



Figur 11. Total fodermängd (torrsubstans, TS) för de olika skötselalternativen.

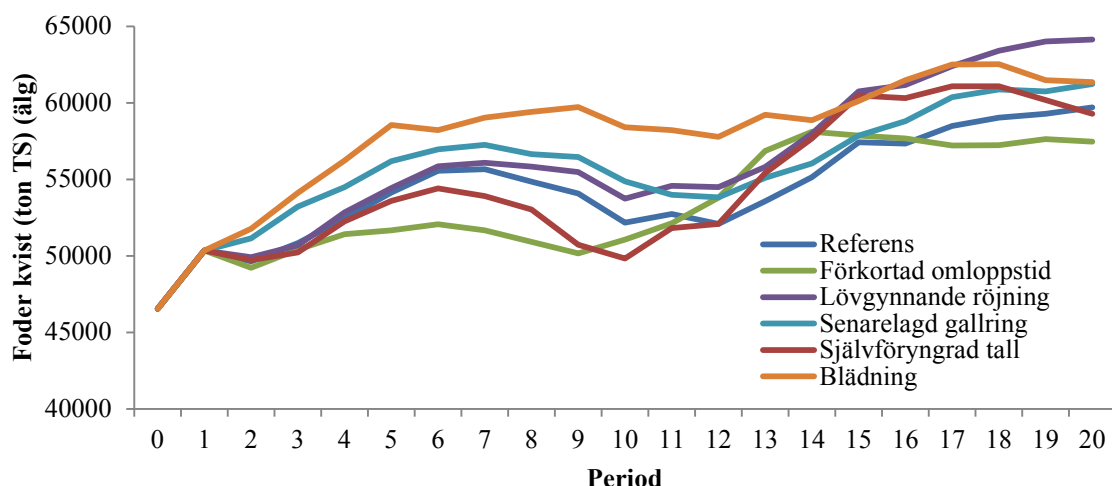
Figur 11. Total amount of fodder (dry matter) for the different management options.

Skötselalternativet "Förkortade omloppstider" genererar den genomsnittligt största mängden foder i form av bark som är tillgängligt för älg (cirka 9 392 ton TS per period) och "Blädning" den minsta (cirka 5 693 ton TS per period) (tabell 11 och figur 12). Vad gäller det tillgängliga fodret i form av kvist för älg är det tvärtom skötselalternativet "Blädning" som producerar näst mest foder i genomsnitt över perioderna (cirka 60 795 ton TS per period) och "Förkortade omloppstider" minst (cirka 56 070 ton TS per period) (tabell 11 och figur 13). Mest foder i form av kvist skapar simuleringen "Maximal biomassa" (cirka 77 805 ton TS per period).



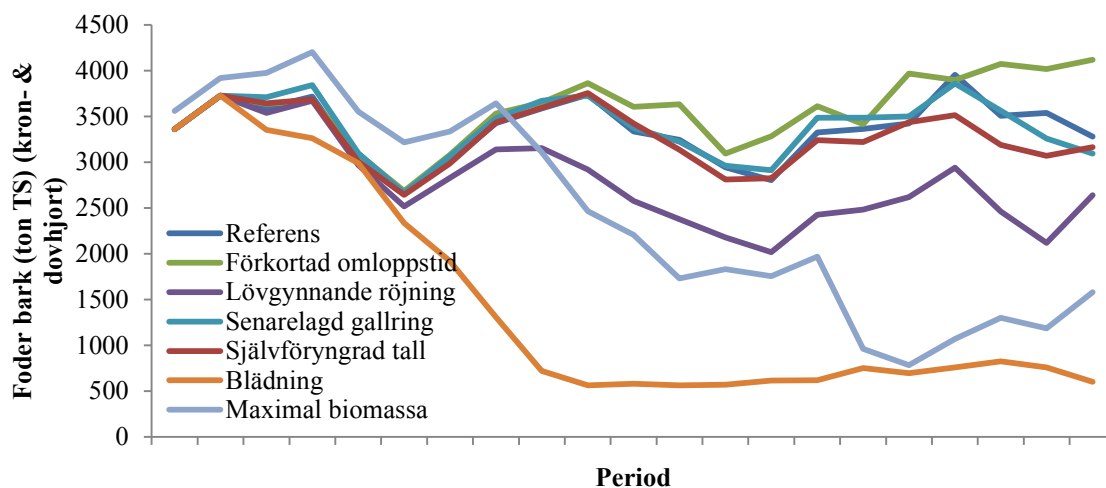
Figur 12. Foder i form av bark (torrsubstans, TS) tillgänglig för älg i de olika skötselalternativen.

Figur 12. Fodder in form of bark (dry matter) available for elk in the different management options.

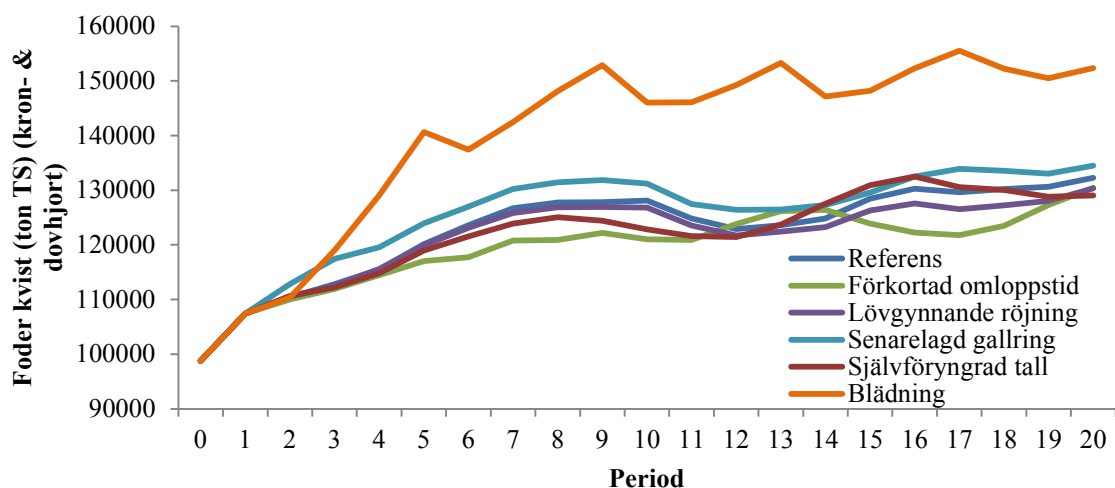


Figur 13. Foder i form av kvist (torrsubstans, TS) tillgänglig för älg i de olika skötselalternativen.
Figur 13. Fodder in form of branches (dry matter) available for elk in the different management options.

Skillnaden mellan hur mycket foder i form av bark som är tillgängligt för kron- och dovhjort i de olika skötselalternativen är relativt tydligt i figur 14. I skötselalternativet ”Blädning” produceras minst (cirka 1 833 ton TS per period) och i skötselalternativet ”Förkortade omloppstider” mest (cirka 4 132 ton TS per period). Vad gäller tillgängligt foder i form av kvist för kron- och dovhjort så genererar skötselsystemet ”Maximal biomassa” i genomsnitt den största mängden (cirka 182 171 ton TS per period). ”Blädning” skapar näst mest foder i form av kvist (cirka 146 958 ton TS per period) och ”Förkortade omloppstider” minst (cirka 125 432 ton TS per period) (tabell 11 och figur 15).



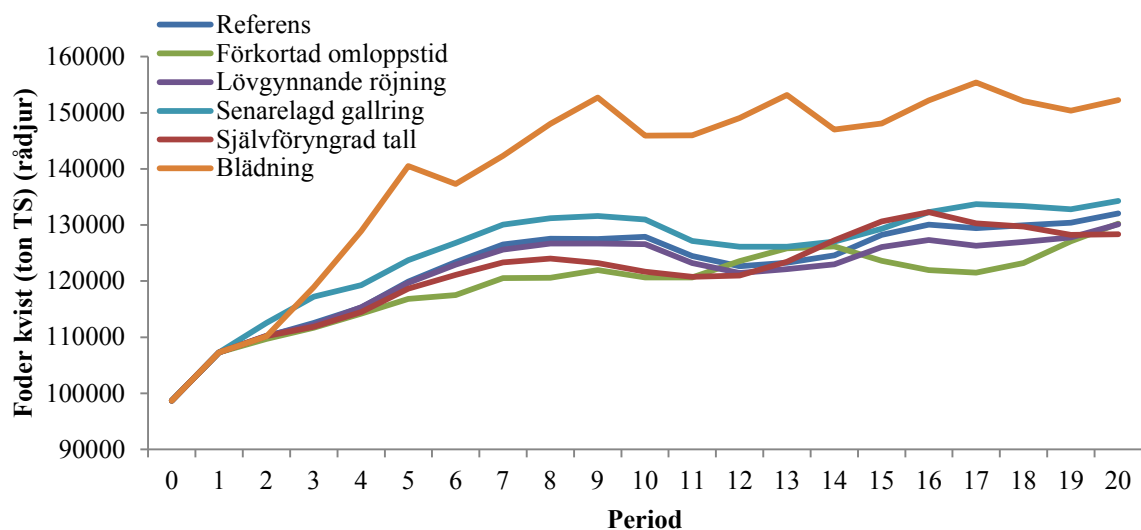
Figur 14. Foder i form av bark (torrsubstans, TS) tillgänglig för kron- och dovhjort i de olika skötselalternativen.
Figur 14. Fodder in form of bark (dry matter) available for red- and fallow deer in the different management options.



Figur 15. Foder i form av kvist (torrsubstans, TS) tillgänglig för kron- och dovhjort i de olika skötselalternativen.

Figur 15. Fodder in form of branches (dry matter) available for red- and fallow deer in the different management options.

Kurvorna för tillgänglig foder i form av kvist för rådjur är mycket lik densamma för kron- och dovhjort (figur 15 och 16). Precis som i den jämförelsen genererar skötselsystemet "Förkortade omloppstider" minst foder och "Maximal biomassa" mest. Värde mässigt är mängden foder något lägre i figuren för rådjur.



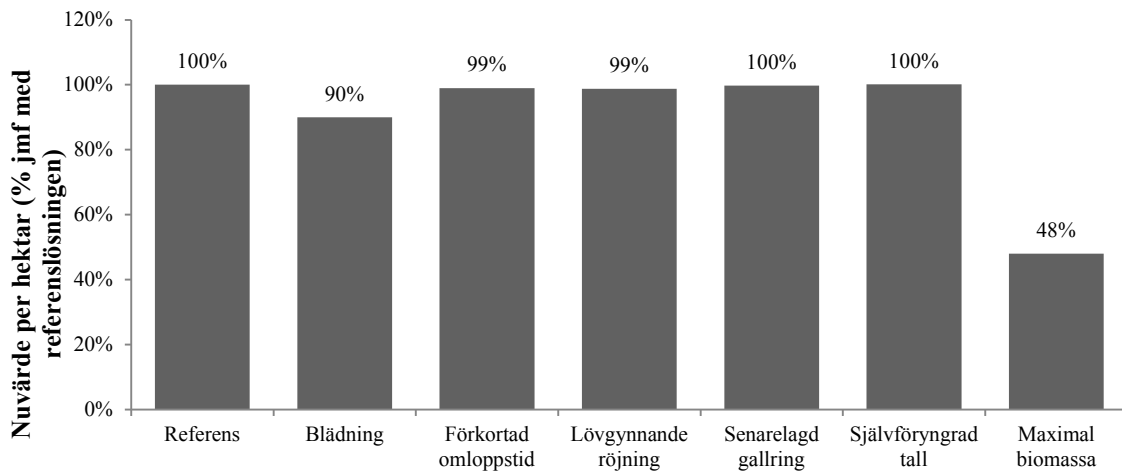
Figur 16. Foder i form av kvist (torrsubstans, TS) tillgänglig för rådjur i de olika skötselalternativen.

Figur 16. Fodder in form of branches (dry matter) available in the different management options.

Kostnads- och intäktsanalys

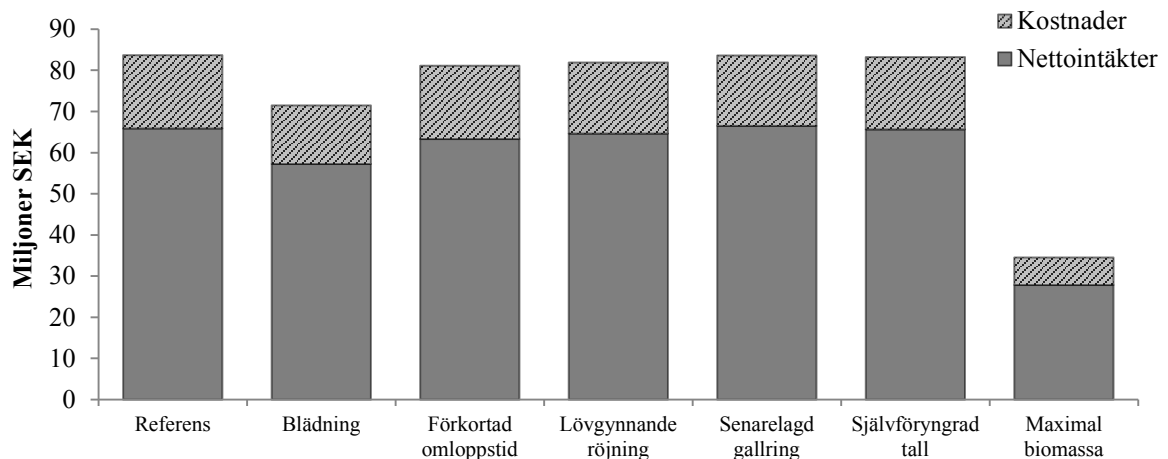
Det skötselalternativ som skapar absolut lägst nuvärde per hektar är "Maximal biomassa" (ungefär hälften så högt som referenslösningen) (figur 17). Högst nuvärde per hektar uppnås med skötselalternativet "Självföryngrad tall" (cirka 70 919 SEK per hektar) och näst lägst med "Blädning" (cirka 63 736 SEK per hektar). Bortsett från skötselalternativet

”Självföryngrad tall” uppnår ingen av de andra simuleringarna lika högt eller högre nuvärde per hektar jämfört med referenslösningen.



Figur 17. Procentuell jämförelse av nuvärde per hektar för de olika skötselalternativen, där referenslösningen utgör 100 procent.

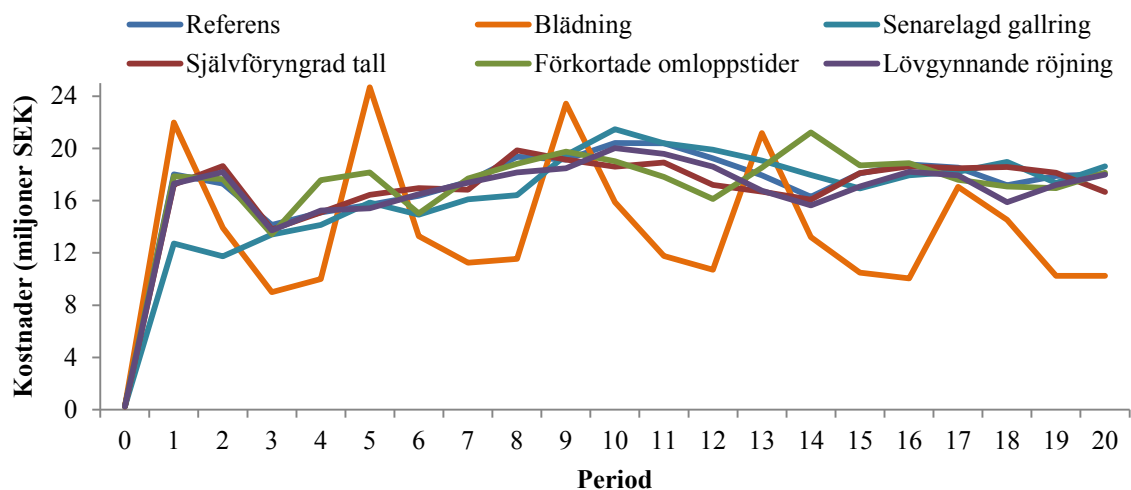
Figur 17. Percentage comparison of present value per hectare for the different management options, where the reference solution represents 100 percent.



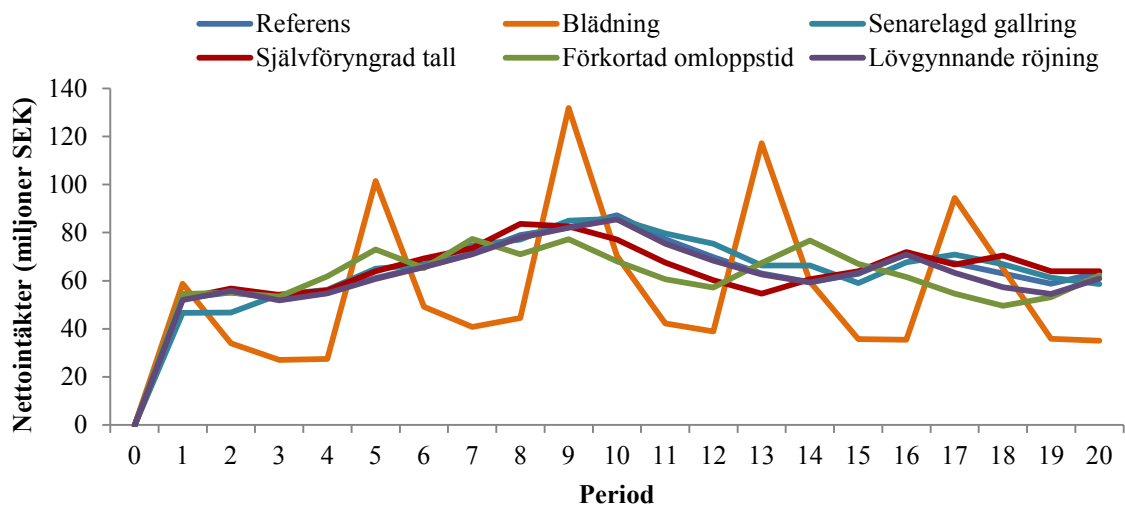
Figur 18. Jämförelse av genomsnittliga kostnader och nettointäkter för de olika skötselalternativen.

Figur 18. Comparison of the average costs and net incomes for the various management options.

Simuleringen ”Maximal biomassa” genererar betydligt lägre nettointäkter och kostnader jämfört med de övriga alternativen (figur 18). ”Senarelagd gallring” har i genomsnitt över hela planeringsperioden störst nettointäkt (66 492 671 SEK per period) och ”Blädning” har den minsta (57 226 267 SEK per period) (figur 18 och 20). Vad gäller kostnader så har ”Förkortad omloppstid” något högre kostnader jämfört med referenslösningen (17 814 587 SEK per period) och ”Blädning” har lägst (14 239 277 SEK per period) (figur 18 och 19).



Figur 19. Kostnad i varje period för de olika skötselalternativen.
Figur 19. Cost in each period for the various management options.



Figur 20. Nettointäkt i varje period för de olika skötselalternativen.
Figur 20. Net income in each period for the various management options.

Diskussion

Foderprognoser utgör en viktig del i den adaptiva förvaltningen av våra klövviltstammar. En utmaning ligger i hur dessa prognoser kan och bör utformas. Frågor som; Hur mycket foder finns det i skogslandskap som brukas med traditionellt certifierad trakthyggesbruk med generell hänsyn och avsättningar? Hur påverkar skogsskötseln fodermängden? Vilka typer av foderskapande åtgärder kan användas? Hur mycket foder genererar dessa och till vilken kostnad? är lätta att ställa, men desto svårare att besvara.

Syftet med denna studie var att försöka fylla en del av denna kunskapslucka genom att beskriva samband mellan foderutbud och skogsskötsel på Holmens innehav i södra Sverige för att Holmen i ett senare skede skall kunna anpassa storleken på klövviltstammen till de rådande förhållandena.

Simuleringar

Den simulering som visade störst avvikelse gentemot de andra var ”Maximal biomassa”. Här skapades betydligt mer foder i form av kvist och totalt jämfört med resterande alternativ. Däremot produceras betydligt mindre foder i form av bark i denna. Eftersom inställningarna i optimeringsmodellen var att maximera biomassan, istället för nuvärdet som i resterande alternativ, genererades det absolut lägsta nuvärdet i denna simulering.

Det skötselalternativ som gav den genomsnittligt största totala mängden foder fördelat på de olika perioderna, sett efter ”Maximal biomassa”, var ”Blädning”. Detta ter sig relativt logiskt eftersom en betydligt mindre volym tas ut från skogen vid blädning jämfört med vid ett konventionellt trakthyggesbruk. I blädningens bestånd återfinns en betydande volym genom hela cykeln i och med att marken aldrig är kal. Den totala fodermängden har en stigande trend över perioderna i denna simulering. Sänkningar sker i likhet med referenslösningen efter stora volymuttag, i detta fall var fjärde period vid blädning. Det finns ytterligare ett skötselalternativ som ger mer foder jämfört med referenslösningen och det är ”Senarelagd gallring”. Liksom vid blädning tas det ut mindre volymer från skogen jämfört med referenslösningen.

”Maximal biomassa” och ”Blädning” ger det lägsta nuvärdet och den lägsta nettoinkomsten över hela planeringsperioden. Även kostaderna är lägre i dessa simuleringar, men skillnaden är här betydligt mindre jämfört med de andra skötselalternativen. Minst total biomassa ovan mark skapas av skötselalternativet ”Förkortad omloppstid”. Även detta ter sig logiskt i och med att arealen kalmark och ungskog förväntas öka ju kortare omloppstiderna är vilket i sin tur innebär att de genomsnittliga beståndsvolymer minskar och likaså den totala mängden foder.

Samma förhållande råder för foder i form av kvist för älg. ”Maximal biomassa” skapade mest foder, ”Blädning” näst mest och ”Förkortad omloppstid” minst. Alla skötselalternativ förutom ”Förkortad omloppstid” skapar faktiskt mer foder i form av kvist för älg jämfört med referenslösningen. Tanken var att just denna simulering skulle generera mer foder i form av kvist i och med att mer hyggen och ungskog skapas. Det är svårt att finna en bra förklaring till detta. Antalet stammar under fem meter, det vill säga träd som är tillgängliga

för älg, är större i denna simulering jämfört med referenslösningen, men volymen under fem meter är mindre. En orsak till detta skulle kunna vara olika typer av röjning i simuleringarna, det vill säga att det i ”Förkortad omloppstid” sker en senare och klenare röjning vilket leder till stamtäta och klena ungsskogar. Detta är dock inte särskilt troligt eftersom förkortade omloppstider logiskt sett borde innebära tidigare och eventuellt även hårdare röjningsingrepp. Röjning var tvingande i simuleringarna och inställningarna skiljde sig inte heller åt i övrigt och detta borde därför inte vara orsaken. Det är även förvånande att ”Blädning” skapar näst mest foder i form av kvist för älg eftersom det enbart är granskogen som påverkas av inställningarna i denna simulering och definitionen för älgens foder i form av kvist enbart berör tall- och lövskog. Detta beror troligtvis inte heller på att jämnhetskravet för avverkningsvolymerna var lägre jämfört med i referenslösningen. Större volymer togs ut vid avverkning, men arealen slutavverkning och gallring var betydligt lägre i simuleringen ”Blädning”. I övrigt var alla inställningar lika och orsaken till utfallet förblir således oviss.

Samma förhållande mellan simuleringarna råder för foder i form av kvist tillgängligt för både rådjur och för kron- och dovhjort. Mängden foder är något lägre för rådjur (jämför figur 15 och 16). För dessa fodertyper är det dock enbart ”Blädning” och ”Senarelagd gallring” som genererar mer foder jämfört med referenslösningen. Orsaken till att mängden foder för älg är så mycket lägre jämfört med för kron- och dovhjort samt rådjur är troligtvis för att gran inte ingår i älgens resultatvariabel.

Vad gäller foder i form av bark tillgänglig för älg så är förhållandet tvärtom. Här skapar skötselalternativet ”Förkortad omloppstid” den genomsnittligt största mängden foder och ”Maximal biomassa” den minsta. Samma scenario kan ses vad gäller tillgängligt foder i form av bark för kron- och dovhjort. Förutom ”Förkortade omloppstider” skapar enbart skötselalternativet ”Senarelagd gallring” mer foder jämfört med referenslösningen. Orsaken till dessa resultat är något oklar. Att ”Senarelagd gallring” skapar mer foder i form av bark ter sig logiskt i och med att stamantalet i bestånden, och således även mängden bark, kan förväntas vara högre jämfört med referenslösningen. Det förväntade var att alternativet ”Förkortad omloppstid” skulle skapa mindre foder i form av bark jämfört med referenslösningen eftersom studieområdet i denna simulering hyser en mindre andel äldre skog, där den stora mängden bark går att finna.

I slutändan var det enbart skötselalternativet ”Senarelagd gallring” som skapade mer foder för alla klövvilt och deras preferenser. Alla inställningar som skedde i TPG:n och i optimeringsmodellen gjordes för att skapa mer foder jämfört med referenslösningen. Totalt sett var så fallet även för skötselalternativen ”Blädning” och ”Maximal biomassa”, men i övrigt var det inget annat alternativ som motsvarade förväntningarna.

I skogsbruk är det många olika aspekter som måste vägas in. Eftersom fokus har legat på trädskiktet i denna studie poängteras här betydelsen av fältskiktet. Skötselåtgärderna som använts i simuleringarna har givetvis även stor inverkan på vegetationen i fältskiktet. Många gånger kan en åtgärd som gynnar foderutvecklingen i trädskiktet missgynna fältskiktet. Exempelvis kan en senarelagd gallring i granskog skapa mer foder till bland annat kronhjorten i form av bark, men missgynnar troligtvis de skuggkänsliga och många gånger viltbegärliga arterna i fältskiktet. Även förkortade omloppstider kan gynna fältskiktet i och med det ökade ljusinsläppet, medan blädningsskogsbruk kan ha en negativ

inverkan. Eftersom dessa aspekter inte har vägts in i denna studie kan det vara en bidragande orsak till att resultaten inte blev som förväntat.

I referenslösningen efterliknades Holmens skogsskötsel så långt som möjligt. Enligt Holmens certifieringar ska minst fem procent av skogsmarksarealen utgöras av lövdominerad skog. Denna restriktion var inte möjlig att inkludera i simuleringarna på grund av att det i Heureka var omöjligt att finna en lösning när denna restriktion var aktiverad. Troligtvis går detta att lösa om hela region Norrköping används och inte enbart studieområdet. Analyserna utgår från Holmens beståndsregister och eventuella felaktigheter i dessa data kan således också ha påverkat resultaten.

Eftersom studien begränsades till ett sammanhängande område i Holmen Skogs region Norrköping, distrikt Egen skog, stämmer resultatet troligtvis inte överrens med situationen på andra områden, vilket bör beaktas vid eventuell tillämpning av studiens resultat. Resultatet kan inte utan analys antas gälla för andra områden med annan typ av skogsmark.

En känslighetsanalys gjordes på samtliga definitioner av foder för de olika klövvilten. Alla enskilda inställningar visade sig vara relativt känsliga och stora variationer i foderutfallet uppstod när dessa ändrades. Till exempel skapades i period fyra cirka 1 procent mer foder i form av kvist tillgänglig för älg om höjdställningen ändrades från fem till sex meter i referenslösningen. Variablerna för bark var ännu känsligare och uppvisade hela 285 procent mer foder i form av bark tillgänglig för älg i period 20 när enbart inställningen för tall ändrades från ett höjdintervall på en till fyra meter till ett intervall på noll till fem meter i referenslösningen.

Vid beskrivningen av rapportmallar i Heureka och således även vid definition av foder för de olika klövvilten kunde enbart heltal användas. Avrundning skedde hela tiden nedåt förutom vid kategorin ”Kron- & dovhjort kvist” där intervallet sattes från noll till två meter istället för noll till en meter (önskvärt hade varit noll till 1,5 meter). Detta påverkar resultatet, särskilt med tanke på att känslighetsanalysen visar på stora skillnader i fodermängd. Kategorierna som behandlar bark blir dessutom missvisande i och med att den totala mängden bark för träden i ett visst åldersintervall tas med, och inte bara den delen av trädet där gnaget vanligtvis sker. Detta innebär troligtvis en betydande överskattning som är viktigt att ha i åtanke vid eventuell tillämpning av resultatet.

Tillämpning av resultat samt behov av vidare forskning

Denna studie visar hur fodertillgången för de olika klövvilten kan påverkas av olika skötselåtgärder över en 100-årig tidshorisont. Att få kännedom om dessa åtgärders framtida påverkan ger Holmen Skog en något klarare bild över hur de kan göra för att skapa mer foder i landskapet. I enighet med siffror på klövviltens födointag från Lavsund (u.å.), Alriksson (1999), Cederlund och Liberg (1995), Danell och Bergström (2010) och Persson, Danell och Bergström (2000) räcker fodermängden inom studieområdet till att föda cirka 19 600 älgar under ett år, vilket motsvarar 2,7 älgar per hektar. Detta gäller förutsatt att området har lika många sommar- som vinterdygn och att det inte finns några foderkonkurrerande arter. Denna nivå på älgstammen i området skulle innebära att allt foder konsumerades under ett år och betesskadorna skulle med andra ord uppgå till 100

procent. Inkluderas biomassan ljung och blåbär inom studieområdet kan drygt fem älgar per hektar läggas till. Samma uträkning visar på cirka 60 rådjur per hektar.

Det är svårt att dra några slutsatser av detta resultat på grund av att denna studie är relativt liten och eftersom det inte finns några liknade studier som kan styrka resultatet. En viktig aspekt att väga in är hur foderkonkurrensen mellan olika klövviltsarter ter sig och hur detta förhållande påverkar betesskadorna. Kanske beror älgens skottbetning under sommaren på den stora konkurrensen om örter och buskar i fältskiktet. Kunskapen kring detta är relativt liten och i dagsläget är det enbart möjligt att spåna kring dessa samband. Det är dock viktigt att uppmärksamma den möjliga konkurrensen som uppstår vid eventuell foderöverlappning för att en samförvaltning av de olika klövviltsarterna skall kunna ske.

Det finns relativt lite forskning kring fodertillgång för klövvilt i skogslandskapet och det finns därför en stor potential för fortsatta studier. Heureka PlanVis är ett fascinerade program som gör det möjligt att studera hur olika skötselåtgärder påverkar foderutbudet (mängden biomassa) på alltifrån mycket små till väldigt stora områden. Heurekasystemet står under ständig utveckling och förändring och i just detta fall är många förbättringar önskvärda. Tillexempel vore det intressant att analysera fler typer av skötselåtgärder, inte bara dem som i dagsläget går att använda i Heureka. Även analyser som beskriver foderutvecklingen i både fält- och trädskiktet vore intressant och skulle ge en betydligt mer verklighetstrogen bild över fodermängden.

Metoden som Broman (2005) använder sig av; skattning av fodermängd genom att mäta täckningsgraden, är ett intressant tillvägagångsätt. I dagsläget finns inga liknade studier och underlaget kan därför ses som bristfälligt. Trots detta kan denna metod komma att ha stor betydelse i framtiden. Eftersom Riksskogstaxeringen redan har data som beskriver täckningsgraden för ett antal olika viltbegärliga växter, skulle framtagna omräkningsfaktorer för dessa kunna vara revolutionerande för biomassauppskattningar.

Ett annat område som i dagsläget är relativt outforskat är i vilken mån vildsvinen påverkar skogen. Den växande vildsvinsstammen kan komma att spela en allt större roll för skogsbruket och forskning inom detta område är därför av intresse.

I framtiden kommer kanske förvaltningen av våra viltstammar att ske utifrån fodertillgången i skogslandskapet och därför kommer studier som denna spela en viktig roll. Säkrare data som beskriver fodertillgången i skogslandskapet kommer att behövas och en möjlig metod för att skatta fodertillgången på lång sikt är att använda Heurekasystemets program.

Slutsatser

- o I början av planeringsperioden uppgick den totala fodermängden i trädsiktet på studieområdet till 53 711 ton TS för älg, 102 337 ton TS för kron- och dovhjort och 98 667 ton TS för rådjur. Till detta kan våtbiomassan ljung, 141 502 ton, och blåbär, 177 459 ton, adderas.
- o Skötselalternativen ”Senarelagd gallring”, ”Blädning” och ”Maximal biomassa” är de alternativ som skapar mer foder jämfört med hur Holmen sköter sina skogar idag medan alternativet ”Förkortade omloppstider” står för den sämsta foderutvecklingen.
- o Bortsett från ”Maximal biomassa” fanns en relativt liten skillnad i nuvärde mellan de olika simuleringarna. Högst nuvärde per hektar uppnås med skötselalternativet ”Självföryngring tall” (cirka 70 919 SEK per hektar) och näst lägst med ”Blädning” (cirka 63 736 SEK per hektar).

Referenser

- Albrektson, A. Elfving, B. Lundqvist, L. & Valinger, E. (2012). *Skogsskötselns grunder och samband*. 2. ed. Skogsskötselserien nr 1. Skogsstyrelsen.
- Alriksson, B.Å. (1999). *Viltet & Skogen*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Bergquist, J. (2009) *Hjortvilt*. I: Johansson, L. (red), *Skador på skog*. Skogsskötselserien nr 12. Skogsstyrelsen, ss. 74-83.
- Bergström, R. & Bergqvist, G. (2006). Mycket älgmat skadar inte. *Redogörelse – SkogForsk*, vol. 2, ss. 134-137.
- Broman, E. (2005). *Slutrapport: Validering av täckningsgrad som mått på älgens tillgängliga födoresurs*. Göteborg: Naturvårdsverket (diarienummer 802-151-03F)
- Cederlund, G. & Liberg O. (1995). *Rådjuret Viltet, Ekologin och Jakten*. Uppsala: Svenska jägareförbundet.
- Claesson, S. Sahlén, K. & Lundmark, T. (2001). Functions for biomass estimation of young *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula* spp. from stands in northern Sweden with high stand densities. *Scandinavian Journal of Forest Research*, vol. 16 (2), ss. 138-146.
- Danell, K. & Bergström, R. (2010). *Vilt, människa, samhälle*. Stockholm: Liber AB.
- Edenius, L., Roberge, J.M., Månsson, J. & Ericsson, G. (2012). *Kunskap om Vilt och Skog: 3. Risseparering som foderskapande åtgärd för klövvilt vid föryngringsavverkning och gallring*. [Elektronisk] Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (Fakta Skog 2012:14) Tillgänglig: http://www.slu.se/PageFiles/33707/2012/FaktaSkog_14_2012.pdf (2014-10-09).
- Hallsby, G. (2013). *Plantering av barrträd*. 2. ed. Skogsskötselserien nr 3. Skogsstyrelsen.
- Hamilton, H. (1985). *Praktisk skogshandbok*. 11. ed. Djursholm: Sveriges skogsvårdsförbund.
- Heureka (u.å.a). *Systemöversikt*. <http://www.heureka.slu.org/help/index.html?systemoversikt.htm> [2014-09-10]
- Heureka (u.å.b). *Skapa skötselprogram i PlanVis*. http://www.heureka.slu.org/help/index.html?skapa_skotselprog_planvis.htm [2014-09-10]
- Holmen (2014-03-19). *Naturvårdsavsättningar*. <http://www.holmen.com/sv/Skog/Om-Holmens-skogar/Miljo/Hansynsplaner/Naturvardsavsattningar/> [2014-09-10]
- Holmen (2014-03-27). *Fakta om Holmens skogar*. <http://www.holmen.com/sv/Hallbarhet/Hallbarhet-i-Holmen/Fakta-och-siffror/Holmens-skogar/> [2014-09-10]
- Holmen (2014a). *Jaga med Holmen*. Holmen AB. [Broschyr] Tillgänglig: http://www.holmen.com/Global/Holmen%20documents/Skog/Trycksaker/Holmens_jaktbroschyr_2013.pdf?243085 (2014-09-10)
- Holmen (2014b). *Årsredovisning med hållbarhetsredovisning*. Stockholm: Holmen AB. [Broschyr]
- Håkansson, M. (2000). *Skogscyklopedin*. Stockholm: Sveriges Skogsvårdsförbund.
- Jägareförbundet & Skogsstyrelsen (u.å.). *Röjning – för skogen och viltet*. [Broschyr] Tillgänglig: http://jagareforbundet.se/Global/L%c3%a4n/Halland/Dokument/Viltvard/rojning-for_skogen_och_viltet.pdf [2014-09-16]
- Kalén, C. (2013). *Skogsstyrelsens leverans av 2013 års uppgifter gällande fodersituation för älg i landets älgförvaltningsområden*. Borås: Skogsstyrelsen. [Följebrev]
- Kalén, C. & Bergquist, J. (u.å.) *Fodpro Skogliga inventeringsmetoder i en kunskapsbaserad älgförvaltning*. Skogsstyrelsen (Version 1.0)
- Kalén, C., Bergquist, J., Fihn, R. & Krekula, H. (2009). *Viltanpassad Skogsskötsel. – Skogliga åtgärder för att minska skadorna*. Jönköping: Skogsstyrelsen. (Meddelande 2) Tillgänglig: <http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art84/4645984-d9f89e-1567.pdf> (2014-10-09)
- Lavsund, S. (2003). *Skogsskötsel och älgskador i tallungskog*. Uppsala: SkogForsk.
- Lavsund, S. (u.å.). *Skadebeskrivningar*. <http://www-skogsskada.slu.se/SkSkPub/MiPub/Sida/SkSk/Read/Read.jsp> [2014-12-09]
- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. (2009). *Blädningsbruk*. Skogsskötselserien nr 11. Skogsstyrelsen.
- Månsson, J., André, H., Bergström, R., Kjellander, P., Pehrson, Å., Kalén, C. (2008). *Älgbete i tid och rum – vad styr älgarna och betetrycket i ungskog?* [Elektronisk] Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Fakta Skog 2007:7) Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/3592/1/FaktaSkog_7_2007.pdf (2014-09-16).
- Månsson, J., Roberge, J-M., Edenius, L., Bergström, R., Nilsson, L., Komstedt, K., Lidberg, M., Ericsson, G. (2012). *Kunskap om Vilt och Skog 4: Viltåkrar – foderproduktion och indirekta effekter på skogen*. [Elektronisk] Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Fakta Skog 2012:15) Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/10603/7/mansson_et_al_130702.pdf (2014-10-21).
- Normark, E. (2011). *Riktlinjer för uthålligt skogsbruk*. 4. ed. Örnsköldsvik: Holmen Skog.
- Persson, I.L., Danell, K., Bergström, R. (2000) *Disturbance by large herbivores in boreal forest with special reference to moose*. Helsinki: Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. (Ann. Zool. Fennici 37:251-263)

- Persson, I.L., Danell, K., Bergström, R. (2004). *Hur många älgar kan ungsbogen föda på sikt?* [Elektronisk] Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet. (Fakta Skog 2004:8) Tillgänglig: <http://www.slu.se/PageFiles/33707/2004/FS04-08.pdf> (2014-09-16).
- Peterson, H. (1999). Biomassafunktioner för trädfractioner av tall, gran och björk i Sverige. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet (Arbetsrapport, 1999:59).
- Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A. (2012). *Röjning*. 2. ed. Skogsskötselserien 6. Skogsstyrelsen.
- Pettersson, F., Bergström, R., Jernelid, H., Lav Sund, S. & Wilhelmsson, L. (2010). *Älgbetning och tallens volymproduktion – Resultat från en 28-årig studie i Furudal*. [Elektronisk] Gävle: Skogforsk. (Redogörelse 2010:2). Tillgänglig: <http://www.skogforsk.se/contentassets/daa93a4b32ca4ca5ace23070597aff30/redogorelse-2-2010-low.pdf>. (2015-02-24).
- SHa (Programmet för Skogliga Hållbarhetsanalyser) (u.å.). *PlanWise (PlanVis) En programvara för långsiktig planering*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. [Broschyr] Tillgänglig: http://www.slu.se/Documents/externwebben/s-fak/skoglig-resurshallning/SHaDocs/Informationsmaterial/produktblad_planwise_webb.pdf (2014-09-09)
- Skogsstyrelsen (2013). *Tabeller & figurer. Antal fällda djur med fördelning på vissa viltarter, 1959-*. <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Amnesomraden/Tillstandet-i-skogen/Tabeller--figurer/> [2014-09-16]
- Skogsstyrelsen (2014). *Skogsvårds Lagstiftningen*. Jönköping: Skogsstyrelsen. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/svl/SVL%20sept.pdf> (2014-10-08)
- Strengbom, J. & Walheim, M. (2002). *Kvävets effekt på förekomsten av blåbär, lingon och kruståtel*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet (Fakta Skog, 2002:13)
- Svenska Jägareförbundet (2015-02-04). *Population*. <http://jagareforbundet.se/vilt/viltvetande/artpresentation/daggdjur/alg/alg-population/> [2015-03-31]
- Öhman, K., Edenius, L., Holmström, H. (2011). *Den svenska älgstammens förvaltning och foderprognoser*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet (Fakta Skog, 2011:20)

Bilaga 1

Bilaga 1. Beskrivning av inställningarna i Heureka-simuleringarna. Där Alt. 1= Referens, Alt. 2= Förkortad omloppstid, Alt. 3= Lövgynnande röjning, Alt. 4= Senarelagd gallring, Alt. 5= Självföryngrad tall, Alt. 6= Blädning och Alt. 7= Maximal biomassa

Bilaga 1. Description of the settings in the Heureka simulations. Where Alt. 1= Reference, Alt. 2= Shortened rotation time, Alt. 3= Favoring broadleaves when cleaning, Alt. 4= Delayed thinning, Alt. 5= Natural regenerated pine, Alt. 6= Selective thinning and Alt. 7= Maximal biomass

TPG	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt.6	Alt.7
Kalkylränta 2,5%	X	X	X	X	X	X	X
Rotations faktor* 1,1	X		X	X	X	X	X
Rotations faktor 0,9		X					
Slutavverkningsfördröjning** 8	X		X	X	X	X	X
Slutavverkningsfördröjning 4		X					
Röjning 2-5 m	X	X		X	X	X	X
Röjning 2-6 m			X				
Föryngringsträdslag >80%	X	X	X	X	X	X	X
Löv > 20%			X				
Min. gallringsuttag 20%	X	X	X		X	X	X
Min. gallringsuttag 10%				X			
Max gallringsuttag 40%	X	X	X		X	X	X
Max gallringsuttag 25%				X			
Gallring 9-23 m	X	X	X		X	X	X
Gallring 13-27 m				X			
Max antal gallring 3	X	X	X		X	X	X
Max antal gallring 4				X			
Max relativ ålder*** 0,76	X	X	X		X	X	X
Max relativ ålder 1				X			
Gallringsfördröjning**** 1	X	X	X		X	X	X
Gallringsfördröjning 3				X			
Prioriterad gallring***** 36%	X	X	X		X	X	X
Prioriterad gallring 42%				X			
Alltid gallra = Sant	X	X	X		X	X	X
Alltid gallra = Falskt				X			
Tallmark = Naturlig föryngring					X		
Granskog = Blädning						X	
Optimeringsmodell							
Max nuvärde	X	X	X	X	X	X	
Max biomassa							X
Jämnhet p.1-3 avv.mål ±10%	X		X	X	X		X
Jämnhet p. 1-3 avv.mål +20% -10%		X					
Jämnhet p. 4-20 slutavv.vol. ±10%	X		X	X	X		X
Jämnhet p. 4-20 slutavv.vol. +20% -10%		X					
Jämnhet p. 2-20 slutavv.vol. ±10%						X	
Max ½ arealen ≤ 20 år	X		X	X	X	X	X
Min. 5% arealen ≥ 120 år	X		X	X	X	X	X

*Rotations faktor: Lägsta slutavverkningsåldern multipliceras med denna faktor.

**Slutavverkningsfördröjning: Det maximala antal perioder som en slutavverkning får fördröjas efter lägsta slutavverkningsåldern.

***Max relativ ålder: Den maximala åldern vid sista gallring. Relativ ålder =
medelålder/(1.1*lägsta slutavverkningsålder).

****Gallringsfördröjning: Det maximala antal perioder som en första gallring får fördröjas jämfört med när den tidigast får utföras.

*****Prioriterad gallring: Gallring genomförs alltid om gallringsstyrkan är högre än detta värde.