

Utveckling, test och utvärdering av maskin för drift och underhåll av vägarnas sidoområden

2010-09-07

Sammanställning

Mikael Hellsten

Beskrivningar

Arne Henriksson

Teckning

Peter Nordgren

Etapp I

Konstruktion

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid no
A. BAKGRUND & SYFTE	3
B. METOD	4
C. GENOMFÖRANDE	4
D. PROJEKTORGANISATION	5
E. RESULTAT	6
F. SLUTSATS	10
G. BILDER & RITNINGAR	11
H. FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	16

Rapport SBUF projekt 12355

A. BAKGRUND & SYFTE

Drift och underhåll av vägarnas sidoområden sköts till största delen från vägen. Arbetet innebär därmed avspärrningar och omdirigering av trafiken. På klass I vägar (motorväg och större riksvägar) blir problem och kostnader stora. Trafiken behöver dirigeras om till en fil. Det innebär utsättning av temporära skyltar mm för att omdirigera trafiken. Hastigheten skall sänkas och köer uppstår. Filen närmast sidoområdet reserveras för entreprenörens fordon. Risken för olycksfall ökar då trafikanter som brister uppmärksamhet kan köra in i avspärrat området.

I dagsläget görs röjning, slätter, byte av vägräcken och övriga arbetsmoment från vägbanan. Det innebär omfattande åtgärder för att tillfälligt leda trafikflödet på säkrast möjliga sätt förbi arbetsstället. Trots kostbara åtgärder för förbiledning, varning, hastighetssänkning och påkörningsskydd inträffar olycksfall. Både vägarbetare och trafikanter får sätta livet till. Enligt Arbetsmiljöverket anmäldes 16 arbetsolyckor i samband anläggning av vägar per 1000 anställda 2004. Under perioden 1997-2004 dödades i genomsnitt 5 personer och 22 skadades svårt varje år vid vägarbetsplatsrelaterade olyckor enligt Arbetsmiljöverket. I en studie från VTI ingår ca 150 sådana incidenter eller olyckor under perioden 2004 till hösten 2007. Fredrik Friberg har i rapporten "Lugnare arbete på väg" 2007 redovisat antalet olyckor och dödade per år under perioden 1995-2004. Enligt denna förekommer 100-150 olyckor/år i Sverige och 5,1 personer dödades i genomsnitt. Av olyckorna innebar 125-150 person- skadeolyckor. Friberg hävdar att det utöver nämnda olyckor dessutom finns ett mörkertal beroende av felkodning och olyckor som inte kommer till polisens kännedom.

Storleken av den samhällsekonomiska kostnaden för tidsförluster i passagerartrafik och godstrafik har kalkylerats av flera. SIKÅ, Björketun & Nilsson, VV Konsult m.fl. redovisar underlag för den samhällsekonomiska kostnaden för tidsförluster i trafiken. Rickard Wall Nationalekonomi vid Södertörns Högskola redovisade på Transortforum i januari 2009 att en samhällsekonomisk kostnad för sänkning av hastigheten på det svenska vägnätet med 2 % överstiger 1 miljard. En två procentig hastighetssänkning kan utgöra en rimlig effekt av den genomsnittliga hastighetssänkning som orsakas av trafikordningar vid vägarbeten. Kalkylerna bygger på 165 kr/fordonstimme för personbil och 298 kr/fordonstimme för lastbil och en genomsnittlig reshastighet på 75,8 km/h.

I dagsläget tar slätter och röjning i sidoområdet ca 1 timme/km. Vägarna har två sidor och i vissa fall en mittremsa. I Sverige finns ca 186 mil motorväg och totalt ca 1100 mil stora riksvägar. Vägverket har 110 driftområden varav ca 75 har behov av utrustning för röjning och slätter från vägarnas sidoområden. De 75 driftområdena har bedömts i genomsnitt behöva två maskiner var. Ett driftområdes arbete i sidoområden kan idag kosta ca 15 Msek/år varav kostnad för fordon med förare och TMA-skydd kan uppgå till mellan 6-8 Msek/år

Rapport SBUF projekt I2355

Ny teknik kan medföra att kostnaden halveras genom att 75 % av TMA kostnaden bortfaller och att arbetat går snabbare med mindre personal utan att störa trafiken. I Mdr/år kan sparas genom att trafiken inte hindras och 0,1 Mdr/år kan sparas genom att arbetet effektiviseras. Antalet olycksfall i samband med vägarbeten kan minskas med 50 %. Då sparas > 2 dödade & 10 svårt skadade och 100 lättskadade/år. Arbetsmiljön för vägarbetarna blir väsentligt förbättrad i samtliga avseenden.

Föreliggande projekt avser att lösa detta problem genom att konstruera testa och utvärdera ett fordon som kan sköta drift och underhållsarbetet från sidoområdet. Konstruktionen av en sådan maskin har utförts i etapp I av detta projekt och redovisas som följer.

B. METOD

Projektet har drivits med systemgruppsmetodik och innan aktuell etapp omfattat idégenerering, idéval och inledande konceptutveckling. Aktuell etapp har inneburit sammansättning av projektgrupp med bedömd förmåga att utveckla och specificera tekniska lösningar för given krav specifikation. Flertal experter, konstruktörer, ergonomer, industridesigners, experter inom verkstadsteknik, styrning, hydraulik, och testning har deltagit i olika seminarieaktiviteter och möten. Alla har undertecknat sekretessavtal avseende det material som presenterats och utvecklats vid aktuellt tillfälle.

Under aktuell etapp har projektet haft två referensgruppsmöten, och ett styrgruppsmöte samt ett stort antal protokollförda möten i seminariegrupper.

C. GENOMFÖRANDE

Kraven på en maskin som kan arbeta från sidoområdet har ställts upp och reviderats vid flera tillfällen då kompletterande information tillfört ny kunskap.

Inledningsvis var kravspecifikationen enkel och har efterhand utvecklats till den tekniska specifikation som redovisas nedan.

Tyngdpunkten i utvecklingsarbetet har varit att konstruera en maskin som kan arbeta i slänter med minst 35 graders lutning, som själv kan ta sig över vägräcken och inte köra fast i sidoområdet.

Rapport SBUF projekt I2355

Maskinen skall kunna utföra slätter, röjning, tvättning av skyltar samt byte av vägräcken från sidoområdet. Utgångspunkten är en redskapsbärare som kan förses med olika utrustningar beroende på uppdrag.

D. PROJEKTORGANISATION

Projektarbetsgrupp

Henrik Hansson, NCC roads
Timar Gustavsson, Timars svets & smide AB
Arne Henriksson, Multi Modal Development AB
Mats Lejonborg, Hydrauliktjänst AB
Leif Svensson, Electronic Technic Ls AB
Hans Sarsten, Hans Sarsten Entreprenad AB
Curt Sjöberg, Trafikverket
Roland Andersson, Karolinska Institutet
Peter Nordgren, Retrorun
Karin Gustavsson, Timars svets & smide AB
Joakim Carlsson, Timars svets & smide AB
Mikael Hellsten, MHAB

Referensgrupp

Thomas Wikman, SEKO
Patrik Lidström, Svevia
Henrik Hansson, NCC
Jörgen Eriksson, Svenska Byggnadsarbetareförbundet
Niclas Odermatt, Skanska
Christer Andersson, Peab

Styrgrupp

Jan-Erik Elg Vägverket
Curt Sjöberg Vägverket
Hans Sarsten, HDS Entreprenad AB
Jörgen Eriksson Svenska Byggnadsarbetareförbundet
Björn-Inge Björnberg SEKO
Mikael Hellsten MHAB

Övriga konsulter

Victoria Wagman, MDH
Tomas Wallin
Mihai Nicolescu
Kent Lindgren,

E. RESULTAT

PRELIMINÄR TEKNISK SPECIFIKATION / BESKRIVNING

Allmänt

6-hjuligt AWD fordon med huvudsaklig arbetsuppgift att på sidoområde utanför motorväg, 2+1 väg och motortrafikled utföra busk och gräsklippning på 3 m arbetsbredd.

Förberedd för tvätt av vägmärken och reflexstolpar samt lagning av vägräcke. Därmed reduceras behov av särskilda och kostsamma TMA-fordon.

Sidofordonet skall vid behov kunna köras över vägräcke/vajerräcke med 700 mm höjd och på kort tidsrymd ta sig förbi hinder som viadukter och broar. Fordonet skall kunna köras i slänter med upp till 35 % lutning. Lågt marktryck för god framkomlighet.

Ytterdimensioner möjliggör transport på lastbil med flakväxlare, som kan hämta upp sidofordonet från mark på lämpligt rullflak. Fordonet är snabbgående för att eliminera transportbehov på korta distanser.

Sidofordonet skall kunna godkännas som lastbil vid registeringsbesiktning hos ASB.

Ram

Ram av U-profiler (lastbilstyp) med erforderligt antal tvärbalkar. Snabbfästen för kran och redskap.

Karosseri.

Täckplåtar, sidoskydd, skärmar och stänkskydd i erforderlig omfattning.

Hjulupphängning och fjädring

Patenterbart fjäderben med styrspindel och stötdämparfunktion sammanbyggd i en enhet av McPearson-typ. ”Hydraulisk” fjädring mot gasackumulator med strypt återflöde som dämpfunktion. Inga triangelstag eller länkar för bästa möjliga friutrymme under fordonet när vägräcke eller annat hinder skall passeras,

Under fjädring arbetar 1:a hjulparet som en framaxel och mittre och bakre tillsammans som en boggi. Körnivå kan ställas in som horisontell, framåt- eller bakåt- lutad.

Markfrigång/körhöjd även inställbar sida för sida. Därmed kan man kompensera för marklutning upp till 20-25% med bibehållet horisontellt chassi. Vid lutningar därutöver nivelleras även förarhytt.

Hjul och fälgar

Alptrac däck i dimension 425/50-18 på fälgar W14Lx18. Däckens bärighet 2120 kg/st, hastighet max 90 km/tim och däcktryck 3,5 bar.

Styrning

Rapport SBUF projekt I2355

Servoassisterad styrning på samtliga hjul. Fordonet kan köras både som normalt styrande påbåda fram ”axlarna” och med ”stel” bakre ”axel” samt med en typ av ”midjestyning” där fram- och bakhjul styr när mittre hjul är ”stela”. Dessutom medger styrningen parallellförflyttning i sidled inom maximala styrutslag. Omkoppling mellan styrsystemen sker via operatörspanel vid förarplats.

Bromsar

Skivbromsar på samtliga hjul och parkeringsbroms på minst ett hjulpar för tillräcklig kapacitet (=>18%).

Motor

4- eller 6-cylindrig dieselmotor med minst 200 kW (270hkr). Torrsumpsmörjning, om så erfordras, för kontinuerligt arbete på 35% lutning. Högsta möjliga miljöklass.

Transmission

Helhydraulisk transmission med hydraulmotor vid varje hjul. Möjlighet till bromsning eller spärrning av hydraulflöde till motorer vid 2:a och 3:dje ”axel”par, som diffbroms alt. diffspärr.

Hydrauliksystem

3-5 (ev. fler) hydraulpumpar av varierande storlek efter behov från fordonet eller avsedd tillkopplad utrustning. Pumparna kan köras separat mot resp. behov samt samköras. Motorer vid främre hjulen kan frikopplas för att allt tillgängligt flöde skall kunna distribueras till bakre hjulmotorpar (tvåmotordrift) vid snabb landsvägskörning.

Elsystem

24-volt elsystem med batterikapacitet min. 90Ah. Fordonsbelysning fram och bak i enlighet med fordonsbestämmelser. Roterande varningsljus. Arbetsbelysning för ytor runt om fordonet.

Fordonets passering över ett vägräcke ”automatiseras” med elektronik samt positionsgivare och förutsätter enbart att föraren tillser att fordonet befinner sig inom ett avsett vinkelområde relaterat vägräcket.

Fordonets datasystem utför ”motionering/botning/funktionscheck” av samtliga funktioner vid fordonets uppstart.

220 volt generator för el-verktyg.

Hytt

Komfortabel luftkonditionerad övertrycks förarkarbin med god runtomsikt och tillräckligt utrymme för att skydda föraren från att slå huvud mot rutor under arbete i lutande terräng. Spakstyrning av samtliga funktioner på förarstolens armstöd.

Rattstyrning vid färd på väg. (Krävs ?) Förarstolen försedd med 3 alt. 4-punktsbälte.

Rapport SBUF projekt I2355

Funktionsinställningar på separat sidopanel. Övriga instrument som erfordras för fordonets körning på väg framför och i förarens siktfält. Ljusstark datapanel/skärm med dimmerfunktion inställbar för bästa synbarhet vid solljus eller skugga.

Hytten nivellerbar i sida så att föraren alltid sitter horisontellt i sidled även vid lutningar från ca 20% och upp till 35%.

Lastutrymme

Lastutrymme för 4,5 meters vägräckesbalk finns på fordonet sida. Lastsäkring/förstängning enligt lag. Även utrymme för mindre mängd grus/sand och verktyg för vägräckeslagning. Verktygslåda.

Säkerhet

Underkörningsskydd fram och bak. Sidounderkörningsskydd. Mindre TMA-skydd baktill. ”Omkörnings-/ förbipasserings- pil” med lampor på nedfallbar platta baktill.

Redskapsfästen

Enligt befintlig typ för klippaggregat. För armar till sidoaggregat och annan utrustning anordnas mindre snabbfästen liknande lastmaskin (förminskad typ R2), som maskinens hydrauliska fjädring (nivåreglering) kan hantera. Låsning med hydrauliska låstappar.

Mått och vikter

Längd max 6,0 m. Bredd max 2,4 m. Höjd i trpt-läge med nedsänkt fjädring max 2,4 m. Max-vikt 12,72 ton med däck som begränsning. Rekommenderad totalvikt 7 - 9 ton beroende av egenvikt (tjänstevikt) och lastbehov ger dessutom lägre däcktryck och bättre framkomlighet på mjukt underlag.

Uppskattad tjänstevikt 4 - 4,5 ton beroende av vald utrustning. Lastkapacitet 3 - 5 ton. Bränsletanksvolym för 2 (3?) dagars kontinuerlig drift.

Prestanda

Fartområde under arbete 0-8 (10?) km/tim.

Fartområde vid landsvägskörning 0-50 (70?) km/tim. (0-50 på ? sek. = normal P-bil).

Utrustningsalternativ

Klippaggregat

1 st centralt, kranmonterat ”flytande aggregat”.

Vid vardera sidan monterade ”flytande aggregat” på i sid- och höjddled manövrerbara armar.

Ev. automatiskt justerande klippaggregat på ena sidan för att klippa under vägräcke och runt räckesstolpar.

Tvätt

Kranmonterad högtryckstvätt för vägmärken och reflexstolpar. (Ångtvätt?)

Rapport SBUF projekt I2355

Vägräckeslagning

Kran med snabbfäste för olika verktyg. (Ev samma kran som vid klippning.)

Hydraulisk stolpuppdragningsenhet.

Hydraulisk borrustrustning. (Ev. elektrisk 24 alt. 220 volt?)

Stolphanterare med hydraulhammare.

Bult / Skruv-dragare. (Tryckluft? Ev kompressor på motor och trycklufttank?)

Kapmaskin. (Ev. elektrisk 24 alt. 220 volt?)

”Grus och sandlåda”.

Verktygsstativ på chassi.

Alt utförande / Annan utrustning ?

Hytten monterad på mindre ”kranarm” för att tillfälligt kunna placeras utanför fordonet och ge bättre överblick vid vissa arbeten.

Den tekniska specifikationen / beskrivningen ovan kommer att hållas ”levande” under den fortsatta utvecklingstiden.

PRELIMINÄR BESKRIVNING AV BELASTNING HJULCYLINDRAR

Vid denna specifikations upprättande är hydraulmotorer för hjulens framdrift inte 100% fastställda. Mindre ändringar kan förekomma.

Cylindern kommer att vara en dubbelverkande teleskopcylinder med två steg. Total slaglängd blir ca 900 mm fördelat på de båda stegen.

Cylinderkroppen kommer att vara infäst i fordonets ram och ha en 0-ställd cambervinkel. Båda cylinderstegen kommer att vara riktade nedåt mot mark.

Castervinkeln, som i detta fall också kommer att vara spindelbultslutning, kommer att ligga i området 4-7 grader för att ge fordonet riktningstabilitet.

Toe-in kommer att ligga runt 0 eller mellan 3 och -3 mm eftersom alla hjulen deltar i framdrivningen.

Första steget (stor diameter) användes i huvudsak för att vid lägre hydraultryck fungera som fjädring mot ”accumulatorklocka” laddad med gas till lämpligt mottryck. Begränsning av återflöde för hydrauloljan (strykning) förväntas ge stötdämparfunktion och stabil gång i fordonet. Cylindersteget kommer att ha en slaglängd av ca 450 mm.

Vid körning på väg blir utskjuten medellängd av cylindersteget att vara ca 100 mm (körnivå) och fjädring kommer då att bli mellan ca 50 mm (infjädrad) och 150 mm (utfjädrad).

Vid transport av fordonet upplastat på annat fordon t.ex. lastväxlarbil kommer cylindersteget att vara helt ihopskjutet för att fordonet lägsta totala transporthöjd.

Rapport SBUF projekt I2355

Under körning i terräng samt vid lutande underlag användes max ca 350 mm utskjut av cylindersteget, som ett högre körläge, för att fjädring och kompensation av ojämnheter skall kunna ske från ca 250 - max 450 mm slaglängd (utskjut).

Andra steget (liten diameter) har ”egen” tryck och retur och kommer att vara det steg som i första hand med sin slaglängd kompenserar för marklutning och kommer därvid att använda större delen av sin slaglängd - ca 400 mm av totala 450 mm för att under körning inte slå hårt i sina ändlägen.

Endast vid körning över vägräcken under låg hastighet och kontrollerade former kommer totala slaglängden att nyttjas.

Totala cylinderlängden blir slaglängden plus utrymme för cylinderpackningar och stödlager.

den torde ligga i området 800-1000 mm helt ihopskjuten och 1700 - 1900 mm i fullt utdraget tillstånd.

Kraftspelet runt cylindern vertikalt i cylinderns längdriktning bestäms av beräknad totalvikt ca 9000 kg fördelad på samtliga 6 hjul.

Horisontellt i fordonets längdled av hastighet vid färd på väg med tvåmotordrift någonstans i området 50 - 60 km/tim (14 - 17 m/s) och en acceleration som kan jämföras med en snabb personbil då hydraulpumparna kan köras på ett konstant flöde och accelerationen mer eller mindre bestäms av hur snabbt man hanterar körreglage. Friktionskoefficient för däck mot mark är en faktor i sammanhanget. Begränsning av motorvarv och hydraulflöde kan därför vara på plats.

Horisontellt i fordonets tvärled av styrvinkel som kommer att ligga i storleksordningen ca 45 grader (ca 0,7 av krafter i längdled).

Kraftspelet vid terrängkörning blir samma vertikala tillsamman med lutningar på fordonschassiet upp till 15-20 graden när marklutningen är mot max 35 grader.

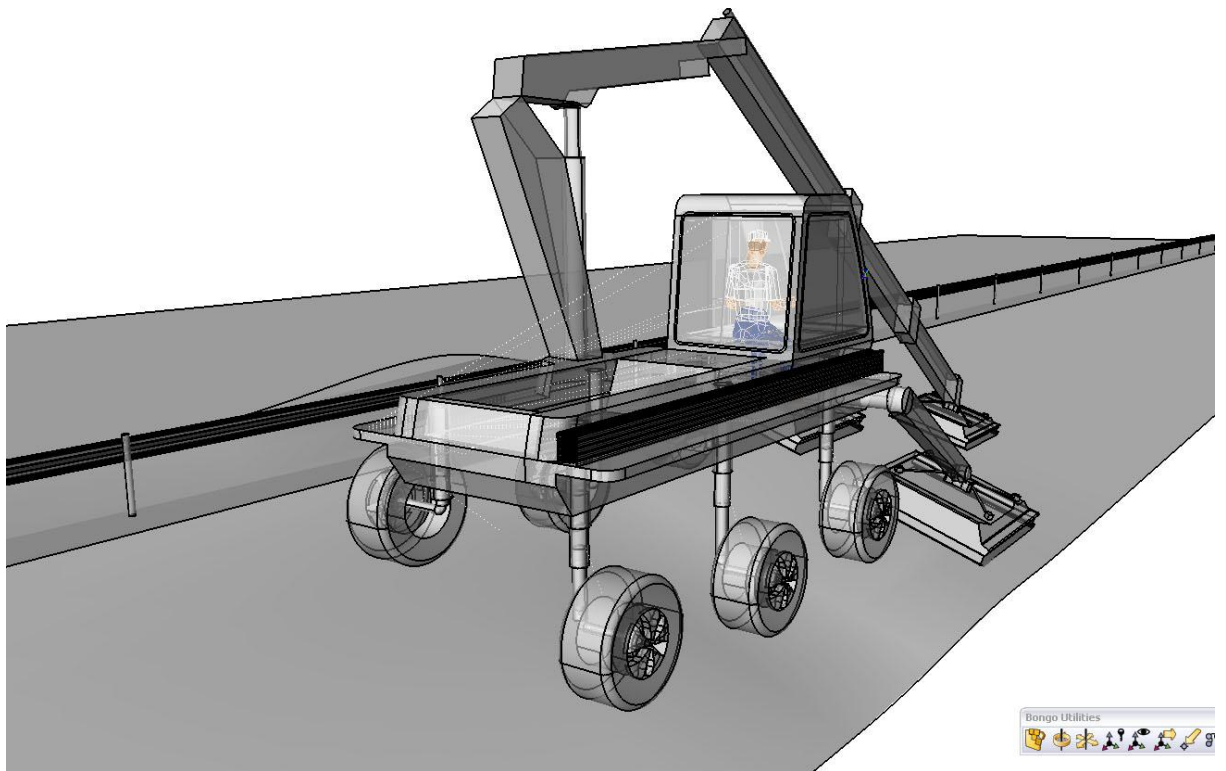
Horisontellt i längd och tvärled med 6 motordrift blir hastigheten då kraftigt reducerad och kommer att ligga i arbetsfas på upp till max 8 eller 10 km/tim.

Motstånd från 3 st klippaggregat med totalt 3 m klippbredd som ”flyter” mot mark tillkommer.

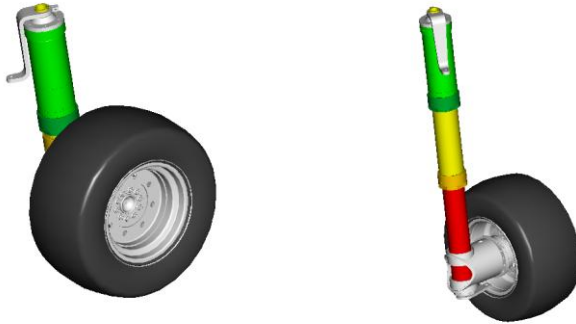
F. SLUTSATS

Föreliggande etapp har tagit fram en konstruktion som referens och styrgrupper ställt sig bakom. Trafikverket har visat stort intresse och stött framtagning och vidare utveckling. Projektet avses gå vidare i två ytterligare etapper, prototyp sam test och utvärdering.

G. BILDER



Visualisering av maskin som arbetar utanför vägräcket i sidoområde med släntlutning.

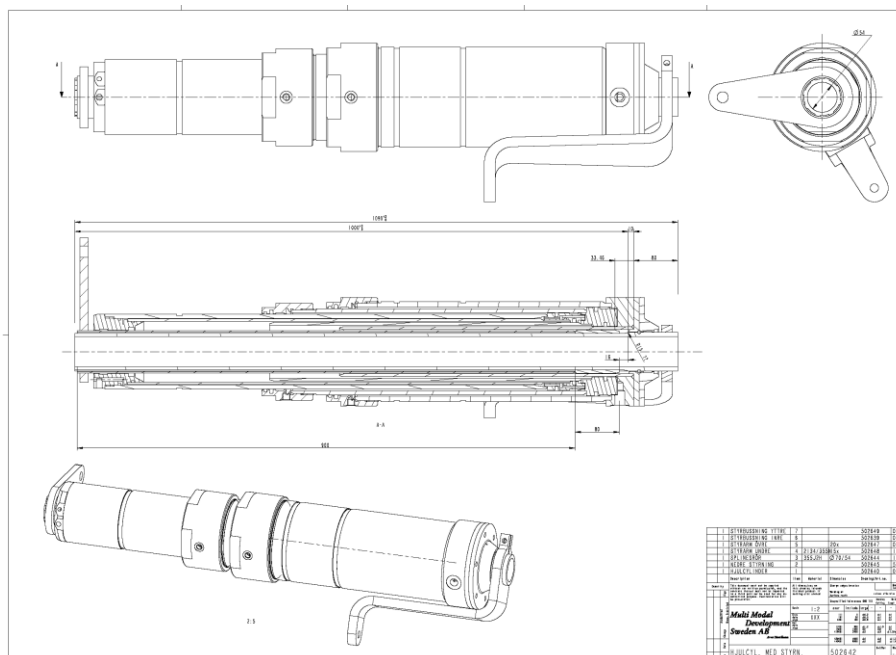


Skiss av cylinder som utgör hjärtat i konstruktionen. Cylindern har en slaglängd på ca 900 mm. Cylindern monteras med mortorn i fälgen på varje hjul.

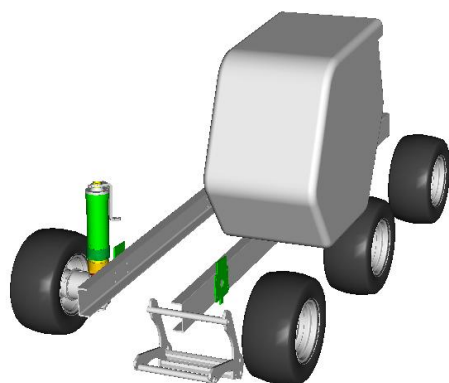


Sprängskiss fjäderben (cylinder) med motor i hjulnav.

Rapport SBUF projekt 12355

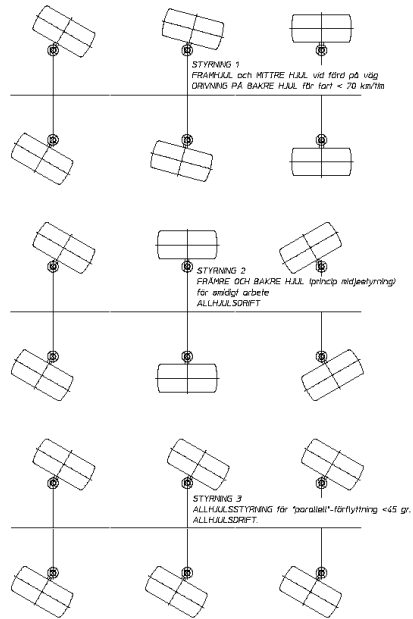


Cylinderns konstruktion. Cylindern är en högteknologisk produkt med fina toleranser. Den medför att maskinen alltid är horisontell oavsett markens lutning. I cylindern finns fjädring och styrning av fordonet.

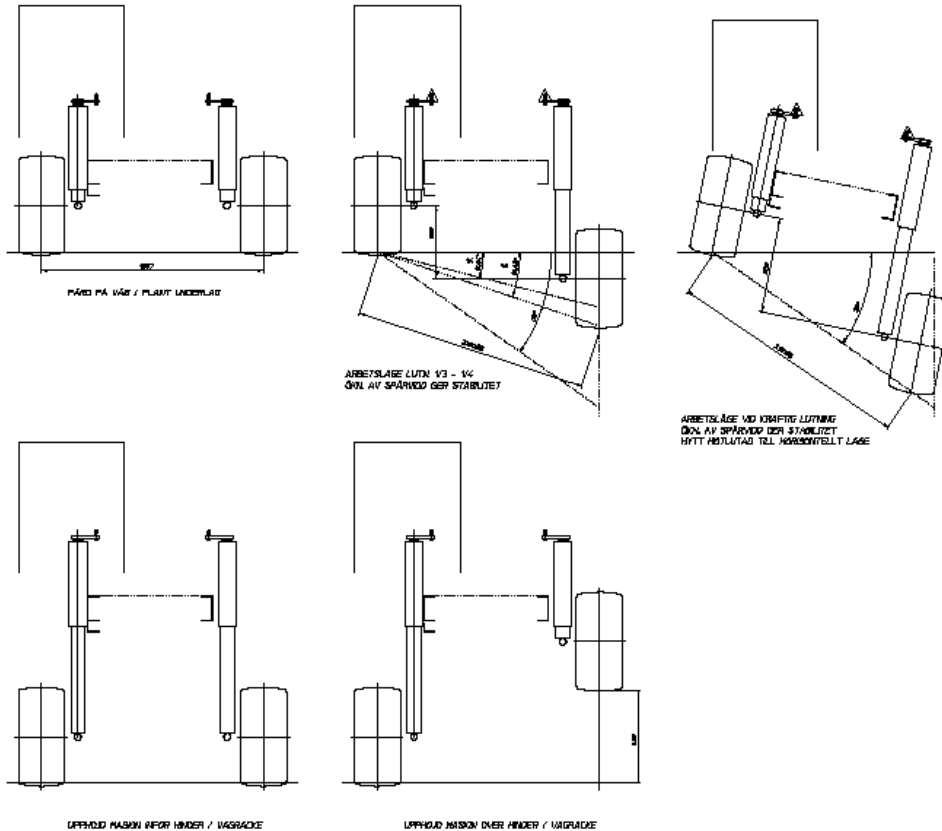


Schematisk uppbyggnad av maskinen. Ramen är byggd som lastbil med U-balkar. Hytt, flak, kran och redskapsbärare, och hjul mm. fästs på ramen. Hytten kan vara rörlig.

Rapport SBUF projekt 12355

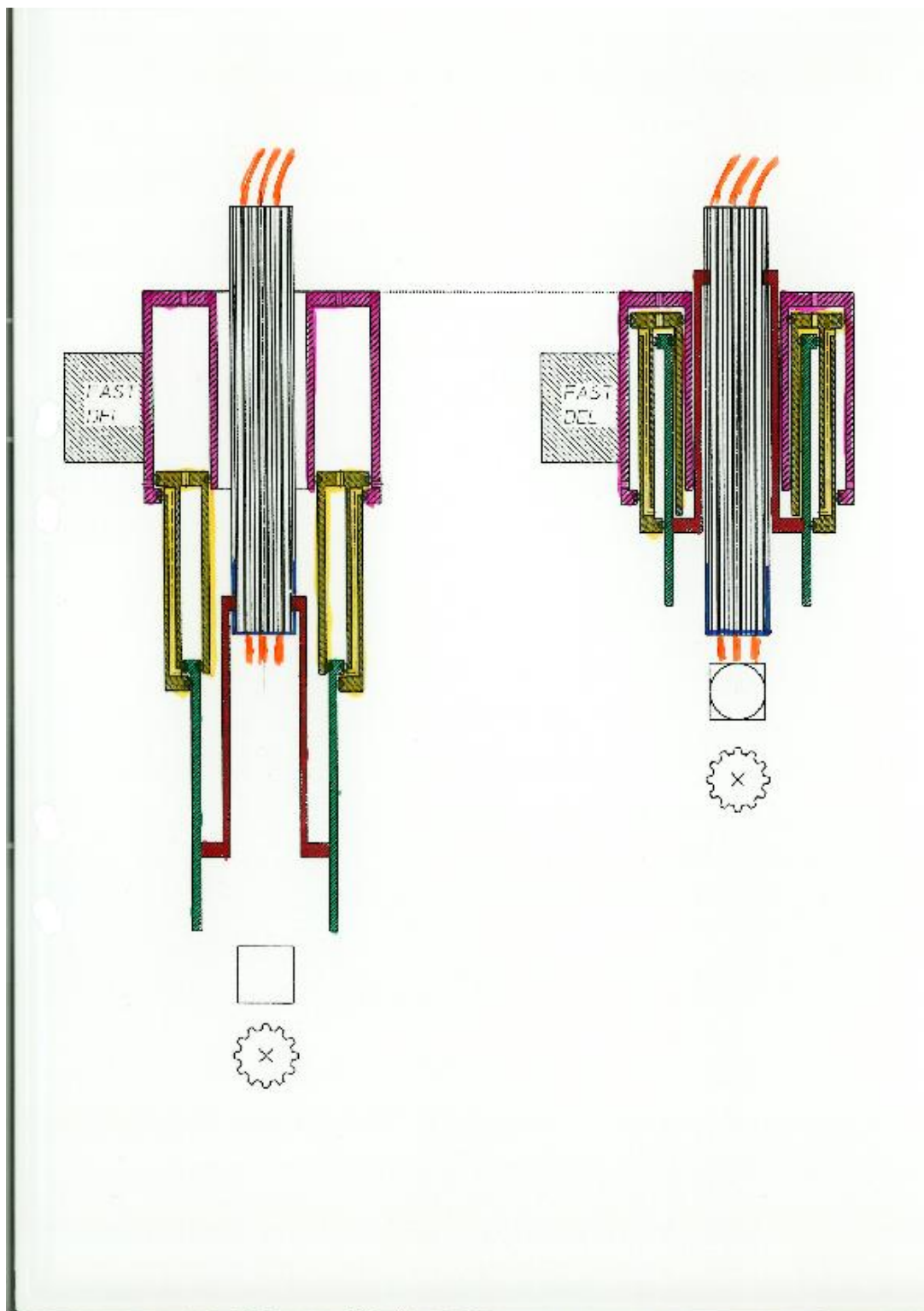


Maskinen får en avancerad styrning som kan anpassas efterförhållandena. Vi körning på väg är "bakaxeln" låst och fordonet framhjulsdrevet. För manövrering i sidoområdet kan maskinen midjestyras eller allhjulstyras för parallellförflyttning.



Rapport SBUF projekt 12355

Maskinen kan tack vare cylinderupphängda hjul anpassa markfrigången och köras horisontellt. Det ger möjlighet arbeta kontinuerligt på lutande underlag och samtidigt kunna "kliva" över vägräcket. Maskinen skall lastbilsregistreras och kunna köras på vägen utan att hindra övrig trafik.



Rapport SBUF projekt I2355

Cylindern princip i skissform. Cylindern har två steg. Fjädring med gashydraulik. Styrning genom spines. Kraft till hjulmotorer, styrning i centrum av cylindrar som utgör skyddad kanal för hydraulik och el.

Maskinens arbete har åskådliggjorts i en animation som bifogas på skiva.

H. FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

Konstruktionsarbetet som utförts med medel från SBUF har i huvudsak inriktats på att ta fram en kravspecifikation och konstruera cylindern som utgör hjärtat i maskinen. Nästa steg är att bygga cylindern i prototyp och testa densamma och att därefter bygga chassiet och montera samman en hel maskin med elektronikstyrning och hydraulik. I ett sista steg testas maskinen, utvärderas och modifieras.

Utfört arbete ligger i linje med den tidsplan som gällde då projektansökan skrevs. Ansökan för deletapp 2, prototypbygge avses sökas från SBUF under sommaren 2010. De medlen är avses att användas att bygga en prototyp av hela fordonet.