

RESULTAT

FRÅN SKOGFORSK NR. 10 2007



Väsentligt lägre bränsleförbrukning med elhybridskotare

Claes Löfroth
Tel. 018-18 85 07
claes.lofroth@skogforsk.se
Petrus Jönsson
Tel. 018-18 85 73
petrus.jonsson@skogforsk.se
Berndt Nördén
Tel. 018-18 85 78
berndt.norden@skogforsk.se
Henrik v Hofsten
Tel. 018-18 85 74
henrik.vonhofsten@skogforsk.se

El-Forest är världens första elhybrid-skotare. I en jämförande studie drog den 20 till 50 procent mindre diesel per skotad kubikmeter än en konventionell skotare.

El-Forest har en liten dieselmotor som driver en generator som i sin tur laddar sex lastbilsbatterier. Själva driften sker med sex elmotorer, en i varje hjul.

El-Forest har också ett patenterat styrsystem som gör att hjulen alltid spårar perfekt utan att slira i kurvor. Den har dessutom en lättare konstruktion än en vanlig skotare. Bland annat saknar den ram och boggie, vilket gör att fordonets vikt i förhållande till lastförmåga är betydligt bättre än dagens skotare.

El-Forestskotaren har hittills bara tillverkats i ett enda exemplar, som kan betraktas som en tidig prototyp. Skogsbruket har beslutat att beställa tre nya prototyper, så att konceptet kan utvecklas vidare.



El-Forest är ett resultat av ett samarbete mellan uppfinnaren Lennart Lundström (här i skruvartagen) och medarbetare på verkstadsföretaget Thordab i Örnsköldsvik. El-Forest har vunnit en rad priser:

1. Utvecklingspris från Gösta Häggglunds minnesfond
2. Utvecklingspris från Norra Skogsägarna
3. Miljöinnovation 2006 i Halmstad
4. Innovationsbron Umeå
5. ALMIAS skapartävling Västernorrland. El-Forest ska representera länet i den nationella finalen på tekniska mässan i Stockholm.

Fortsatt utveckling Läs mer på sista sidan!

Claes Löfroth

Elhybridtekniken kommer starkt och skogen är nu med i utvecklingen.



El-Forest – ett helt nytt koncept

Skördarna har utvecklats mycket de senaste 20 åren. När det gäller skotarna har det inte hänt lika mycket, vare sig med teknik eller metoder. El-Forest är det mest genomgripande nytänkandet på länge.

Elhybrid

El-Forest är en elhybridsskotare. En mindre dieselmotor på 44 kW driver en generator som i sin tur laddar sex stora lastbilsbatterier. Dessa förser sex elmotorer med ström – en i varje hjul. Vid bromsning och i utförsbackar fungerar motorerna som generatorer och laddar batterierna.

Med elhybridtekniken kan motorn dimensioneras för skotarens medelbelastning, eftersom den kan utnyttja lagrad energi i batterierna för att klara toppbelastningarna.

Som jämförelse kan nämnas att en konventionell skotare i samma storleksklass har en dieselmotor på ca 130 kW.

Mer nytänkande

Förutom elhybridtekniken finns mycket annat tekniskt nytänkande på El-Forest:

- En dator känner av vilken kraft som i varje ögonblick behövs i varje hjul beroende på underlag och svängning. Detta eliminerar slirning.

- Stora hjul ger hög markfrigång (65 cm) och lågt marktryck.

- Skotaren har två styrleder, en i midjan och en i bakaxeln. Detta ger en perfekt spårning och gör maskinen mycket följsam, vilket är en stor fördel i gallring.

- Lastbankarna är placerade direkt på hjulaxlarna och det behövs därför ingen tung ramkonstruktion. El-Forest är därför betydligt lättare än en konventionell skotare, som ofta har minst lika stor egenvikt som lastkapacitet. El-Forest väger i nuvarande utförande 80 procent av lastkapaciteten.



El-Forest saknar boggelåda och lasten bärs direkt på axlarna. Därför behövs det ingen tung ram. Sammantaget gör detta att El-Forest blir betydligt lättare än en konventionell skotare.



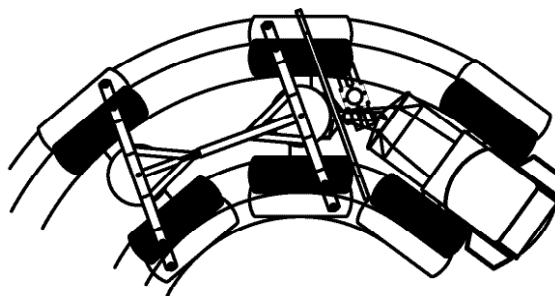
Övre bilden: El-Forest har större hjul än en traditionell skotare – här när de över axlarna på Henrik v Hofsten, Skogforsk.

Nedre bilden: På en vanlig skotare, som Valmet 860, når hjulen bara till brösthöjd. Stora hjul ger lägre marktryck och hög markfrigång.

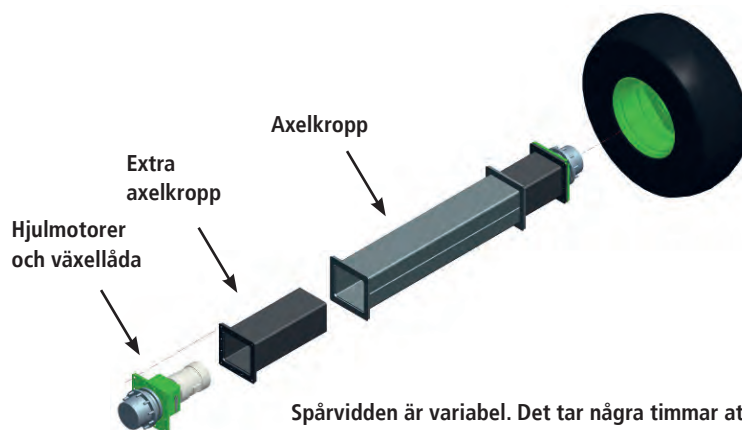
El-Forest tekniska data

(uppgifter från tillverkaren)

Styrning	6-hjuls
Däckdimension	23,1 x 30 / 14
Spårvidd	2 580 mm
Total längd	8,65 m
Frigångshöjd	650 mm
Vändradie (utvändig)	6 m
Egenvikt inkl. kran & grip	9,5 ton
Lastförmåga	12 ton
Lastarea	4 m ²
Marktryck tom / full	37 kPa / 82 kPa
Styrvinkel fram/bak	40° / 20°
Fjädring framaxel	Ja
Kraftöverföring	Elektrisk, 6 motorer
Elsystem	24 V
Driftspänning	84 V
Eleffekt (nominell)	23 kW/motor
Dragkraft	3 300 kg/hjul
Dieselmotor	44 kW
Hydraulpump	60 cc/rev
Hastighet terräng / landsväg	10 km/h / 40 km/h



El-Forest styr med alla hjulen. Det ger en liten svängradie och perfekt spårning.



Spårvidden är variabel. Det tar några timmar att montera in eller av extra axelkroppar i axlarna.

Jämförande studie av bränsleförbrukning: El-Forest och Valmet 860

I april 2007 genomförde Skogforsk en jämförande studie av bränsleförbrukningen hos El-Forest och en traditionell slutavverknings-skotare, en Valmet 860. Studien gjordes i samarbete med Thordab, som deltagit i utvecklingen av El-Forest. Holmen Skog var markvärd.

Studien gjordes i en granskog med liten diameterspridning i Västernorrland.

Delar av beståndet var plant medan andra sluttade ner mot avlägget.

Varje lass vägdes och volymen uppskattades. Total bränsleåtgång mättes varje dag på respektive maskin.

Totalt studerades elva vändor med El-Forest och tolv med Valmet.

20–50 procent lägre förbrukning

Första dagen, med körning på plan mark och med 800 meters transportavstånd, hade El-Forest drygt 20 procent lägre förbrukning per m³fub.

Andra dagen körde maskinerna i lätt sluttande terräng ner mot avlägget med ett medeltransportavstånd på 380 meter. Då var El-Forests förbrukning 52 procent lägre per m³fub.

I genomsnitt för studien hade El-Forest 35 procent lägre bränsleförbrukning per m³fub än Valmet 860.



Lastning pågår ...

Diskussion

Valmet-skotaren var utrustad med en modern, bränslesnål s.k. common rail-motor, medan El-Forest hade en mer traditionell dieselmotor. Skillnaden i bränsleförbrukning hade troligen blivit större om maskinerna haft likvärdiga motorer.

Valmet hade en högre produktion än El-Forest. En direkt jämförelse försvåras dock av två faktorer:

- Det var skillnad mellan förarna, den som körde Valmet var mycket snabb.

- Det var skillnad i maskinstorlek. Valmet lastar ca 14 ton, medan El-Forest i studien tog ca 10 ton. En mindre skotare har generellt en lägre prestation än en stor och dessutom oftast en något högre bränsleförbrukning per m³fub.

Skillnaden i produktion gör dock att den minskade bränsleförbrukningen inte direkt kan översättas till ekonomisk vinst. Vi bedömer dock att det finns en potential att öka produktiviteten utan att öka bränsleförbrukningen, bl.a. därför att den testade maskinen är en tidig prototyp.



El-Forest styr på alla hjulen.



En tidsstudie av olika arbetsmoment ingick i den jämförande studien.



Varje lass vägdes.

Lågt bränsletal

I en annan studie, i juni 2005, mätte Skogforsk El-Forests bränsletal (se faktaruta).

Förbrukningen vid körning var då 3,3 l/tim och 2,9 l/tim vid kranarbete. Det ger ett sammanvägt bränsletal på 3,14 l/tim.

Det kan jämföras med en konventionell, medelstor skotare, som enligt tidigare studier har ett bränsletal på ca 7 l/tim. Det innebär att El-Forests bränsletal var mindre än hälften av en konventionell 14 tons skotares.

Om mätning av bränsletal

Sedan några år finns det en standard för mätning av en skogsmaskins bränsleförbrukning. För skotare består den av två moment: körning och kranarbete. Vid beräkning av det standardiserade bränsletalet för skotare har körningen den relativa vikten 42 procent och kranarbetet 58 procent.



Körning: Skotaren körs tom i en fastställd "figur" på en 50 meter lång bana på en asfalterad yta. Sammanlagt körs sex 50-meterslängder.

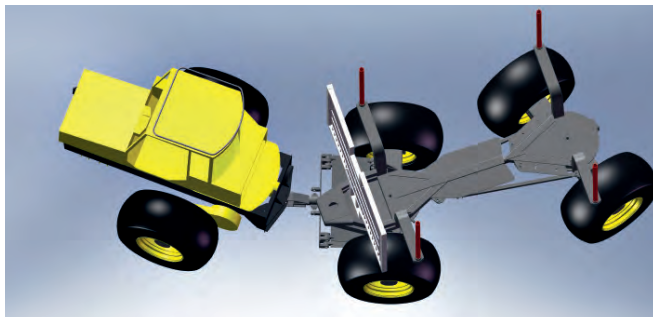
Kranarbete: Kranen manövreras från en punkt på marken vinkelrät ut från maskinen över stakarna och in i lastutrymmets botten och därefter tillbaka samma väg. Detta ska ske på högst 30 sekunder och upprepas tio gånger.

Den fasta figuren för körning. Skotaren vänder vid slutet av banan och kör sedan tillbaka.

Tankar kring nästa version av El-Forest

Arbetet har börjat med en ny version av El-Forest. CAD-ritningarna och punkterna nedan visar en del av de idéer som konstruktören i dag arbetar med.

- n En modern diesel-motor med större effekt
- n Hytt med bättre fjädring
- n Bättre sikt från förarplatsen
- n Förstärkt midja och bättre slangskydd
- n Förstärkt vagnsram
- n Framhjulen hängs upp i pendel-
armar (pilen) som
ökar frigången och
minskar vibrationerna
- n Översyn av elmotorer, generatorer och batterier. Kanske finns det i dag modernare och effektivare alternativ på marknaden?



English

Hybrid forwarder achieves heavy reduction in fuel consumption

EL-Forest is the world's first electric-hybrid forwarder. In a comparative study, the hybrid forwarder's fuel consumption per cubic metre of harvested timber was 20–50% lower than that of a conventional forwarder.

The EL-Forest is equipped with a small diesel engine that runs a generator, which, in turn, charges six heavy-duty batteries. The batteries provide the power to six electric motors — one in each wheel.

The forwarder also has a patented single-tracking, all-wheel steering system; ie the rear wheels follow in the tracks of the front wheels, thus preventing tyre scrub on cornering. In addition, thanks to the absence of a chassis frame and bogie, the machine is relatively lighter, having a lower weight-to-payload ratio than that of today's conventional forwarders.

So far, only one EL-Forest machine has been built, so it is generally regarded as an early prototype. However, the forestry sector in Sweden has now placed orders for three new prototypes, with a view to further development of the concept.

Keywords: Logging, forwarder, electric hybrid, fuel consumption.

Läs mer

Brunberg, T., Granlund, P. & Nordén, B. 2005. Standardiserad bränslemätning för skotare och skördare. Resultat nr 10 2005. Skogforsk.

Brunberg, T. 2006. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2006. Resultat nr 22 2006. Skogforsk.

Löfroth, C. & Rådström, L. 2006. Allt lägre bränsleförbrukning i skogsbruket. Resultat nr 3 2006. Skogforsk.



Skogsföretagen satsar på fortsatt utveckling

Nya prototyper på gång

Inom TSG, skogsbrukets tekniska samverkansgrupp, har en arbetsgrupp bildats för att gemensamt stödja fortsatt utvecklingsarbete. Företagen har preliminärt beställt tre skotare, varav den första nya prototypen kommer att ägas av Sveaskog.

Varje ny prototypmaskin ska utrustas med en datasamlare för produktions- och tekniska data. Dessa ska bearbetas av Skogforsk.

Inför nästa omgång prototyper har TSG bl.a. diskuterat följande förbättringar:

Maskinstorlek. I dag är kapaciteten 10–12 ton. Kanske är 14 ton en mer lämplig storlek.

Kran. Det behövs en större kran än i dag. Kranens räckvidd bör också ses över.

Dator. Maskinen bör utrustas med en skogs-dator med givare som möjliggör felsökning och uppföljning av driftsdata.

Stöttor. Stöttorna bör vara höj- och sänk-

bara för att underlätta lastning och lossning.

Internationellt intresse

En internationell grupp diskuterar ett samarbete för att testa och demonstrera El-Forest i olika terrängförhållanden och miljöer. I gruppen ingår representanter från bl.a. Frankrike, Portugal, Norge och Sverige.

Claes Löfroth