

OM HUR

MASKIN

INGENJÖREN

VÄRLDEN

BÄTTRE

OCH TILLVARON SMARTARE



IVA avdelning I, Maskinteknik.

Redaktör: Lars Nilsson.

Formgivning: John Bark. Layout: Johan Holm.

Tryckt hos Livonia Print, Lettland 2019.

Typsnitt: Freight Micro, Freight Text, Freight Disp, Graphik Cond, Graphik.

ISBN: 978-91-7082-975-8

OM HUR

MASKININGENJÖREN GÖR VÄRLDEN BÄTTRE

OCH TILLVARON SMARTARE

SKRIBENTER: Siv Engelmark (Linköpings universitet, Lunds tekniska högskola, Tetra Pak, forskaren Jonas Lantz), Marie Alpman (Chalmers, KTH, Luleå tekniska universitet, Wematter, Cake, Midsummer, Scania), Erik Mellgren (Gustaf Dalén, Christopher Polhem), Anders Thoresson (Volvo Cars).
FOTOGRAFER: Daniel Roos (Midsummer, Wematter, Cake, Sandvik, Scania, Jonas Lantz), André de Loisted (Tetra Pak), Sören Håkanlind (Volvo Cars).
GRAFIK: Richard Söderström/TT-Nyhetsbyrå. **ILLUSTRATIONER:** Kaianders Sempler (Christopher Polhem).
BILDKÄLLA: Ur AGA Gas historiska arkiv hos Centrum för Näringslivshistoria (Gustaf Dalén).

Innehåll

- 8 **Förord**
- 10 **Ödgård Andersson**
Volvo Cars - hon styr in i framtiden
- 16 **Chalmers tekniska högskola**
- 22 **Jonas Lantz**
Linköpings universitet - han räknar fram friskare hjärtan
- 28 **Gustaf Dalén**
Lysande karriär med massor av patent kröntes med Nobelpris
- 34 **Maria Huttunen**
Midsummer - hon sätter snurr på solcellsmaskinen
- 40 **Luleå tekniska universitet**
- 46 **Marcus Carlsson**
Cake - han ritar om motorcykelbranschen
- 52 **Marie Carlman och Christina Juhlin**
Tetra Pak - de löser problem åt mejerier
- 58 **Kungliga tekniska högskolan**
- 64 **Robert Kniola**
Wematter - han bygger företag med 3d-skrivare
- 70 **Linköpings universitet**
- 76 **Adam Johansson**
Sandvik - hans nya vinklar sätter snurr på produktionen
- 82 **Lunds tekniska högskola**
- 88 **Lina Ankargren**
Scania - hon har passion för kugghjul
- 94 **Christopher Polhem**
Han lärde svenskarna läsa mekanikens alfabet

Maskiningenjören behövs mer än någonsin i en tid som präglas av stora samhällsutmaningar

Maskiningenjören gör världen bättre och tillvaron smartare. Varje dag, året runt. Maskinäre är forskare, konstruktörer, produktutvecklare, produktionstekniker eller kanske chefer, lärare, och entreprenörer. Listan kan göras lång. Maskiningenjörer är verksamma i alla möjliga sektorer och branscher. Att många jobbar inom den svenska fordonsindustrin är något som blivit tydligt i arbetet med den här boken. Kanske är det en delförklaring till att vi har en så stark fordonsindustri. Och då pratar vi inte bara om personbilar och tunga lastbilar utan också om flyg, tåg och andra farkoster.

I vårt arbete inför IVA:s 100-års jubileum 2019 tycker vi i IVA:s avdelning för maskinteknik, att det skulle vara spännande att lyfta fram maskinteknikens roll och historiska betydelse för svensk industri och samhällsutveckling. Vi vill visa att maskiningenjören behövs mer än någonsin i en tid som präglas av stora samhällsutmaningar, dramatiska förändringar och tekniksiften. Det är förmodligen också första gången i historien vi är medvetna om att vi är mitt uppe i en ny industriell revolution. Vi ser hur produkter, tjänster och samhället blir alltmer digitaliserat.

Klimatfrågan är vår verkligt stora samhällsutmaning. Vi är alla en del av problemet, men också en del av lösningen. Här har maskiningenjören en viktig roll. Det behövs fortsatt utveckling av ny klimatsmart teknik och produkter, det behövs även systemintegratörer som kan koppla ihop olika dellösningar till en produkt, eller ett fungerande system. Maskiningenjörer befinner sig ofta i sådana roller eller projekt där det är viktigt att jobba över gränser och knyta samman ny teknik, discipliner och kompetenser.

Typiskt för alla ingenjörer är träningen för att bli en professionell problemlösare. I boken du håller i din hand kan du läsa om lysande mekanister som Christopher Polhem och Gustav Dalén. De löste sin tids utmaningar. Nobelpristagaren Dalén har

ledamotsnummer 1 i IVA, och var ledamot av avdelning I, vilket är extra roligt. I boken porträtterar vi åtta maskiningenjörer i en ny generation problemlösare. De tar hand om dagens utmaningar.

I början av industrialiseringen var det snillrika mekanister, ofta självlärda, som bidrog till den snabba tekniska utvecklingen. Men redan på 1870-talet började den högre utbildningen av maskiningenjörer, läs gärna mer om det på sidorna 94–105. I boken presenterar vi också fem tunga tekniska lärosäten. De är alla stora på teknikutbildning och har maskiningenjörprogram. Sammantaget ger dessa lärosäten en bra bild av utvecklingen på utbildningsområdet. Det ändå bara ett axplock, många andra lärosäten har i dag program för utbildning till civilingenjör eller högskoleingenjör inom maskinteknik. Maskiningenjörprogrammet har genom åren också knoppat av nya inriktningar. Det har blivit många nya ingenjörprogram med maskinteknik som bas. Vi kan konstatera att väldigt många ingenjörer har en examen som vilar på maskinteknisk grund även om man har en annan specialisering. Det visar på att behovet av maskinkompetens är stort.

Boken lanseras på vårt jubileumsseminarium på IVA den 21 januari 2019 som passande också har temat ”Människan, tekniken och affären i framtidens transportsystem”. Jag vill tacka alla som på olika sätt bidragit till boken. Ett särskilt varmt tack till vår redaktör Lars Nilsson och skribenterna. Det har blivit en bok och en spännande tidsmarkör som man gärna återkommer till.

Jag önskar dig god läsning.

MONICA BELLGRAN

Ordförande 2016–2019 för avdelning I, Maskinteknik, IVA (Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien)

ÖDGÄRD ANDERSSON

Arbete: Vice President Vehicle SW & Electronics på Volvo Cars, vilket innebär att hon leder den utvecklingsorganisation som gör mjukvara och elektronik i företagets bilar.

Ålder: 46.

Utbildning: Civilingenjör i maskinteknik, Chalmers.

Examensår: 1996

Karriär: På Ericsson från 1997 till 2016, bland annat som projektchef på bolagets kontor i Kalifornien och chef för globala utvecklingsorganisationer inom radio och mjukvara. Sedan oktober 2016 på Volvo Cars.

Övrigt: Ledamot av IVA.



HON STYR VOLVO IN I FRAMTIDEN

Allvarliga olyckor
och dödsfall ska
minska när bilar blir
självkörande.

Ödgård Andersson
på Volvo Cars är med
och leder digitalise-
ringsresan från hård-
vara till mjukvara.

När ratten försvinner och drivlinan blir elektrisk öppnas nya
möjligheter att planera samhällen och minska utsläpp.



Hösten 2018 visade Volvo upp konceptet 360c, med idéer om hur självkörande bilar ska kunna samexistera med mänskliga medtrafikanter. När det inte längre finns en förare att få ögonkontakt med är det bilen själv som måste visa sina intentioner för omvärlden. Lösningen är bland annat ljud- och ljussignaler.

Efter 19 år på Ericsson tog Ödgärd Andersson sina erfarenheter från telekombranschen med sig in i fordonsindustrin. Sedan hösten 2016 är hennes titel ”Vice President Vehicle Software & Electronics”. Arbetsgivare är Volvo Cars i Göteborg.

– Om man inte gillar självkörande saker när man är ingenjör så är man konstig, tycker jag. Det här är ju jättecoolt.

Det coola handlar om de rent tekniska utmaningarna – hur man gör för att en bil ska bli självkörande – men också om möjligheten att göra skillnad. Att vara med och utveckla produkter som påverkar människors liv, både på ett individuellt plan och på systemnivå.

– Om man pratar om självkörande fordon som ett sätt att göra världen säkrare, så är det ju hur häftigt som helst. Vi kommer att kunna undvika många olyckor och dödsfall. Dessutom, när man flyttar till både eldrift och självkörande, så öppnar det helt nya möjligheter att planera städer och samhällen. Vi kan påtagligt förbättra miljontals människors liv, människor som i dag sitter i långa bilköer eller bor i städer som har stora problem med utsläpp.

När fordonsindustrin digitaliseras förändras mycket. Mest uppenbart är det som kunderna kommer att uppleva, i form av just bilar som kör på egen hand. Men digitaliseringen är mycket mer än så.

Konstruktionen förändras i grunden. Många funktioner har redan flyttat från mekanik till elektronik och tar nu klivet vidare in i programkod. Bilarna som lämnar Volvos fabriker är inte längre färdiga produkter som ska fungera på samma sätt fram till det är dags för skroten. När det i själva verket är en dator på fyra hjul, så går det att förhålla sig till bilen på samma sätt som till alla andra datorer: ständigt skicka ut uppdateringar som förbättrar funktioner, eller för in helt nya egenskaper.

– Jag tror att våra kunders förväntningar på vad en bil ska vara i framtiden kommer att ligga mycket närmare de förväntningar man har på sin telefon. Det innebär bland annat att man räknar med att bilen får nya funktioner över tid.

Digitaliseringen innebär också möjligheter för fordonsbranschen att byta affärsmodell. Du kan redan i dag prenumerera på en Volvo, och det kan företaget förstärka ytterligare med att erbjuda nya funktioner genom ett knapptryck eller testa ett prova-på-erbjudande av en ny fitness.

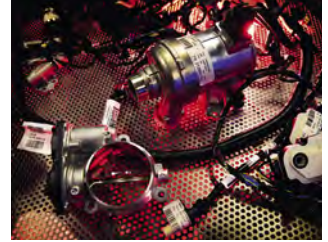
För Ödgård Andersson är den här digitaliseringsresan inte ny. När hon rekryterades till Volvo sa chefen för forskning och utveckling, att hennes erfarenhet från telekombranschen, som gått från hårdvara till mjukvara, är en perfekt kompetens för Volvos kommande utveckling.

De första stegen mot att bli ingenjör tog Ödgård Andersson i barndomshemmet i Vänersborg. Mamma jobbade som kemist och hade ett stort intresse för teknik och naturvetenskap.

– Jag blev nog indoktrinerad att gilla teknik. Hon prenumererade på Tekniska museets Teknoteket-lådor och tillsammans byggde vi egna datorer, som jag lärde mig att programmera Basic på. När vi behövde en ny stereo köpte mamma inte en färdig, utan lödde ihop en egen. Hon saknade rädsla och respekt för tekniken.

På gymnasiet valde hon teknikprogrammet, med inriktning mot maskin.

– När jag tog studenten visste jag inte riktigt vad jag ville, så jag jobbade ett år på Volvo Flygmotor i Trollhättan. Efter ett år



Lådbilslandet står det på dörren. Men det som finns innanför har mycket högre teknikinnehåll än en lådbil. Här står rader med bord, som vart och ett rymmer ett komplett elektroniksystem från någon av företagets bilmodeller. En komplett testmiljö för de som jobbar med utvecklingen av Volvos mjukvara och elektronik.

»Nu får jag vara med på bilindustrins fortsatta resa in i något mer hållbart. Det vill man ju inte missa«

där kände jag att det var dags att plugga vidare, och intresset för teknik hade växt sig ännu starkare. Så det blev Chalmers, med fortsatt maskininriktning.

Direkt efter sin examen som maskiningenjör fick hon jobb på Ericsson. Uppdraget var att jobba med apparatskåp till radiobasstationerna.

– De sista åren av 1990-talet var en väldigt rolig tid i telekom. Det var en industri som växte rejält och som ung ingenjör fick man prova massor av saker som man kanske inte skulle ha fått på andra ställen.

Hon jobbade som konstruktör ett tag, men hamnade så småningom i projektledarliknande uppdrag och fick göra ett test för att se om hon skulle passa som chef. Det gjorde hon. Sen dök möjligheten att byta inriktning upp. Från att ha jobbat med ren mekanik började hon jobba med själva radiodelen istället.

– Ericsson hade redan gått från mekanik till elektronik och påbörjat nästa steg, till mjukvara. Under tidigt 00-tal tog den transformationen fart på allvar och man kan väl säga att jag följde med på resan.

Det innebar bland annat att lära sig radioteknik genom generösa kollegor och någon extra kurs på högskolan och att förstå vad digitalisering får för konsekvenser för själva produktutvecklingen.

En fysisk produkt ska tillverkas i en fabrik, vilket kräver att nya pressverktyg ska fram, logistikkedjor ska på plats och så vidare. En digital produkt kan istället distribueras till hela världen med ett knapptryck. Men det kräver sina processer för utveckling i avgränsade ”funktionspaket” som genomgått grundliga tester innan det där knapptrycket.

Sommaren 2010 gick flyttlasset till San Jose på den amerikanska västkusten. På Ericssons nyöppnade kontor i Silicon Valley fick hon under två år på nära håll se och uppleva ett annat förhållningssätt till teknikutveckling. De unga mjukvarubolagen i området jobbade i korta utvecklingscykler: bygg något fort, testa på användare, samla in erfarenheter, förändra, testa igen. Tidig återkoppling var och är viktigt, bland annat för att vara säker på att det man utvecklar är vad användarna vill ha och behöver.

– Ericsson hade redan tagit de första kliven åt det hållet, men inte börjat jobba på det sättet på bred front. När framtiden inte är så förutsägbar är det viktigt att våga prova. Att experimentera sig fram till rätt lösning är bättre än att försöka planera sig fram till den när så mycket runt omkring ändrar sig så fort, säger Ödgård Andersson.

Att det agila arbetssättet passar för mjukvara är uppenbart. Men Volvo Cars tillverkar bilar. Fysiska produkter. Hur agil kan man vara då?

– Det är vad vi håller på att ta reda på nu. Fordonsindustrin har inte haft de allra högsta marginalerna och har gillat att planera för framtiden, med plattformar som levt under lång tid. Men nu har vi kommit till läget att vi gör flera stora förändringar parallellt, vi går från förbränningsmotorer till eldrift, från statiskt teknikinnehåll till uppkopplade bilar som kan uppgraderas. Det är väldigt svårt att säga exakt hur världen kommer att vara om fem år. Då måste man planera för förändring istället för att planera för att man vet exakt hur det kommer att bli.

Den omställningen handlar bland annat om att hitta de olika livscyklar som gäller för olika delar i bilarna. Mekaniken kommer ha en viss livslängd, elektroniken kanske hälften så lång medan ny mjukvara kommer att släppas flera gånger om året. För att det här ska fungera i praktiken krävs nära samarbeten mellan ingenjörer som jobbar med mjuk- och hårdvara. Mjukvaran som tolkar signaler från en backsensor ska inte behöva bry sig om exakt vilken hårdvara som sitter i bilens bakre stötfångare. Den ska lämna i från sig den typ av data som programvaran behöver för att kunna göra sitt jobb och stanna bilen innan kollisionen är ett faktum.

– Om man generaliserar så handlar det om att skapa tydliga gränssnitt. Så länge en del i bilen kommunicerar på ett sätt som resten av fordonet förstår på systemnivå och man inte har korsvisa beroenden så blir det möjligt att ha olika tempo i utvecklingen för hård- respektive mjukvara.

Uppkopplingen och de ökade inslagen av mjukvara gör det dessutom möjligt för Volvo Cars att hämta ett annat utvecklingsknep från världens alla it-bolag: de så kallade A/B-testen. Istället för att företagets ingenjörer bestämmer hur en ny funktion ska fungera och se ut kommer Volvo Cars i framtiden kunna göra som exempelvis Facebook. Låt 5 000 användare testa en liten förändring i gränssnittet och mät vilket resultat det faktiskt får. Låt 5 000 andra användare testa en annan variant. Mät där också, jämför sedan resultaten och välj den variant som fungerar bäst.

– Vi är precis i de tidiga faserna, och är lyckligt lottade eftersom vi har många tjänstebilar att tanka data från. På sistone har vi börjat utrusta många av dem med extra möjligheter att logga data, och då kan vi också börja med A/B-testning. Det är en naturlig utveckling för oss.

I chefsrollen utgår mycket från Ödgård Anderssons förståelse för vad medarbetarna behöver för att kunna prestera. På Chalmers fick hon de grundläggande förmågorna i logiskt och analytiskt tänkande, på Ericsson erfarenhet av att utveckla väldigt komplexa mjukvarusystem.

– För det som handlar om själva bilen finns det tusentals experter här på Volvo, jag måste inte kunna allt själv. Men som chef måste jag se vad som är svårt, och förstå vilka experter som behöver vara inblandade i vilka frågor, och vilka principer vi ska jobba efter. Ska man vara snabb och flexibel för förändringar måste alla som jobbar i utvecklingsteamerna kunna ta beslut, man har inte tid att låta beslut fastna i hierarkier. Det ger dessutom bättre beslut och är mycket roligare vilket gör att vi kan prestera bättre. 🍀



Motor i västsvenskt fordonskluster

Utan maskiningenjörer från Chalmers stannar verkstadsindustrin i Västsverige. Det gäller inte minst den växande fordonsindustrin. Studenterna får tidigt ge sig i kast med företagsprojekt – och kan utveckla egna produkter i skolans experimentverkstad.

Chalmers expanderar på sitt andra campus Lindholmen på Hisingen i Göteborg. Här utbildas bland annat högskoleingenjörer i maskinteknik. En av byggnaderna heter "Kuggen" och är ritad av stjärnarkitekten Gert Wingårdh.

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Chalmers grundare William Chalmers var direktör i Svenska Ostindiska Kompaniet. Vid sin död 1811 testamenterade han en del av sin förmögenhet till en industriskola som startade 1829 under namnet "Chalmerska Slöjdskolan". Skolan växte och blev med tiden en del av den statliga utbildningen. Sitt nuvarande namn fick Chalmers 1937. Sedan 1994 drivs Chalmers av en stiftelse.

I dag har Chalmers omkring 9 500 heltidsstudenter, 1 100 forskarstuderande och 230 professorer.

ALUMNER



Leif Östling
Examen 1971.
Legendarisk chef
för Scania under
1989–2012, chef
för kommersiella
fordon i Volkswagen
och ordförande för
Svenskt Näringsliv.

Maskiningjörprogrammet på Chalmers är landets största civilingenjörsutbildning med 1 100 studenter. Söktrycket är stort, berättar Erik Hulthén som är programansvarig. Hösten 2018 togs 175 nya teknologer in, men nästan dubbelt så många hade maskin på Chalmers som sitt förstahandsval.

– Att så många vill gå maskin beror på att det är en bred utbildning med många valmöjligheter. Vi har både studenter som är genuint intresserade av de klassiska maskinkurserna, och de som vill inrikta sig mot energi, miljö eller produktutveckling som är den populäraste inriktningen.

Möjligheterna till jobb är goda. Behovet av nya maskiningenjörer är stort i Västsverige.

– Vi har en stark industri som skriker efter folk, säger Erik Hulthén.



Teknologerna på maskinprogrammet på Chalmers har tillgång till en avancerad körsimulator av samma typ som används av utvecklare inom bilindustrin. Med sina sex frihetsgrader kan simulatören återskapa bilens rörelse i den virtuella världen. Den kan dessutom simulera chassirörelser.

Simulatoren drivs och utvecklas av studentfören-

ingen Caster. Alla intresserade teknologer kan bli medlemmar och lära sig att använda simulatören och utveckla fordonsmodeller och förarmiljöer. Den används också i undervisningen.

Första året på maskinprogrammet får till exempel studenterna utveckla en växellåda som kan testköras i simulatören.

Redan från starten får studenterna vänja sig vid att jobba i projekt ute i industrin. Chalmers maskinteknik har sedan länge starka band till fordonstillverkarna Volvo Group och Volvo Cars liksom till företag som lagertillverkaren SKF, försvarskoncernen Saab och rymdbolaget RUAG. På senare år har även det kinesiska bilutvecklingsföretaget CEVT rekryterat många maskiningenjörer. Bland Chalmers samarbetspartnerns finns även teknikkonsultbolag som ÅF, Semcon, Alten och FS Dynamics.

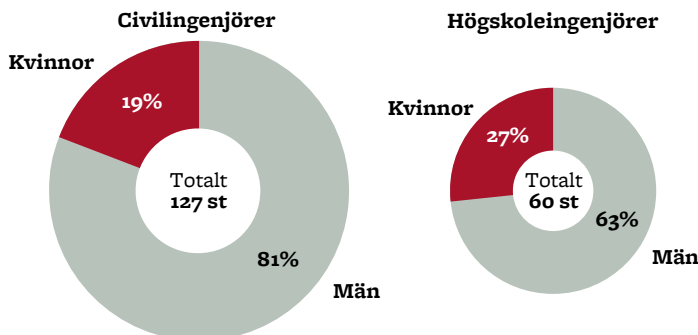
Utbildningen är inte bara teoretisk. I källaren i "M-huset", som är centrum för de blivande maskiningenjörerna, finns en stor prototypverkstad. Här står 3d-skrivare på rad, fräsar, svarvar och en vattenskrämaskin. Här bygger studenterna egna produkter och verkstaden står också öppen på kvällarna för privata byggprojekt.

Civilingenjörsprogrammet i masinteknik på Chalmers utsågs 2012 till årets teknikutbildning. Pengarna som ingick i priset har gått till projektrum för studenterna där de bland annat kan jobba med olika produktutvecklingsprojekt.

Vid sidan av civilingenjörsprogrammet driver Chalmers även ett högskoleingenjörsprogram inom maskinteknik vid sitt andra campus, Lindholmen på Hisingen. Hösten 2018 antogs 89 nya studenter varav 16 procent kvinnor.

Maskinutbildningen har en lång tradition. Redan vid starten 1829 ingick traditionella maskinämnena som mekanik och ritning i utbildningen vid Chalmers. Från 1841 undervisade skolans föreståndare Carl Palmstedt eleverna i mekanisk teknologi. Maskinteknik som egen utbildning infördes 1865 vilket räknas som startår för maskiningjörprogrammet på Chalmers. Det

EXAMINERADE I MASKINTEKNIK 2017



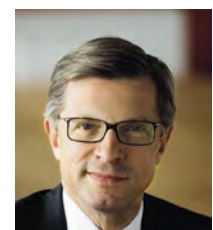
ALUMNER



Leif Johansson
Examen 1977.
Styrelseordförande för Astra Zeneca. Tidigare vd och koncernchef för Electrolux samt Volvo.



Gunilla Jönson
Examen 1967.
Professor i förpackningslogistik. Första kvinnliga rektorn för Lunds tekniska högskola.



Hans Stråberg
Examen 1981.
Styrelseordförande i SKF och Atlas Copco. Under åren 2002-2010 vd och koncernchef för vitvaruföretaget Electrolux.

»Maskiningjörerna från Chalmers är – och har varit – en viktig pusselbit för att vi har Sveriges två i särklass största företag, AB Volvo och Volvo Cars, belägna på Hisingen i Göteborg. Den kompetens som finns samlad i regionen inom fordonsindustrin är världsunik.«

Johan Trouvé
vd för Västsvenska
Handelskammaren

dröjde dock till 1967 innan den första kvinnan, Marita Telje (senare Bjelmrot) tog civilingenjörsexamen.

Under årens lopp har stora förändringar skett. Skeppsbyggnad införlivades till exempel med maskin 1969. Flera utbildningsgrenar har också knoppats av och utgör i dag egna utbildningsprogram. ”Industriell ekonomi” lämnade maskin 1983, ”Automatiseringsteknik”, som numera heter ”Automation och mekatronik”, blev ett eget program 1986 och sedan 1999 står även utbildningsprogrammet ”Teknisk design” på egna ben.

Chalmers bedriver ledande forskning inom områden som morgondagens energisystem, snålare fordon och framtidens digitala fabrik. Här finns starka forskningsmiljöer inom energi, material, produktion och transport. Inom fordonsteknik växer forskningen inom elektrifiering och hybridteknik.

Tillsammans med industriforskningsinstitutet Rise driver Chalmers världens första fullskaliga testanläggning för trafiksäkerhet, Asta Zero.

INNOVATIONER

EINRIDE

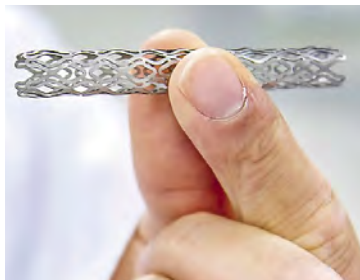
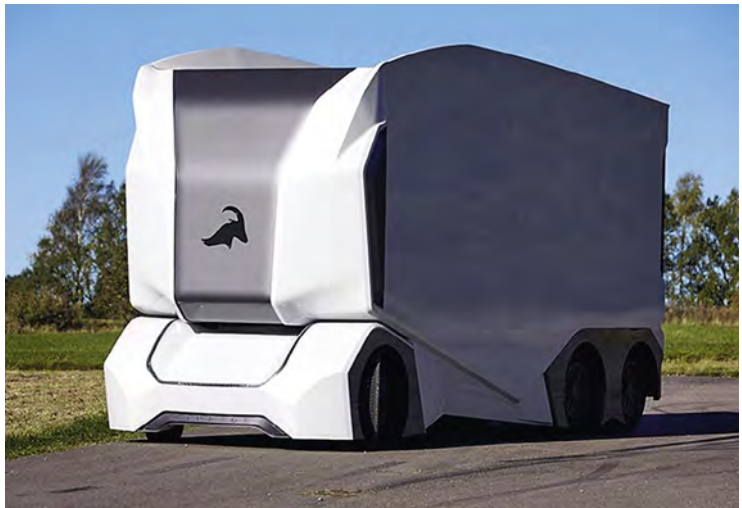
Robert Falck,
examen 2009.
Grundare och vd för företaget Einride som utvecklar en självkörande, eldriven lastbil för hållbara transporter.

STENTEN

Hans Wallstén
examen 1950.
Ett självexpanderande cylindriskt metallnät som förhindrar kärlstopp vid bypass-operationer. Första operationen genomfördes 1986.

STÅSTAPLAREN

Knut Jacobsson,
examen 1954.
Grundade 1958 av truckföretaget Elitmaskiner som senare döptes om till Atlet. Uppfann ståstaplaren, en ny typ av truck som kunde användas i smalare gångar med oförändrad lyftkapacitet.



LENA OLVING
vd Mycronic

»Maskin öppnar för nyfikenhet och nytänkande«

Hur blev du civilingenjör?

– Min äldre bror läste till civilingenjör och pappa var rektor på Chalmers. Men trots att jag sprungit i korridorerna sedan barnsben var det aldrig självklart att jag skulle läsa teknik. Som liten var jag ett ”idrottsfreak” och ville bli golfproffs, men under gymnasiet ändrade jag mig och sökte till Chalmers.

Varför blev det just maskin?

– Jag gick igenom alla linjerna som fanns på den tiden och de föll bort en efter en. Till slut var det bara maskin kvar. Det visade sig vara ett väldigt bra beslut för det är en bred utbildning med otroligt många valmöjligheter och möjliga karriärvägar. Den öppnar också för nyfikenhet och nytänkande.

Vilken nytta har du haft av utbildningen?

– Du tränas i metoder att ta sig an och lösa problem och blir bra på att läsa in mycket material på kort tid. Generellt är civilingenjörer ganska orädda och kan snabbt sätta sig in i nya teknikområden. Jag har själv gjort väldigt lappkast i min karriär, men alltid haft en inre trygghet när det gäller att lösa problem och inte varit rädd för att ge mig in i nya branscher.



Vilka råd ger du till en nyutexaminerad maskingenjör?

– Att våga förmedla all den nya kunskap som du som ung ingenjör har med dig i bagaget till oss gamla rävar. Samtidigt är det viktigt att våga fråga om det du inte kan. I skolan finns det ofta bara ett rätt svar, men så är det inte i näringslivet. **G**

VÄGEN TILL TOPPJOBET

ÅLDER: 62 år.

UTBILDNING: Civilingenjör, maskinteknik, Chalmers tekniska högskola, examensår 1981.

KARRIÄR: Flera chefspositioner inom Volvo Personvagnar AB, bland annat vd för verksamheten i Asien och sju år i koncernledningen. Från december 2008 vice vd och operativ chef för försvarskoncernen Saab AB. Sedan 2013 vd för Mycronic AB.

ÖVRIGT: Utsågs 2010 av Veckans Affärer till Sveriges mäktigaste kvinna i näringslivet. Sommarpratare 2010. IVA-ledamot.



JONAS LANTZ

Arbete: Forskar i strömningsmekanik i gränslandet mellan medicin och teknik. Undervisar studenter på maskinprogrammet.

Ålder: 36 år.

Utbildning: civilingenjör i maskinteknik Linköpings universitet. Doktorsexamen i mekanisk värmeteori och strömningslära.

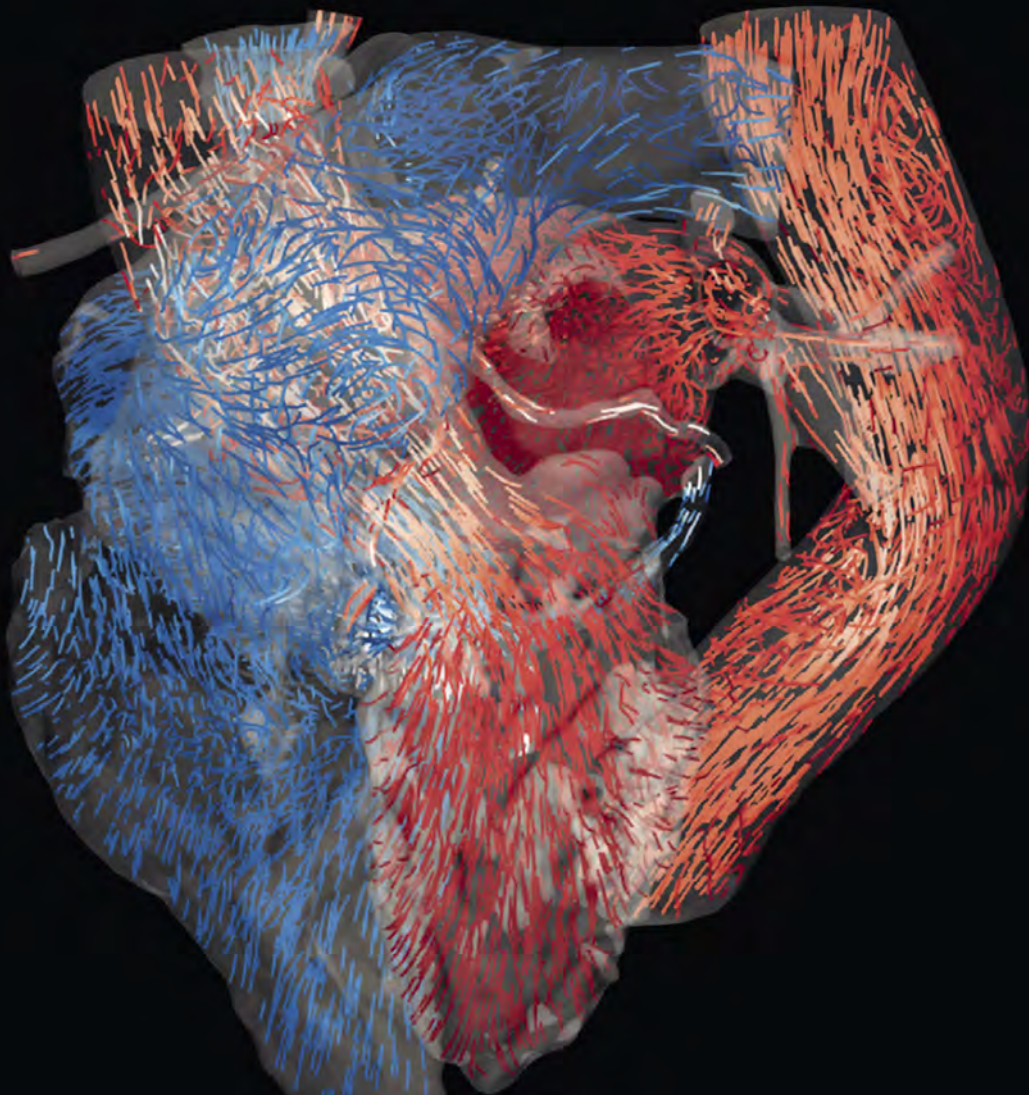
Examensår: 2007 (civilingenjör), 2013 (doktorsexamen).

Övrigt: Upptäckte av en slump supraledande egenskaper hos en ny metallegering under exjobbet på Cern. Det visade sig dock att fenomenet kan uppstå vid 1,9 °K.

HAN RÄKNAR FRAM FRISKARE HJÄRTAN

Forskaren **Jonas Lantz** tittar på människor i stället för maskiner. Han räknar på blodflödet i hjärtat med samma ekvationer som används för luftflöden runt bilar och flygplan.

Den matematiken hjälper hjärtkirurgen hitta en optimal placering för en mekanisk klaff.



Flödessimuleringar visar blodflödet i hjärtat hos en specifik patient. Simuleringarna baseras på datortomografibilder av hjärtats form och muskler.

Omkring 1 400 patienter i Sverige får varje år en mekanisk hjärtklaff. I de allra flesta fall mår patienten mycket bättre efter operationen. Men ibland tillstöter komplikationer. I värsta fall måste ingreppet göras om.

En grupp forskare vid Linköpings universitet försöker nu med simuleringar före operationen hitta det optimala stället att placera klaffen. Eftersom alla hjärtan är unika i funktion, storlek och utseende, bör det också finnas en placering som är unik och ger bästa möjliga resultat. Den kan också minska risken att det bildas blodproppar vid den nya klaffen, något som man i dag måste medicinera mot.

– Vi testar att sätta in olika slags klaffar virtuellt på flera sätt för att se hur de olika valen påverkar blodflödet, berättar Jonas Lantz.

Han är maskiningenjör och har en nyckelroll i forskargruppen, som hämtar metoder från maskintekniken. Modellerna de använder för att simulera flöden i mänskliga blodkärl och

hjärtan är samma som används för att räkna på strömningar inom flyg- eller fordonsindustrin. Forskarna utgår från högupplösta datortomografibilder av patientens hjärta för att räkna ut vad som skulle vara en optimal placering för klaffen.

Linköpingsforskarna har själva utvecklat tekniken att simulera flöden i hjärtat. Mäter man med magnetkamera får man en bild av hela bröstkorgen med detaljrik och exakt information om blodets flöde och hastighet, som kan användas för att ställa diagnos. Men magnetkamera finns bara på större sjukhus. Undersökningen är dessutom både dyr och tidskrävande, och kan dessutom upplevas som obehaglig. Den kan inte heller göras på patienter som har metall i kroppen, till exempel pacemaker.

Därför är det bättre om man i stället kan räkna fram resultaten utifrån datortomografibilder. Undersökningen kan göras på nästan alla sjukhus i landet och tar inte mer än 10 – 15 sekunder.

– Datortomografibilderna visar inte hur blodet strömmar. Men vi ser hjärtats form och muskler och kan baserat på bilderna simulera hur hjärtat fungerar hos en enskild individ, säger Jonas Lantz.

Beräkningarna måste förstås ge samma resultat som undersökning med magnetkamera för att kunna ersätta kameran. Och det har Jonas Lantz och hans kolleger nyligen visat. Forskarna jämförde resultat från datortomografi- och magnetkameraundersökningar av tolv patienter, som hade undersökts med båda metoderna.

– Nu vi vet att vi räknar rätt.

Det dröjer dock innan metoden kan användas på vanliga sjukhus. Beräkningarna kräver extremt mycket datorkraft och görs i dag på nationellt superdatorcentrum i Linköping. Det tar tio timmar att få fram resultat från ett enda hjärtslag.

Jonas Lantz är en av få svenskar i den 13 personer stora forskargruppen vid institutionen för medicin och hälsa. Och han var tills helt nyligen den enda maskiningenjören. Hans bidrag är att göra beräkningar, flödesmätningar och modellering. Maskinkunskaperna är viktiga för att förstå strömningsläran och mekaniken hos hjärtklaffarna, säger han och visar fram en mekanisk klaff.

– Man måste förstå vad det är som öppnar och stänger klaffen. Hur dynamiken funkar, vilka krafter det är som verkar på den och vilka tryck som finns i kroppen.



Forskarna har med hjälp av simuleringar testat hur en mekanisk hjärtklaff optimalt ska placeras för att blodflödet ska bli så bra som möjligt efter operation. Bilden visar flödesmönster med den mekaniska hjärtklaffen placerad i olika positioner och orienteringar.

»Vi ser hjärtats form och muskler och kan baserat på bilderna simulera hur hjärtat fungerar hos en enskild individ.»

Beräkningsmodellen för ett hjärta är komplicerad att ställa upp, säger Jonas Lantz. Hjärtats rörelser är snabba och komplexa. Fyra klaffar öppnas och stängs synkroniserat. Samtidigt vidgas och komprimeras hjärtats fyra rum i ett enda slag.

– Allt sker på en sekund.

När han själv började läsa vid universitetet fanns inte tanken att han så småningom skulle hamna på en medicinsk fakultet. Nu undervisar han, parallellt med forskningen, blivande maskiningenjörer i samma ekvationer i strömningslära och aerodynamik som han använder i sin forskning på hjärtan.

– När jag började läsa maskin för 16 år sedan hade jag ingen aning om blodkärl och hur de funkar. Jag skulle läsa flyg- eller produktdesign och det blev design av hjärtklaff i stället. Men det säger också något om styrkan hos maskin. Ämnet är brett. Och det lockade mig, säger Jonas Lantz.

Han har aldrig tvivlat på att han skulle bli maskiningenjör. Han tyckte redan som liten under uppväxten i Gränge, en liten by i Ångermanland, att mekanik var kul. Och han gillade att räkna. Valet av teknisk gren på naturvetenskapsprogrammet, med inriktningen maskin, på gymnasiet föll sig naturligt.

Sedan gjorde han lumpen som flygmekaniker på F21 i Luleå och ville bli flygingenjör. Planen reviderades till maskinteknik med flygteknisk inriktning, en utbildning han visste fanns vid Linköpings universitet.

– Jag har alltid varit intresserad, av hur kroppar rör sig och hur saker och ting hänger ihop när de rör sig. Hur flygplan påverkas av luften, eller hur saker värms upp och kyls ner. Eller kanske mest strömningslära som handlar om hur vätskor och gaser rör sig. Den dynamiken lockade. Det är det som har drivit mig.

Efter fyra år i Linköping flyttade Jonas Lantz till Genève, för att göra examensarbete vid Cern. Det var i slutfasen av uppbygganden av partikelacceleratorn, några år innan man hittade Higgs-partikeln. Jonas Lantz räknade på hur den 27 kilometer långa acceleratorn skulle kylas effektivt. Temperaturen ska vara strax över absoluta nollpunkten och för att nå den kyler man med flytande helium.

– Exjobbet var en häftig upplevelse i en internationell miljö. Den gav mig smak för forskning. Men jag tappade flygspåret och blev mer inriktad på strömningslära och värmeöverföring, säger han.

När året gick mot sitt slut ringde professorn i strömningslära från universitetet i Linköping och erbjöd honom att komma tillbaka och doktorera. Projektet handlade om hur blod strömmar i stora kroppspulsådern. Han skulle göra beräkningar på de krafter som då uppstår på kärlväggen.

– Jag tyckte det var lite lockande med ett nytt alternativt sätt att använda maskiningjörstänket. Jag skulle titta på människor i stället för på maskiner, och tillämpa allt jag lärt mig om maskinteknik på människor.

I det här fallet handlade det om hur blodflödet ger en friktionskraft längs med blodkärlen.

– Vi kunde visa att det fanns ställen där friktionskraften var större eller varierade kraftigt under hjärtcykeln, och där man också oftare kunde se åderförkalkning (arterioskleros). En möjlig förklaring är att blodets strömmar sliter på kärlväggarna och påverkar uppkomsten.

Det är uppenbart att han trivs i gränslandet mellan medicin och maskinteknik.

– Kombinationen av olika fält är väldigt stimulerande. Det är lite bildbehandling, lite datavetenskap, ganska mycket mekanik och strömningslära och inte minst anatomi och fysiologi. Det är väldigt kul och det finns en stor frihet i att välja hur man ska göra när man vill lösa problem som ingen har löst förut.

Miljön i Linköping är speciell för en forskare inom medicinsk bildteknik. Här finns den senaste och bästa utrustningen, högklassig forskning inom området och flera avknoppade företag. Det finns inte många konkurrenter i världen på samma nivå.

– Vi är bland de bästa i världen. Vår artikel om datortomografimätningar fick ett väldigt stort genomslag eftersom vi kunde visa att vi räknar rätt. Många forskare har hört av sig. Andra har tagit upp våra resultat i olika internationella sammanhang för att visa på ett kommande fält, säger Jonas Lantz.

Fältet växer också utanför den akademiska världen. Nya företag växer fram. Ett exempel är det amerikanska bolaget Heartflow som på några år fått in en halv miljard dollar i riskkapital för sin metod att utifrån beräkningar på datortomografibilder avgöra om en patient behöver en bypassoperation eller inte.

– Företaget får in datortomografibilder från ett sjukhus någonstans i världen, gör beräkningar och skickar tillbaka uppgifter som avgör om en operation ska göras eller inte. De använder samma modeller som vi gör för att räkna ut tryckförhållande över en förträngning i kranskärlen, som förser hjärtat med blod. Men skillnaden är att vi här i Linköping kan räkna på hela hjärtat, säger Jonas Lantz. 🍀



Gustaf Dalén

Lysande karriär med massor av patent kröntes med Nobelpris

Gustaf Dalén är en av Sveriges mest betydande ingenjörer, bärare av ledamotsnummer 1 i Ingenjörsvetenskapsakademien. Han var på samma gång uppfinnare med mängder av patent, Nobelpristagare och ledare för ett världsföretag, till stor del grundat på hans egna innovationer.

Vid Flottsund, strax söder om Uppsala, just där Fyrisån mynnar ut i Mälaren, står en liten, vit fyr som markerar farleden med två ljusblixtar var sjätte sekund. Den byggnadsminnesmärkta fackverkskonstruktionen är en av de sista, fortfarande gasdrivna AGA-fyrarna, där ljuset styrs av den klippapparat Gustaf Dalén konstruerade i början av förra århundradet.

Numera, när var och varannan mobiltelefon har inbyggd gps och elektroniska navigatörer

ersätter sjökort på papper, har Flottsundsfyren knappt någon praktisk betydelse. Men för några decennier sedan lyste AGA-fyrar vid farleder över hela världen, tack vare en räkka avgörande uppfinningar av Dalén. Fyrarnas framgång förvandlade Aktiebolaget Gasaccumulator till storkoncernen AGA.

I slutet av 1904 fick det nybildade bolaget en förfrågan från Lotsverket: kunde man konstruera en apparat som fick en fyr med acetylen som bränsle att bara tändas i korta, regelbundna ljusblixtar? Det skulle dels spara bränsle, så att gasflaskorna räckte längre mellan bytena, dels göra det lättare att särskilja fyrarna. AB Gasaccumulator lämnade uppdraget till sin konsulterande ingenjör, Gustaf Dalén.

Dittills hade Daléns karriär präglats av mångsyssleri. På föräldragården i Stenstorp, belägen mellan Falköping och Skövde, hade han börjat odla grönsaker, öppnat fröhandel och startat en bigård samt ett mejeri. För att kunna kontrollera mjölkleveranserna hade han upfunnit en fettmätare, som byggde på centrifugering.

Historien påminner så långt om bakgrunden till flera andra svenska uppfinningar kring sekelskiftet, exempelvis Bahco-skiftnyckeln, fotogenköket och blåslampan. De har gjorts utifrån praktisk erfarenhet för att lösa omedelbara behov.

Men för Dalén blev fettmätaren en vändpunkt när han 1892 tog tåget till Stockholm, i hopp om att få sälja sin uppfinning till AB Separators grundare Gustaf de Laval. Det visade sig att denne redan konstruerat ett liknande instrument. Samtidigt uppmanade de Laval den nu 22-årige lantbrukaren, mejeriägaren och fröhandlaren att skaffa sig en ingenjörutbildning.

Samma år började Gustaf Dalén studera vid Chalmers. Efter fyra års studier i Göteborg hade han en ingenjörsexamen i maskinteknik som han byggde på med ett år vid Polytechnikum i Zürich, föregångaren till dagens prestigefyllda ETH. När han var klar 1887 var Dalén en av Sveriges mest välutbildade tekniker.

De närmaste åren präglades även de av mångsyssleri. Han anställdes vid AB de Lavals Ångturbin i två omgångar, startade ingenjörfirman Dalén & Celsing tillsammans med Henrik von Celsing, samt uppfann en mjölkmaskin som såldes under namnet Ymer. Samtidigt blev hans arbete allt mer inriktat mot acetylen, en gas som är högexplosiv. Sedan franska kemister upptäckt att



GUSTAF DALÉN

Född 1869. Död 1937.
Uppfinnare och företagsledare. Nobelpris i fysik 1912.
Ledamot nummer 1 av Ingenjörsvetenskapsakademien. Två fyrar i Östersjön, en svensk och en finländsk, bär namnet Gustaf Dalén. Båda blinkar ännu.

»När han var klar 1887 var Dalén en av Sveriges mest välutbildade tekniker.«

En lysboj lastas 1906 vid Stadsgårdskajen i Stockholm för transport till Montevideo i Uruguay.





Mitt i julbrådskan, den 17 december 1928, bjuder IVA på jubileumsfest. Det är på dagen 25 år sedan bröderna Wright gjorde sin historiska flygning vid Kitty Hawk. Bland militära dignitärer, flygare, vetenskapsmän sitter också Gustaf Dalén. I raden framför nobelpristagaren syns chefen för flygvapnet och längre in skymtar IVA:s grundare Axel F Enström som i sitt minnestal tecknade brödernas bragd.

acetylenet kunde lösas i aceton, och lagras under högt tryck som "dissousgas" i stålflaskor fyllda med en porös massa, hade gasen dock blivit lättare att hantera. Samtidigt rymde varje gasflaska mångfaldigt mer acetylen i form av dissousgas. Det gjorde acetylenet intressant för nya tillämpningar. 1902 var Gustaf Dalén först i Sverige med att demonstrera svetsning med acetylen och två år senare blev han konsulterande ingenjör vid AB Gasaccumulator.

1905 var Dalén klar med sin lösning av Lotsverkets uppdrag. I november lämnade han in patentansökan på klippapparaten, den första i hans rad av uppfinningar inom fyrområdet.

Klippapparaten byggde på en enkel princip. Gasflödet delades upp så att en minimal del gick till en liten, ständigt brinnande låga. Huvuddelen leddes i stället in till en dosa med ett fjäderbelastat membran kopplat till en utloppsventil. När gasen strömmade in i dosan höjdes membranet ända tills ventilen öppnades och släppte ut en gaspuff, som sedan tändes av brännarens evighetslåga. Varje puff gav ett kort, intensivt ljusblänk. Både varaktigheten på blänken och intervallet mellan dem kunde varieras. Om blänken varade 0,3 sekunder med tre sekunders intervall minskade klippapparaten gasförbrukningen med ungefär 85 procent,.

I början av 1906 anställde AGA Gustaf Dalén som överingenjör. Inom några få månader utvecklade han, tillsammans med företagets kemist Harry Sköldberg, en bättre massa för flaskor med dissousgas. "AGA-massan" var mer stabil och mindre känslig för stötar och slag än de tidigare.

Året därpå presenterade Dalén sin mest berömda uppfinning, solventilen, som fem



Spelfilmen om Gustaf Daléns dramatiska liv hade premiär 1954.

DALÉNS UPPFINNINGAR

1905 KLIPPAPPARATEN.
Sänker acetylenförbrukningen med cirka 85 procent.

1906 AGA-MASSAN.
Säkrare acetylenhantering.

1907 SOLVENTILEN.
Sänker gasförbrukningen ytterligare. Belönas med Nobelpriset i fysik.

1909 DALÉNBLANDARE.
Ger starkare ljus med hjälp av ett glödnät.

1915 LINSPENDELN.
Stabiliserar belysningen i lysbojar.

1916 GLÖDNÄTS-VÄXLAREN
Byter automatiskt ut förbrukade glödnät i fyrar med Dalénblandare och möjliggör obemannad drift.

1917 LINSROTATORN.
Ger koncentrerade, sväpande fyrsektorer, drivs av gastycket.

år senare belönades med Nobelpriset. Den gav i det närmaste ytterligare en halvering av gasförbrukningen, genom att släcka fyren under dygnets ljusa timmar. Hjärtat i solventilen var fyra metallstavar, en svart omgiven av tre blanka och förgyllda. Den svarta staven blev en aning varmare än de blanka när solen lyst och därmed utvidgade den sig också något mer. Skillnaden var extremt liten, men förstärktes av en hävstångsmekanism som i sin tur styrde gasventilen.

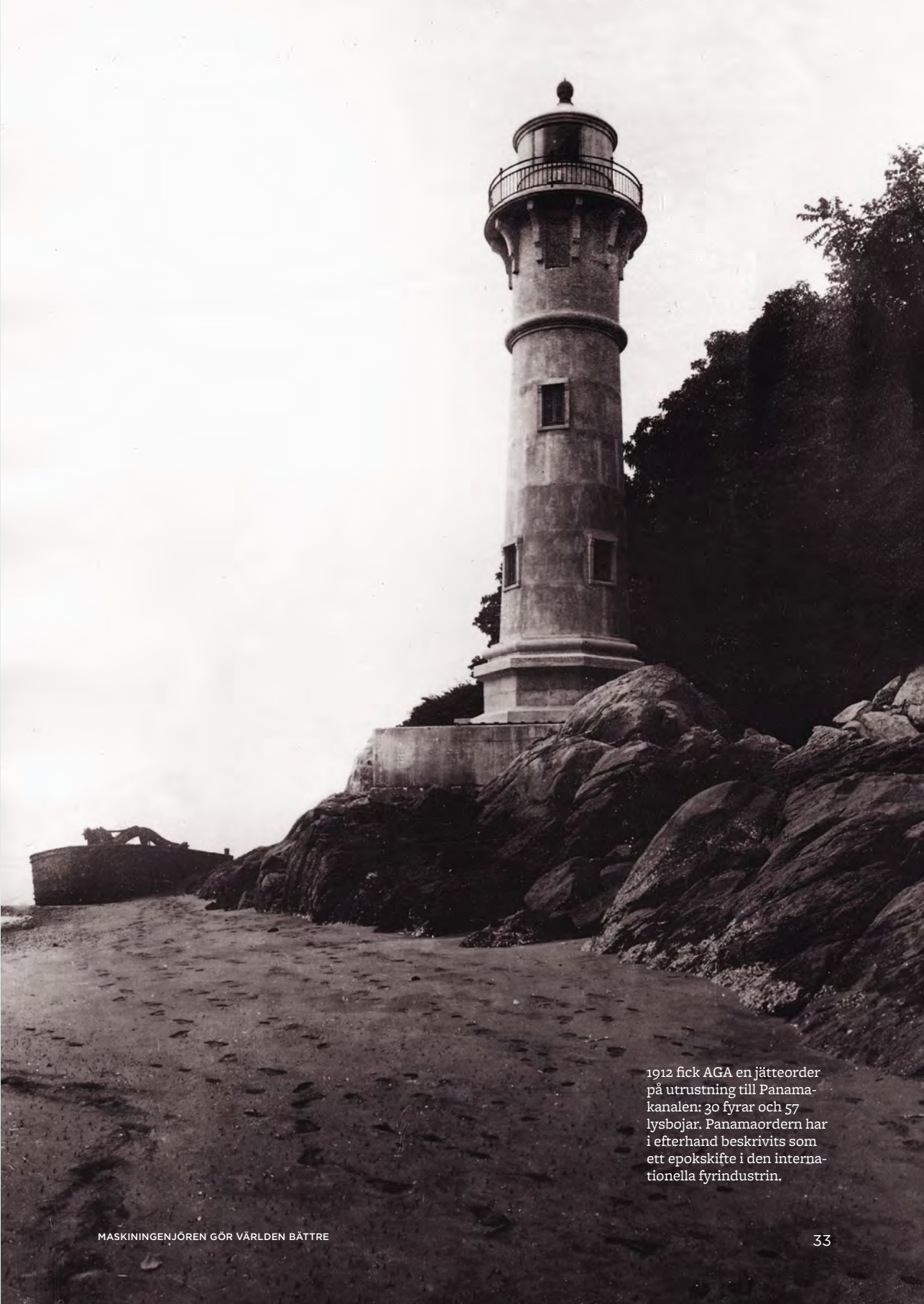
I ett brev till sin bror Gottfrid beskrev Gustaf Dalén hur han demonstrerat solventilen inför tyska patentgranskare genom dra för gardinerna i rummet, varvid fyrlyktan tändes.

Sommaren 1912 fick AGA sin dittills största order, 30 fyrar och nästan dubbelt så många lysbojar till den nyss färdigställda Panamakanalen. Ordern befäste AGA:s ställning som världens ledande fyrtillverkare. Men för Gustaf Dalén ledde den till en personlig tragedi.

Den 12 september bevakade han ett experiment som skulle försäkra att flaskorna med acetylen klarade de amerikanska säkerhetskraven, när de utsattes för höga temperaturer. Experimentet, där flaskor med dissousgas och olika fyllmassor hängdes upp över öppen eld, gjordes i ett stenbrott i Alby. Den femte flaskan uppträdde inte som förväntat. När den fått svalna en halvtimme gick Gustaf Dalén fram mot den "för att se om den fortfarande var varm, och just som jag kom intill behållaren, exploderade densamma" som han själv berättade i ett brev efter olyckan.

Han översköldes av den glödgheta massan och fick svåra brännskador i ansiktet och ögonen. Dalén överlevde, men hans syn gick inte att rädda, trots upprepade operationer utförda av brodern Gottfrid, en av Sveriges ledande ögonkirurger vid denna tid. Gustaf Dalén var fortfarande konvalescent och kunde inte närvara när han samma år belönades med Nobelpriset i fysik för solventilen.

Efter olyckan fortsatte Gustaf Dalén att leda AGA ända till sin död 1937. Under hans tid utvecklades AGA:s verksamhet till många nya områden som elektrisk fyrbelysning, svetsning, personbilstillverkning, radioteknik med mera. Trots att han då var blind gjorde Dalén under den perioden ytterligare uppfinningar inom fyrtekniken. **G**



1912 fick AGA en jätteorder på utrustning till Panamakanalen: 30 fyrar och 57 lysbojar. Panamaordern har i efterhand beskrivits som ett epokskifte i den internationella fyrindustrin.

MARIA HUTTUNEN

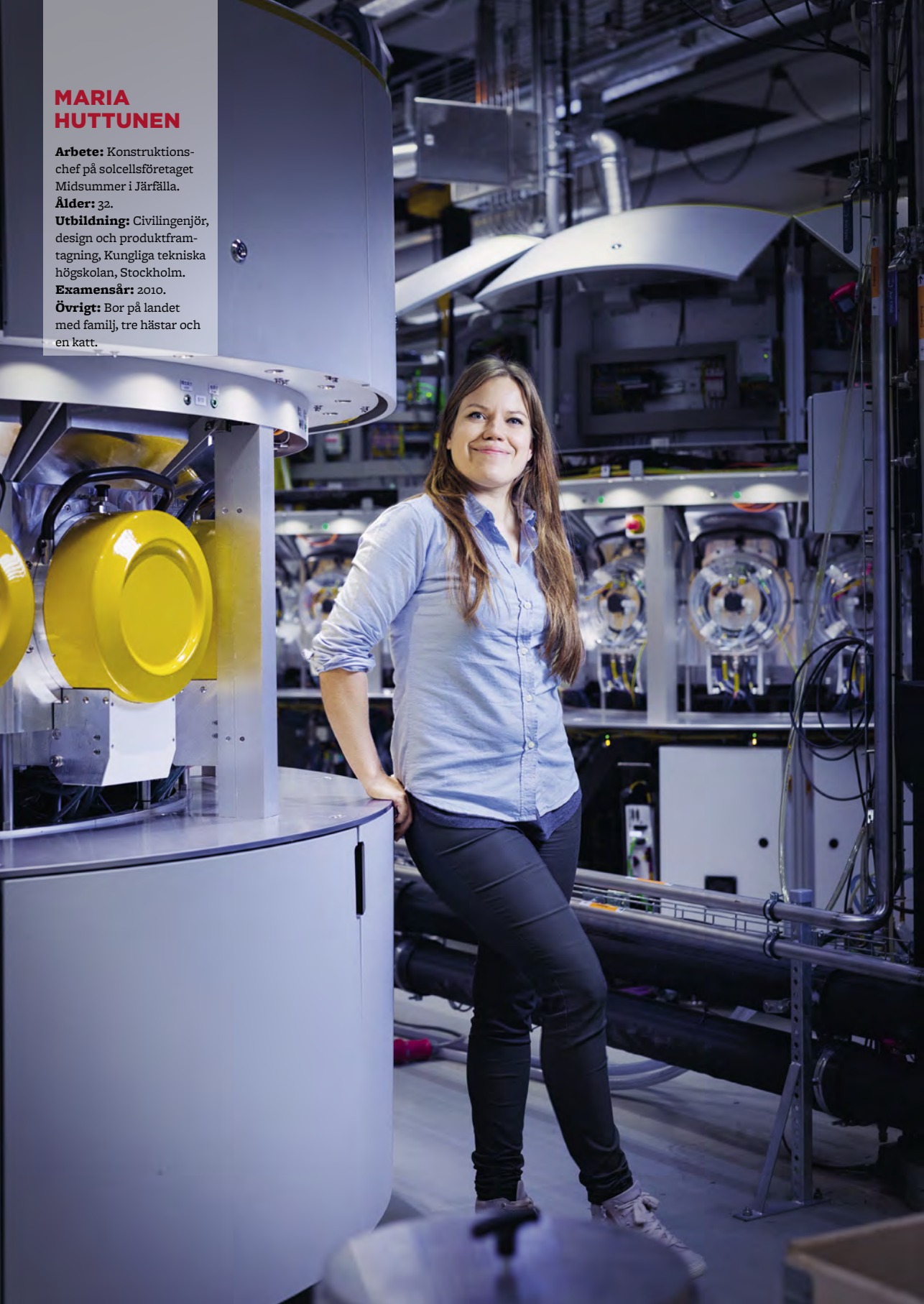
Arbete: Konstruktionschef på solcells företaget Midsummer i Järfälla.

Ålder: 32.

Utbildning: Civilingenjör, design och produktframtagning, Kungliga tekniska högskolan, Stockholm.

Examensår: 2010.

Övrigt: Bor på landet med familj, tre hästar och en katt.



HON SÄTTER SNURR PÅ SOLCELLSMASKINEN

Solen blir en allt viktigare energikälla. Midsummer är ett av få svenska företag som satsar på solceller. Som konstruktionschef har **Maria Huttunen** en nyckelroll.

Hon ansvarar för mer än 25 000 delar innanför det vita skalet på de splitter nya maskinerna som tillverkar solceller.



Midsummers solceller på Telez Arena i Stockholm.

Den runt formade maskinen med sina gula cirklar skulle kunna vara hämtad från Star Trek. I ena ändan plockar en robot in små plåtar av rostfritt stål. Ut kommer solceller.

– En var 18:e sekund, säger Maria Huttunen.

Hon håller ett vakande öga på den splitter nya maskinen som håller på att sluttestas. Som konstruktionschef ansvarar hon för att de mer än 25 000 delarna innanför det vita skalet fungerar som de ska – ett utmanande jobb.

– Det är mycket problemlösning. En liten förändring på fel ställe gör att processen inte fungerar som den ska, säger Maria Huttunen.

Vi befinner oss i monteringshallen i Midsummers fabrik i Järfälla utanför Stockholm. Företaget är ett av få i Sverige inom den snabbt växande solcellsbranschen. Här arbetar omkring 70 personer med att utveckla solceller och ett nytt sätt att tillverka dem.

Istället för kisel, som majoriteten av solcellerna som säljs i världen är tillverkade av, använder Midsummer ett tunt lager av koppar, indium, gallium och selen, CIGS som de

kallas i branschen. Och medan de flesta konkurrenter lägger det solfångande materialet på en skiva av glas har Midsummer valt en tunn plåt.

– Vi har hittat en bra nisch, säger Maria Huttunen och visar en av de färdiga solcellerna. Den är inte ens en millimeter tjock och går att böja och bända utan att den går sönder.

Den tunna plåten gör cellerna lätta vilket är en stor fördel. Runt om i världen finns massor av stora platta industritak som gjorda för solceller samtidigt som allt fler företag vill ha grön elproduktion. Problemet är att taken inte är byggda för att bära upp traditionella kiselceller med sina tunga ramar av glas och aluminium. De plåtbaserade solcellerna påverkar däremot inte takens bärlighet. Efter att de satts ihop till moduler och bakats in i ett plastlaminat är det bara att limma fast dem direkt på exempelvis ett stort, platt industritak.

– Det är väldigt robusta. Man kan till och med gå på dem, säger Maria Huttunen.

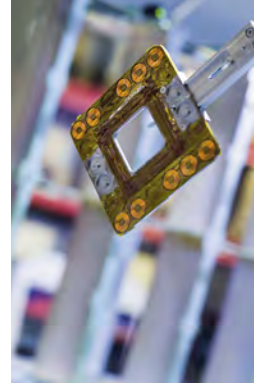
Installationen av nya solceller ökar snabbt runt om i världen, tack vare lägre priser. På många platser är solceller numera det billigaste sättet att bygga ut energiproduktionen. Enligt den internationella energiorganisationen IEA (International Energy Agency) kommer solceller att växa snabbast av alla förnybara energislag de närmaste fem åren.

Men trots att marknaden växer snabbt är konkurrensen hård, inte minst från Kina. Förutom de stora tillverkarna av kiselceller finns gott om uppstickare som erbjuder nya typer av solceller. Midsummer är inte den enda som satsar på CIGS. Bland konkurrenterna finns till exempel svenska Solibro som numera ägs av ett kinesiskt företag.

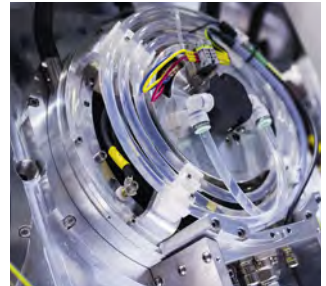
– Men medan många andra tillverkar sina solceller i jättestora rullar i maskiner som tar upp en hel hall så är vårt koncept enstyckstillverkning i kompakt format, säger Maria Huttunen och förklarar att grundarna fick idén från att ha arbetat med att tillverka CD- och DVD-skivor.

Därifrån hämtades även tillverkningsmetoden som kallas sputtring och som är ovanlig för tillverkning av solceller. Enkelt förklarat går det ut på att i vakuum ge ett bärarmaterial en dusch av atomer av ett visst ämne så att de bildar ett tunt lager.

I Midsummers fall är det de små plåtbitarna som bildar underlag för solcellen. De skickas in i de olika sputterkamrarna



En magnetisk gripper används för att flytta solcellerna i maskinen.



Sputterkällan kyls med hjälp av kylslangar.

»Medan många andra tillverkar sina solceller i jättestora rullar i maskiner som tar upp en hel hall så är vårt koncept enstyckstillverkning i kompakt format«

som döljer sig under maskinens gula cirklar. Förutom det solfångande CIGS-skiktet behövs olika isolerande och ledande lager, förklarar Maria Huttunen. Genom att ändra lite på sammansättningen går det att öka solcellens verkningsgrad så att mer av solljuset blir till elektrisk energi. Midsummers solceller har i dag en verkningsgrad kring 15 procent, vilket är några procentenheter lägre än de vanliga kisel-solcellerna.

– Men vi jobbar hela tiden på att göra receptet bättre.

För att slå loss atomerna från ursprungsmaterialet och skicka iväg dem till plåtbiten används en stark elektrisk spänning och olika processgaser. Det blir hiskeligt varmt och miljön är dessutom korrosiv.

– Kombinationen av att maskinen måste var väldigt tät samtidigt som det är väldigt höga temperaturer och rörliga delar är största utmaningarna, säger Maria Huttunen.

Som chef på ett litet företag har hon både stor frihet men också stort ansvar. Hon jobbar direkt mot vd och teknikchef men tar också många egna beslut.

– Arbetsuppgifterna är väldigt varierande. Men du vet alltid varför du gör en uppgift och när det måste vara klart.

En del av dagen tillbringar hon framför datorn med att svara på frågor från underleverantörer och rita nya delar eller göra förändringar. Till sin hjälp har hon konstruktörerna Daniel Hsiung och Furqan Mahmood som hon delar kontor med. De hjälps ofta åt och diskuterar sig fram till bästa lösningen på ett problem.

Hon driver också egna utvecklingsprojekt. Ute i monteringshallen stannar Maria Huttunen vid en stor cylinder med dubbla väggar i metall. Det är en del av maskinens innanmäte som ska kunna öppnas utan att bryta maskinens vakuum. På så sätt ska det gå snabbare att byta ut elektronik och andra delar.

Ett annat, betydligt större projekt går ut på att starta tillverkning av färdiga plåttak med inbyggda solceller. Taket ska gå att sätta ihop ungefär som ett klickgolv.

I takt med att företaget växer behöver de bli fler och Maria Huttunen är på jakt efter fler kollegor. Men det är svårt att hitta rätt personer. Det är många som rycker i duktiga ingenjörer.

– Hade yrket inte varit så anonymt hade kanske fler sökt.

Hon säger att hon själv knappt visste vad en ingenjör gjorde när hon började på civilingenjörsutbildningen efter att ha läst naturvetenskaplig linje på gymnasiet. Hade det inte varit för en faster som var lantmätare hade hon kanske aldrig hamnat på KTH.

– Hon inspirerade min storasyster att läsa till samhällsbyggnadsingenjör. Jag såg upp till henne och tyckte att det där med ingenjör, det verkade ju bra.

Att hon skulle bli maskinkonstruktör var inte heller självklart. Osäker på vilken typ av ingenjör hon ville bli valde hon en så kallad öppen ingång för att få veta mer om de olika inriktningarna. Det blev linjen för design och produktutveckling inom maskinsektionen.

– Det passar mig att jobba med något handfast som maskin och mekanik. Det är också intressant att skapa och utveckla nya saker.

Slumpen förde henne till Midsummer. Efter att ha kvitterat ut sitt examensbevis på våren 2010 skrev hon in sig på arbetsförmedlingen. Det dröjde inte länge innan hon blev uppringd och kom på intervju. När hon sedan erbjöds jobb som konstruktör tackade hon ja direkt.

– Jag sökte en massa tjänster så det var lite otippat, säger hon.

När hon började var det på ett företag i en annan situation än i dag. Antalet anställda var nere i ett 20-tal och bolaget höll på att resa sig efter några tuffa år i spåren av finanskrisen. Marknaden för solceller var prispressad, och ledningen hade tvingats byta strategi. Från att ha sålt solceller skulle företaget sälja sin egenutvecklade solcellsmaskin. Maria Huttunen kastades rakt in i utvecklingsarbetet. Grundkonstruktionen fanns på plats, men det var svårt i början, erkänner hon.

– Även om utbildningen gett en bra grund så var det mycket nytt att lära sig. Jag hade till exempel aldrig hört talas om sputtring.

Den första maskinen såldes 2014. Efter det har kurvorna bara pekat uppåt. Omsättningen för 2017 landade på 115 miljoner kronor och i somras noterades företaget på börsen.

På väggen i köket sitter en skärm som visar den aktuella börskursen. Maria Huttunen slänger en blick på den innan hon slår sig ner med en kaffe och en banan. Liksom många av de andra anställda är hon numera också delägare.

– Det är roligt att ha ytterligare ett incitament, men jag har alltid trott på det vi gör och har inga planer på att byta jobb. Jag fortsätter så länge som jag har kul.

Hon säger att det också känns bra att jobba med en produkt som kan hjälpa till att lösa problemet med framtidens elproduktion.

– Det är en stor fråga och det behövs många olika lösningar men i vissa situationer passar vår teknik bäst. 🍷



Tack vare sitt sammanhållna campus på Porsön några kilometer från centrum finns en stark social gemenskap i och utanför skolan.

Skarpa utmaningar ett signum i norr

Skandinaviens nordligaste tekniska universitet lockar med bostäder, skidåkning och – Sirius. Maskiningenjörernas avslutande projektarbete innebär många sena kvällar med skarpa industriproblem – och goda jobbmöjligheter.

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

Under 1960-talet ökade behovet av teknisk utbildning i norra Sverige för att förse skogs-, gruv- och stålindustrierna med ingenjörer. Dragkampen om var den nya högskolan skulle placeras vanns av Luleå och i juli 1971 slogs portarna upp.

Den första kullen civilingenjörer utexamineras 1974. Men redan året innan fick högskolan sina första professorer. 1997 blev högskolan universitet och bytte namn till Luleå tekniska universitet. Numera utbildas inte bara ingenjörer. Vid LTU kan man till exempel bli ekonom, lärare eller skådespelare. Totalt har universitetet omkring 15 000 studenter och 253 professorer.

ALUMNER



Jonas Gustavsson
Examen 1994.
Chefspositioner på
ABB och Sandvik.
Sedan 2017 vd och
koncernchef för
ingenjör- och kon-
sultföretaget ÅF.

Under större delen av sitt sista år jobbar maskinstudenterna i Luleå med skarpa utmaningar på uppdrag av industrin. Kursen, som kallas Sirius, är något av ett signum för maskin i Luleå.

– Företagen står på kö för att köra Sirius-projekt. Problemet för mig är att behöva säga nej till projektuppdrag säger Magnus Karlberg, utbildningsledare för civilingenjörsprogrammet i maskinteknik på Luleå tekniska universitetet, LTU.

Målet är att förbereda studenterna på arbetslivet. Projekten drivs därför på samma sätt som på ett företag vilket innebär att studenterna inte bara löser de tekniska problemen utan också lär sig att göra projektplaner och budget. Under de drygt 20 år som kursen funnits har den resulterat i många patent och produkter. Sirius-studenterna har till exempel utvecklat en självkörande dumper åt Volvo Construction Equipment, nya skärverktyg på



Under sitt avslutande projektarbete som löper över nästan ett helt läsår löser studenterna på maskin i Luleå problem i näringslivet. Tobias Eliasson (till vänster i bild), Victor Andersson, Tobias Wikström

och Måren Ingå Baer utvecklade en smart kran till en skogsmaskin. Tack vare förbättrad styrning är kranen mer lättmanövrerad vilket är ett första steg mot att den kan köras helt automatiskt.

uppdrag av Sandvik Coromant, nya drivlinelösningar till Scania och en helt autonom terrängfordonsplattform på åtta ton.

Projektet är också en dörröppnare till företagen och leder ofta till sommarjobb, examensarbeten och så småningom anställning.

– Det är ett bra sätt att lära känna varandra, säger Magnus Karlberg.

Att utbildningen skulle ha en nära koppling till industrins behov var något som den nya högskolan hade som mål redan vid starten 1971. Den växande industrin i norra Sverige hade svårt att rekrytera civilingenjörer och var i skriande behov av kompetens.

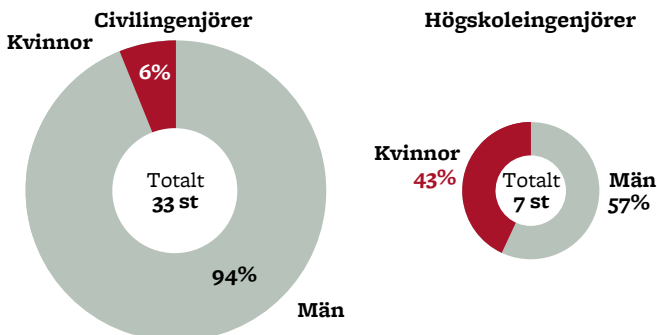
När högskolan i Luleå slog upp sina portar 1971 bestod den första årskullen av 50 studenter som alla läste till civilingenjör i maskinteknik. Att det blev just maskin beror på att det är en bred utbildning där studenterna kunde ta sig an uppgifter i många olika branscher.

Högskolan växte och fick sin universitetsstatus 1997. Från att bara ha ett program finns i dag en hel flora av ingenjörsutbildningar. Många av dem har sina rötter i maskinteknik. Det gäller till exempel industriell ekonomi, hållbar energiteknik och teknisk design.

I Luleå finns en vilja att testa nya program och nya vägar. LTU var först i landet med att erbjuda en öppen ingång till civilingenjörsutbildningen. Det innebär att studenterna läser matte och grundläggande teknikkurser under sitt första år på universitetet och väljer program först i tvåan. Varje år kommer drygt en handfull teknologer in på maskinutbildningen den här vägen.

Hösten 2018 tog LTU in 60 nya studenter på maskin. Vid universitetets campus i Skellefteå började samtidigt 14 studenter

EXAMINERADE I MASKINTEKNIK 2017



ALUMNER



Annika Stensson Trigell

Examen 1988.
Doktorsexamen 1994.
Vicerektor för forskning och professor i fordonsdynamik vid Kungliga tekniska högskolan.



Jan Ove Östensen

Examen 1989, doktorsexamen i maskinelement 1995.
Tidigare vd för Volvo Technology. Ansvarig för självkörande fordon på AB Volvo.



Ulf Jonsson

Examen 1992, doktorsexamen 1998.
Olika befattningar inom forskning och utveckling på den amerikanska industrikoncernen United Technologies, USA.

»Den viktigaste effekten av ingenjörsutbildningen i Luleå är utan tvekan att den genomsnittliga utbildningsnivån höjts i regionen.

Före starten 1971 kunde man nog räkna antalet civilingenjörer i Norrbotten på händernas fingrar.«

Rune Andersson, styrelseordförande Mellby Gård och förste anställd på Högskolan i Luleå där han var förvaltningschef 1971–1974.

INNOVATIONER

LÅTT OCH STARKT HÄRDAT STÅL

Göran Berglund, Mats Lindberg och Anders Sundgren utvecklade i företaget Accra rullformat borststål som ett lättare och starkare alternativ till aluminium i bilar krockskydd. I samarbete med LTU utvecklade företaget Hardtech i Luleå motsvarande teknik för presshärdning.

MILJÖVÄNLIGT SMÖRMEDEL

Yijun Shi, forskare vid avdelningen för maskinelement, som leds av professor Roland Larsson, har utvecklat det miljövänliga smörjmedlet Sustainalube som görs av restprodukter från bland annat etanoltillverkning. Hittills har det nya smörjmedlet främst använts för sågkedjor, men utveckling av till exempel hydraulvätskor pågår.

sin utbildning till högskoleingenjör. Teknologerna kommer från hela landet och i sin marknadsföring lockar LTU med snö och skidåkning. Andra fördelar är ett sammanhållet campus med studentbostäder på gångavstånd. Vid årsskiftet 2019/2020 ska närmare 200 nya studentlägenheter stå klara.

Nätverket av företagskontakter sträcker sig också över hela landet och inte bara till närliggande gruv-, stål- och skogsindustri. Alla de stora svenska verkstadsföretagen med företag som SKF, ABB och Volvo har band till maskin vid LTU.

Inom forskningen finns flera styrkeområden. Universitetet är till exempel framstående inom stål och kompositmaterial. Ett annat specialområde i Luleå är tribologi - det vill säga smörjning, nötning och friktion. Forskarna arbetar här nära företag som Scania, Volvo och SKF för att utveckla nya lösningar för att minska slitaget på såväl produktionsutrustning som fordon. Andra starka områden är energiteknik inklusive vattenkraft och biobränslen.



VICTORIA VAN CAMP**Teknik- och innovationschef, SKF****»Luleå lockade med stark industrikoppling«****Hur blev du ingenjör?**

– Ingen i min familj har läst på universitet så jag hade inga förebilder, men jag har alltid varit jättebra i matte och väldigt intresserad av konst och kalligrafi. Jag tänkte: att räkna och att rita – det är väl sådant som ingenjörer håller på med. Så det blev natur-teknik på gymnasiet och sedan maskin på högskolan.

Varför valde du att läsa i Luleå?

– Jag tilltalades av den starka kopplingen till industrin. Det var viktigt för mig att få lösa verkliga, praktiska problem, inte bara teoretiska. Att jag valde Luleå har jag inte ångrat en dag. I och med att alla bodde på campus blev det en väldig sammanhållning. Vi blev snabbt som en stor familj.

Vad fick dig att gå vidare och doktorera?

– Efter grundexamen fick jag jobberbjudanden, men jag behövde tid att fundera på vad jag ville så jag tog ryggsäcken och åkte till Kina, Indien och Thailand. Jag kom fram till att det inte räckte att vara ganska bra på mycket. Jag ville bli riktigt bra på en sak. Som kvinna inom teknik ville jag ha tyngden av en doktorexamen.

Försöker du inspirera tjejer att välja teknik?

– Ja, på gymnasiet blev jag inspirerad av en kvinna med långa gröna naglar som kom och berättade om sin utbildning till ingenjör. Jag var sedan själv mycket ute på högstadier och gymnasier för att visa att teknik är roligt. Med den position jag har i dag ser jag till att anställa kompetenta kvinnor, och jag har betydligt fler kvinnliga chefer i min organisation än vad mina manliga kollegor har. **G**

VÄGEN TILL TOPPJOBDET**ÅLDER:** 52 år.**UTBILDNING:** Civilingenjör, maskinteknik, examensår 1990 samt doktor i maskinelement, examensår 1996, Luleå tekniska universitet.**KARRIÄR:** Flera chefspositioner inom SKF. Medlem i koncernledningen sedan 2016.**ÖVRIGT:** Sitter i styrelsen för skogsindustrikoncernen Billerud Korsnäs samt Amexci som utvecklar teknik för additiv tillverkning. IVA-ledamot.

MARCUS CARLSSON

Arbete: Konstruktionschef på elmotorcykelföretaget Cake o Emission AB i Stockholm.

Ålder: 44.

Utbildning: Civilingenjör, maskinteknik, Kungliga tekniska högskolan, sista året industridesign på Politecnico di Milano.

Examensår: 2000.

Övrigt: Bygger om och kustomiserar sportmotorcyklar på fritiden.



HAN RITAR OM EN HEL BRANSCH

Tänk mullrande
motorer och blän-
kande avgasrör. Tänk
istället att du glider
fram ljudlöst utan
utsläpp. **Marcus
Carlssons** elhoj ska
rita om motorcykel-
branschen.

Motorcykeln är utformad för att klara balansen
mellan att ge bra grepp utan att riva sönder naturen.



Lätt, tyst och utan avgasrör. Cakes elmotorcykel är gjord för att glida ut i terrängen.

Det nystartade företaget Cake har sin verkstad i bottenvåningen på ett vanligt bostadshus på Södermalm i Stockholm. Det första som möter besökaren innanför dörren är en motorcykel som inte liknar någon annan. Istället för motor har den en grå låda under sadeln. Med sina enkla linjer och utan färgglada kåpor kan den tas för en överdimensionerad mountainbike.

– Vi har inte härmat andra motorcyklar utan designat en produkt som råkar ha två hjul, säger konstruktionschefen Marcus Carlsson.

Han är van att den som ser motorcykeln för första gången tycker att den ser märklig ut. Förklaringen till den udda designen är att den är byggd och anpassad från grunden för att drivas med el.

– Gashandtaget, kedjan och bromsarna är standard, annars är allt specialutvecklat, till och med däcken, säger Marcus Carlsson. Han visar att de är bredare än cykeldäck, men mindre och lättare än vanliga motocrossdäck. Mönstret är utformat för att klara balansen mellan att ge bra grepp utan att riva sönder naturen.

För det är i terrängen som den eldrivna motorcykeln är tänkt att användas i första hand. På företagets hemsida susar två motorcyklar fram på smala skogsstigar och längs branta gotländska klippor i solnedgången. Tack vare att de går på el varken vrålar de som vanliga motorcyklar eller släpper ut några avgaser.

En annan sak som skiljer Cakes motorcyklar från bensindrivna är att de saknar växlar. Det enda föraren behöver tänka på är att gasa och bromsa vilket gör dem lätta att köra. Företaget ska locka nya grupper att grensla sadeln, naturintresserade som gillar fart och som i dag åker skidor, snowboard, seglar eller kör mountainbike.

En av målgrupperna är tjejer.

– Det är häftigt att se hur en tjej, som aldrig suttit på en motorcykel, kan göra rätt coola grejer efter tio minuter. Det hade aldrig funkad på en vanlig motocross, säger Marcus Carlsson.

Att utmana branschen med en helt ny typ av motorcykel beskriver Marcus Carlsson som ett ”drömjobb”. Redan som 11-åring skruvade han isär sin första moped och ”snälla föräldrar” lät honom köra motocross.

När han skulle välja utbildning blev det maskiningenjörsprogrammet på Mälardalens högskola. Efter två år sökte han sig vidare till KTH där han tog civilingenjörsexamen i maskinteknik. Sista året läste han i Italien på Politecnico di Milano. Dit sökte han sig för att lära sig språket, men framför allt för att där fanns de kurser i industridesign som då inte fanns på KTH.

– Italien har alltid varit väldigt bra på fordonsdesign och jag ville gifta ihop det med produktutveckling och teknik.

De första 15 åren av sin ingenjörskarriär arbetade han dock utanför fordonsbranschen. Istället konstruerade han mobiltelefoner på Ericsson som sedan blev Sony Ericsson. Åren där beskriver han som en nyttig skola med tuffa krav och snabba modellbyten.

– Vi tog fram smarta mobiler långt innan Apple, och tre av de telefoner jag varit med att utveckla har varit med i James Bond-filmer.

Men vid sidan av jobbet är det motorcyklar som alltid varit hans stora intresse. På fritiden ägnar han sig åt att bygga om motorcyklar som han sedan säljer vidare.

– Att förändra, trimma, bygga om och sätta min egen stil på en motorcykel är en passion, säger Marcus Carlsson och klickar



Nästan alla delar till elmotorcykeln är specialbyggda, inklusive stötdämparna från Öhlins.

»Vi har inte härmat andra motorcyklar utan designat en produkt som råkar ha två hjul.«

fram en bild på ett av sina byggen på mobilen. Mest framträdande är ett luftintag på styret som ska likna det på en formel 1-bil.

Han hamnade på Cake efter att två före detta kollegor tipsat honom om jobbet från var sitt håll. Marcus Carlsson jobbade då som mekanikchef för en grupp på tolv personer som konstruerade skåp för mobiltelefonutrustning på Ericsson.

Efter några möten med Cakes grundare Stefan Ytterborn, som tidigare startat och sålt hjälm- och skydds företaget POC, bestämde han sig för att byta mobiljätten mot företaget på Söder.

– Jag trodde på idén. Fossila bränslen är på väg bort så detta är en framtidshoj, men att vi skulle få så mycket lovord som vi fått, det anade jag aldrig.

Han syftar på raden av designpriser som Cake fått sedan den första modellen lanserades på en friluftsmässa i USA i början av 2018. Mest stolt är han över att Cakes motorcykel ställts ut på Londons designmuseum.

Även försäljningen har hittills gått över förväntan. Den första provserien på 50 exemplar sålde slut på två och en halv vecka, trots en prislapp på 140 000 kronor. Nu förbereds serieproduktionen som enligt planen ska starta i början av 2019.

När Marcus Carlsson började på Cake för drygt två år sedan fanns dock motorcykeln bara på papper. Tillsammans med de övriga på företaget, framför allt Stefan Ytterborn och industridesigner David Gonzalez, började han skissa på det han kallar ”grovdesignen”. Det första viktiga beslutet var placeringen av elmotorn som först var tänkt att sitta i navet på det bakre hjulet.

– Men det hade gjort bakhjulet alldeles för tungt. Kör du off-road vill du ha lätta hjul som följer vägen och inte kommer som en hästspark i ryggen.

Motorn sitter nu istället i mitten av motorcykeln framför fotstöden. Ovanför motorn, i den grå lådan under sadeln, sitter batteriet som är av typen litiumjon. Fulladdat ska det räcka till ungefär två timmars körning.

Designen ville han hålla enkel och stram. Ramen är utformad som ett grått upp-och-nedvänt ”L”. När han ska beskriva körkänslan använder han ordet ”lätthet”. Med batteri väger motorcykeln omkring 70 kilo och är byggd för att vara lättmanövrerad så att den kan ta sig fram säkert i kurvor och i snäva situationer.

– Samtidigt har den ett bra klipp eftersom elmotorn ger enormt vrid från första millimetern på gasreglaget, säger Marcus Carlsson.

Han har själv förvånats över vad motorcykeln klarar med proffs bakom styret.

– Vi lät SM-mästaren i enduro prova vår hoj och som konstruktör blev jag nästan tårögd när jag såg det jag varit med om att skapa göra hopp på tolv meter.

Något som däremot saknas är skärm och koppling till en massa smarta appar och funktioner.

– Där skiljer vi oss från till exempel Tesla. Vi har fokus på körupplevelsen och att komma ut och njuta av naturen.

Reglagen består av två, silverfärgade vred på styret där föraren kan välja mellan tre olika

körlägen: långsamt, medel och snabbt. Det andra vredet bestämmer hur mycket motorn ska bromsa. Några lampor visar laddnivån i batteriet.

Intervjun får avbrytas en stund när en budbil dyker upp med delar till motorcyklarna. Marcus Carlsson förklarar att han själv är med och bygger de första 50 exemplaren tillsammans med en kollega. Totalt är de sålda till 15 olika länder. Dagen innan skeppade han två till USA. En vecka tidigare gick en till Italien och nästa ska till en köpare i Grekland.

Att själv montera ihop det han designat i datorn är nyttigt, menar han.

– Man får städa upp sin egen skit. Det är bästa läxan att lära sig. Något som ser häftigt ut i CAD-programmet kan visa sig omöjligt att montera.

Han kan känna en viss oro för att den nya generationen maskiningenjörer jobbar för mycket vid datorn och för lite praktiskt. Hans råd är att alltid följa med sin produkt genom hela kedjan fram till tester och prototypbygge.


När serieproduktion drar igång räcker inte längre verkstaden till, utan motorcyklarna kommer att monteras på fabrik av en partner i Landskrona. Samtidigt har Marcus Carlsson börjat skissa på nya framtida modeller som än så länge är hemliga.

Ett annat projekt går ut på att certifiera motorcyklarna så att de får köra på vanliga vägar. Så länge ett sådant godkännande saknas får de bara köras på inhägnat område i Sverige. För att få körtillstånd för vägtrafik behövs bland annat blinkers, lampor och registreringsskylt. Målet är att ha arbetet klart för Europa och USA under 2019. Ägarna kan då ta sin motorcykel till jobbet på vardagarna och glida ut i skogen på helgerna.

– Men vi kommer alltid att ha våra rötter i off-road så det kommer alltid vara en off-road mc som är på besök på gatan.

Cake trycker på sin miljöprofil och samarbetar med ett solenergiföretag så att kunderna kan köpa till ett solcellspaket för att ladda sina motorcyklar med förnybar el. Planer finns också på att återanvända uttjänta batterier för energilagring.

Frågan är dock hur miljövänligt det är att köra motorcykel i naturen. Är det inte bättre att vandra eller cykla?

– Vi säger inte att vårt fordon är lösningen. Det ska vara ett roligt friluftssredskap med nollutsläpp. Samtidigt vill vi ta miljöansvar inom fordonsindustrin till en ny nivå. Det skulle kunna vara en katalysator för att få större tillverkare att gå i samma riktning, säger Marcus Carlsson. 



MARIE CARLMAN

Arbete: tekniskt ansvarig för utveckling av steriliserings- och fyllningsdelarna i fyllmaskinerna.

Ålder: 41.

Utbildning: maskiningenjör Lunds tekniska högskola.

Examensår: 2002.

Övrigt: Gillar norra Italien. Har ett tätt jobbsamarbete med ett företag i regionen och semesterar där sedan 17 år.

CHRISTINA JUHLIN

Arbete: leder ett team som löser tekniska problem som kräver att maskindelar eller förpackningsdesign utvecklas eller förändras.

Ålder: 45.

Utbildning: maskiningenjör Lunds tekniska högskola.

Examensår: 1998.

Övrigt: älskar Excel. Använder det till... allt.

**Marie Carlman
och Christina Juhlin**
rycker ut när
mejerikunderna får
problem med Tetra
Paks maskiner. Teamen
jobbar snabbbrörligt
och agilt i många
projekt samtidigt.

Resultatet är ständiga förbättringar – och minskat
svinn i mejerierna.



Uppåt 14 000 mjölkförpackningar i timmen kan fyllas i en maskin på mejeriet. Tetra Pak i Lund utvecklar maskiner och förpackningar som säljs över hela världen.

Tetra Paks kunder är mejerier. De fyller mjölk, yoghurt, fil och andra produkter i förpackningar med maskiner från Tetra Pak. Ofta används samma maskin för olika varor. Yoghurt med smak av jordgubbar kan följas av en variant med smak av vanilj. Varje gång mejeriet byter produkt måste maskinen diskas och köras ren för att få bort alla rester från den föregående körningen. Det får inte finnas kvar något som kan ge smak eller utlösa en allergisk reaktion.

Det innebär att mejeriet vid varje produktbyte måste hälla ut upp till 200 liter av exempelvis yoghurt. På ett år blir det väldigt mycket mat som slängs. Och det blir dessutom dyrt. Ett mejeri vände sig därför till Tetra Pak för att få hjälp.

Christina Juhlin är maskiningenjör och ansvarig för ett team som hanterar problem som kräver att man utvecklar maskinerna. De fick uppdraget att minska svinnet. Lösningen var att bygga ut maskinen med en doseringsutrustning, efter en bufferttank i slutet av linjen. Där sätts nu smaken till. Tidigare fanns den med i yoghurten redan från början.

Förändringen har gjort att det nu är en mycket mindre del av maskinen som måste sköljas ren, jämfört med tidigare.

– Skillnaden i spill är stor. I dag har det minskat till tio liter vid varje byte, säger Christina Juhlin.

Bakom vad som kan se ut som en enkel lösning ligger ett omfattande jobb. Det handlar först och främst om att förstå vad som är grundproblemet. Sedan om att klura ut vilka tester som måste göras i jakten på en lösning. Det är till exempel viktigt att en förändring inte påverkar maskinen på ett annat ställe, eller får andra oönskade effekter. Ska exempelvis smak tillsätts på ett nytt ställe får det inte påverka trycket i maskinen.

Det krävs också att man tidigt involverar den person som har ansvar för den del av maskinen där förändringarna ska göras. I det här fallet är det Marie Carlman. Hon är tekniskt ansvarig för maskindelarna där förpackningarna fylls och steriliseras. Också hon är maskiningenjör.

– Om det visar sig att vi behöver göra en förändring, byta material eller ändra funktion diskuterar jag med Marie som fungerar som ett bollplank, säger Christina Juhlin.

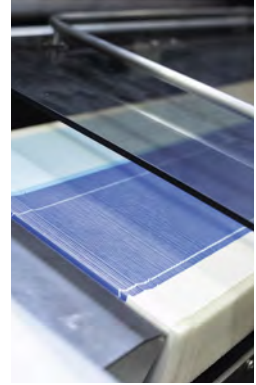
De går igenom den nya designen tillsammans.

– Sedan godkänner jag teamets jobb och säkerställer att åtgärden har gett de önskade effekterna och att inget annat har påverkats, säger Marie Carlman.

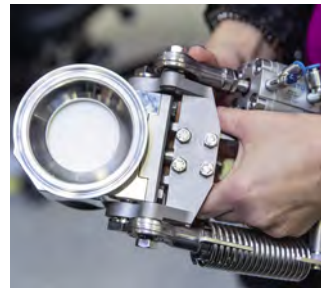
Just nu jobbar de båda maskiningenjörerna med att lösa ett problem med trilskande kägelventiler. Ventilerna sitter på varje maskin och öppnas och stängs när maskinerna fylls med produkter. De har använts i femton år utan problem. Men på senare tid har ventilkäglorna i flera maskiner gått sönder. Produkten rinner ut och maskinen geggat igen. Den stannar. Åter blir resultatet mycket svinn.

– Problemet är ännu inte löst, men vi försöker tillsammans med ventilleverantören hitta ett annat material, samtidigt som vi jobbar med simuleringar för att komma på en bättre design på ventilkäglorna, säger Christina Juhlin.

Hennes team försöker också hjälpa ett mejeri som har rapporterat att förpackningarna blir lite utbuktande. Det ställer till det när de ska transporteras. Förpackningarna ska vara rektangulära med raka sidor för att enkelt kunna staplas i tråg. Buktar de ut för mycket välter de dessutom lättare. Och i affären



Platta förpackningar åker in. De öppnas och formas till rektangulära behållare som fylls och försluts innan de lämnar maskinen.



Kägelventilerna sitter på varje maskin och öppnas och stängs när maskinerna fylls med produkter. Går de sönder rinner produkten ut och maskinen stannar. Resultatet blir mycket svinn.

»Det handlar inte om räkning längre. Jag räknar sällan mer än plus och minus.«

tror kunden att det är fel på produkten och köper den inte.

– Vi har letat efter grundorsaken till problemet längs hela kedjan genom maskinen. Det kan vara någonting i maskinen, i hanteringen, i förpackningsmaterialen eller i skruvkorken. Nu har vi en lösning, men den är inte färdigttestad ännu. Vi hoppas kunna testa den hos några kunder inom kort.

De båda ingenjörerna har stor nytta av utbildningen i sökandet efter roten till problemen i maskinerna.

– Jag använder utbildningen varje dag i allt jag gör. Mekaniken är viktig, hur saker fungerar rent praktiskt. Kunskaperna ger ett hum om något låter rimligt eller låter galet, säger Marie Carlman.

Christina Juhlin håller med.

– Den är nyckeln. Det handlar inte om räkning längre. Jag räknar sällan mer än plus och minus. Men jag har med mig det strukturerande tänket, felsökningen. Vad ligger bakom problemet? Vad gick fel? Med teknisk förståelse kan du lösa problemet, säger hon.

De har tagit lite olika vägar till sina nuvarande jobb. Christina Juhlin bestämde sig redan på gymnasiet för att bli ingenjör och att hon skulle läsa i Lund, men var osäker på vilken ingenjörsutbildning hon skulle välja. Så hon plockade fram kurskatalogen och gjorde en matris över de olika utbildningarna. Sedan betygsatte hon dem efter olika parametrar. Maskin fick högst.

– Utbildningen är lite bredare än de andra. Man behöver inte specialisera sig så tidigt. När jag sedan gjorde det läste jag produktionsteknik.

Första jobbet var på De Laval inom samma koncern som Tetra Pak, med logistik och som anropare i fabriken. Hon blev konstruktör. Och sedan tio år tillbaka jobbar hon på Tetra Pak.

Ungefär samtidigt som Juhlin slutade på tekniska högskolan började Marie Carlman på samma utbildning. Hon säger att hon halkade in där mest av en slump efter att hon läst tekniskt basår för att bli lärare. Efter utbildningen började hon jobba som konstruktör på nystartade företaget Bioett som utvecklade smarta etiketter för förpackningar. Därefter blev hon konstruktör på Arompak som senare köptes av Tetra Pak. Nu jobbar hon med alla team som utvecklar och arbetar med fyllnings- och steriliseringsdelarna av maskinen.

Tetra Pak är en av de största arbetsgivarna i Lund och det är många maskiningenjörer från Lunds tekniska högskola som hamnar där.

– Jag har flera kursare här, säger Marie Carlman.

– Jag träffade en senast på lunchen, säger Christina Juhlin.

De jobbar båda med takåsförpackningar. Det är de höga, rektangulära förpackningarna som mjölken vi köper i affären oftast säljs i. Förpackningen och maskinerna där den formas och fylls säljs över hela världen. Men det är i Lund som utvecklingen sker.

Här utvecklar man hela system med förpackningar, förpackningsmaterial och maskiner

som förpackningarna fylls i. Det är till exempel i Lund man har tagit fram en helt förnybar förpackning med skruvkork. Kartongen är gjord av cellulosa och skruvkorken av sockerrörsplast. En annan innovation är en konserverförpackning i kartong. Innehållet konserveras på samma sätt som i en burk av metall. Den fylls, förseglas för att slutligen kokas. Det betyder att materialet måste tåla kokning.

– Varje gång vi ändrar material och form så testar vi att det går att köra i maskinen. Förpackningen ska exempelvis gå att fylla utan att det skvätter i förseglingsytan, säger Marie Carlman.

Testerna görs på en maskin på anläggningen. Platta förpackningar åker in. De öppnas och formas till rektangulära behållare som fylls och försluts innan de lämnar maskinen. Uppåt 7 000 förpackningar i timmen kan fyllas på en maskin med en linje.

För snart tre år sedan organiserade man om utvecklingsavdelningen. Nu jobbar man i snabbrikliga agila team med flera olika projekt åt gången. De flesta handlar om problem på kundernas maskiner.

– Det gör det ännu roligare än tidigare. Jag jobbar med människor. Det är intressant att se hur man interagerar i teamet. Vi läste för lite om hur man leder folk under utbildningen. Det hade jag velat läsa mer av, säger Christina Juhlin.

Det är också det Marie Carlman saknade i utbildningen.

– Det hade jag inte alls med mig. Det hade jag velat ha i dag, säger hon. 🍀



KTH:s campus i centrala Stockholm är stort som Gamla Stan. Huvudbyggnaden är ritad av Erik Lallerstedt och stod färdig 1917.

Stor bredd på äldsta maskinutbildningen

Maskiningenjörer från KTH jobbar med allt från finansanalys till robotutveckling. Bredden och de internationella möjligheterna kännetecknar utbildningen. I Södertälje växer både utbildning och forskning kring hållbar produktion.

KUNGLIGA TEKNISKA HÖGSKOLAN

Sveriges största och äldsta tekniska högskola startade 1827 med rötter i "Mekaniska skolan" från 1798 där Christopher Polhems modeller användes i undervisningen. Sitt nuvarande namn fick högskolan 1877. Förutom vid sitt huvudcampus på Valhallavägen i Stockholm bedriver KTH utbildning och forskning i Solna, Södertälje, Flemingsberg och Kista. I Södertälje finns KTH:s högskoleingenjörsutbildningar.

KTH har drygt 13 000 studenter, 1 800 forskarstuderande och 296 professorer.

ALUMNER



Kai Wärn
Examen 1985.
Vd och koncern-
chef för Husqvarna
sedan 2013. Tidigare
bland annat vd för
Seco Tools.
Utsedd till årets
ledare 2017.

Hållbar utveckling, ljud och vibrationer eller varför inte matematik. Efter tredje året på maskin på KTH kommer teknologerna till ett brett dukat smörgåsbord och kan välja mellan 18 olika inriktningar. Vid sidan av de mer traditionella, som produktion och konstruktion, finns en civilingenjörsutbildning med inriktning mot matematik, något som är unikt för KTH.

– Med en ”mattemaster” blir studenterna duktiga beräkningsingenjörer som kan jobba i industrin, men många lockas också till andra branscher som finans, säger Martin Grimheden, programansvarig för civilingenjörsprogrammet i maskinteknik på KTH.

Förutom att ha det bredaste kursutbudet vill han också att programmet ska vara landets mest internationella. Studenter som



KTH har utbildat högskoleingenjörer i Södertälje i över 30 år men sedan några år tillbaka sker en kraftig expansion. Målet är att fördubbla antalet studenter från dagens 600 till 1200. Ny forskning byggs upp och flera nya utbildningar har startats. Sedan januari 2018 bedrivs verksamheten i nyrenoverade lokaler vägg i vägg med Södertälje Science park. Fokus för såväl

forskning som utbildning ligger på hållbar produktion och det finns ett nära samarbete med industrin i Södertälje med Scania och Astra Zeneca i spetsen. Här finns även KTH Leancentrum med uppdrag att sprida kunskap om effektiva produktionsflöden till såväl privata företag som offentlig sektor.

presterat bra under sitt första år kan söka till en internationell inriktning. Då läser de spanska, franska eller tyska på kvartsfart under andra året för att sedan plugga tredje året i Tyskland, Spanien, Frankrike eller Schweiz.

– Den som är beredd att läsa en eller två extra terminer kan dessutom få dubbla examina. Både svensk och utländsk, säger Martin Grimheden.

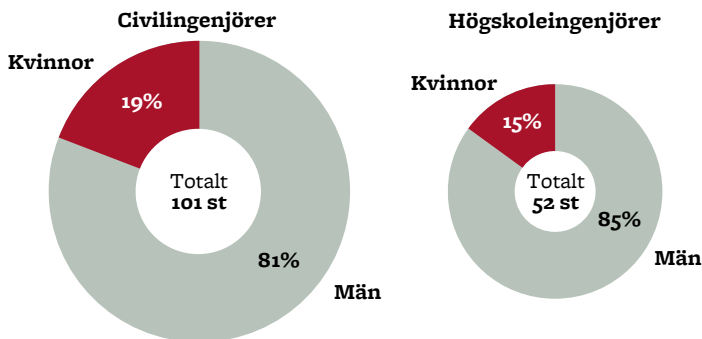
Utbildningen till maskiningenjör på KTH är landets äldsta ingenjörutbildning vars rötter sträcker sig tillbaka till Christopher Polhem ”den svenska mekanikens fader”. Numera tas omkring 160 nya studenter in på maskin årligen. Det hade varit betydligt fler om alla avknoppade program räknats med. Hit hör farkostteknik, industriell ekonomi och medieteknik. 2003 delades maskin i två när design och produktframtagning blev ett eget program. Därmed sjönk också andelen kvinnliga studenter på maskin. Hösten 2017 var närmare hälften av de nya studenterna på design och produktframtagning kvinnor medan andelen på maskin låg på 19 procent.

Skarpa industriprojekt är en viktig del av utbildningen och den stora bredden leder också till samarbete med många branscher och företag över hela landet. I regionen tillhör Scania de företag som rekryterat flitigt från maskin på KTH liksom de många konsultbolagen.

– Många väljer också att börja jobba på något av alla de nystartade teknikbolag som växer upp i Stockholm, säger Martin Grimheden.

På sitt växande campus i Södertälje utbildar KTH även högskoleingenjörer i maskinteknik. Sedan 2015 finns där också en civilingenjörutbildning i industriell teknik och hållbar utveckling.

EXAMINERADE I MASKINTEKNIK 2017



ALUMNER



Helene Biström

Examen 1993.
Ny chef för pappersdivisionen på Billerud Korsnäs. Tidigare vd för Infranord. Utsedd till årets mäktigaste affärskvinna 2008.



Anders Danielsson

Examen 1991.
Vd och koncernchef för Skanska. Har arbetat nästan 30 år inom byggjätten.



Margareta Norell Bergendahl

Examen 1976.
Professor i integrerad produktutveckling, KTH, styrelseledamot Mittuniversitet. Tidigare prorektor och vicerektor på KTH. Första kvinnliga ledamot i IVA:s avdelning för maskinteknik. Guldmedalj 2006.

»Forskning och utbildning är en framtidsfråga för Södertälje, men också för svensk exportindustri. Det är därför glädjande att se att kommun, näringsliv och utbildningsinstitutioner fortsätter satsningen på ingenjörsutbildningar i Södertälje.«

Boel Godner (s),
kommunstyrelsens
ordförande i Södertälje

INNOVATIONER

ROBOTHANDSKE

Jan Wikander, professor i mekatronik på KTH, är en av upphovsmännen till robohandsken som utvecklas av teknikföretaget Bioservo i Kista. Handsken förstärker greppet åt personer med nedsatt muskelstyrka.

SMART KNAPP

Maskiningenjören Amir Sharifat är en av tre medgrundare till KTH-företaget Shortcut Labs som utvecklat en smart knapp som kan ställas in för att styra allt från musik till lampor.

AMBULANSHJÄLP

En sändare i ambulansen varnar bilförare i närheten så de hinner styra undan. Varningsmeddelandet spelas upp i bilradion 10–15 sekunder innan ambulansen eller annat utryckningsfordon ska förbi. Bakom systemet står maskiningenjörerna Alex Hedberg och Mikael Erneberg.

Som landets största tekniska högskola har KTH stark forskning på maskinområdet. Mekatronik som förenar mekanik och elektronik är ett exempel, energiteknik ett annat och inför framtiden satsar KTH bland annat på additiv tillverkning med fokus på metall, men även trä. I Södertälje bygger KTH också upp produktionsforskning med nära koppling till industrin.

Inom grundutbildningen har hållbarhet länge varit ledordet men till det läggs nu jämställdhet. Sedan tre år arbetar ledningen för maskinprogrammet med att föra in frågor om jämställdhet och likabehandling i civilingenjörsutbildningen.

– En maskinare från KTH ska behandla folk lika, säga ifrån och fungera som förändringsagenter ute på företagen, säger Martin Grimheden.



HÅKAN SAMUELSSON

vd Volvo Cars

»Vill man ha helheten är maskinen bra väg att gå«

Vilken är bästa linjen om man vill ha jobb på Volvo Cars?

– Du ska välja maskinlinjen om du vill lära dig hur saker fungerar, är nyfiken och vill veta hur allt hänger ihop som system. Eftersom jag själv gått utbildningen så jag är lite bias.

– Utbildningen gav mig en nyfikenhet som följt mig hela livet. Så fort någon kommer och pratar om självkörande bilar, som är reglerteknik, då frågar jag: hur funkar det egentligen? Samma sak när vi pratar om sensorer: vad är det för sensorer och hur funkar de?

– Vi behöver ingenjörer som bygger upp system för självkörande bilar: vilken teknik och vilka sensorer ska de ha, vilken räckvidd ska de ha och vilka krav kommer kunderna att ställa.

– Det är svårare för en mjukvaruingenjör eller en specialiserad hårdvarukonstruktör att klara det. Det måste vara någon med systemkompetens.

– Sedan handlar det naturligtvis om personlig fallenhet. Om man tycker det är roligt att gå till botten, göra något helt färdigt och inte bryr sig om hur det fungerar i stort då ska man naturligtvis göra det i stället. Men om man vill ha den här helheten tror jag att maskinlinjen kan vara en bra väg.



Lyckas ni rekrytera ingenjörer med rätt kompetens till företaget?

– Ja, absolut. Men för att lyckas tror jag att man måste ha väldigt spännande projekt och utveckling på gång. Det är helt avgörande. **G**

VÄGEN TILL TOPPJOBET

ÅLDER: 67 år.

UTBILDNING: Civilingenjör maskinteknik, KTH.

KARRIÄR: Arbetet i fordonsindustrin inleddes på Scania i Södertälje. Under en 20-årsperiod hade Håkan Samuelsson flera olika befattningar huvudsakligen inom utveckling, produktion och inköp. I början av 1990-talet blev han chef för Scantias verksamhet i Brasilien och var stationerad i Sao Paulo. 1996 blev han vice koncernchef och teknisk direktör med ansvar för utveckling, inköp och produktion. År 2000 lämnade han Södertäljeföretaget för ett jobb som vd för lastbilstillverkaren MAN. 2005 blev han chef för hela industrikoncernen MAN i München. Håkan Samuelsson lämnade Tyskland 2010, valdes in i styrelsen för Volvo Car Group och blev vd för biltillverkaren 2012.

ÖVRIGT: Ledamot av IVA.

ROBERT KNIOLA

Arbete: Vd och medgrundare, 3d-skrivarföretaget Wematter i Linköping.

Ålder: 29.

Utbildning: Civilingenjör, maskinteknik med inriktning mot design och produktutveckling, Tekniska högskolan vid Linköpings universitet.

Examensår: 2012.

Övrigt: Har precis byggt nytt hus och tillverkat badrumsmöblerna med en 1,5 x 1,5 meter stor egenbyggd fräs.



Robert Kniola är övertygad om att 3d-skrivare är framtiden. Intresset är stort för hans skrivare. En typisk kund är ett mindre företag som inte har råd att utveckla dyra verktyg.

Hans vision är att 3d-skrivare ska vara som vilken kopiator som helst. Med tekniken blir företag mer innovativa och snabbfotade.



Kedjan utskriven i Wematters 3d-skrivare håller för 150 kilo.

Robert Kniola minns fortfarande känslan när han kunde plocka ut det första 3d-föremålet ur skrivaren han byggt själv hemma i köket. I handen höll han en vit plastbyst föreställande starwars-figuren Yoda.

– Det var helt sjukt. Jag hade byggt en maskin som kunde göra föremål, hemma på mitt köksbord.

Att 3d-skrivare var framtiden. Det var det inget snack om, tänkte han då.

Sex år senare leder han Wematter i Linköping. Företaget med ett 20-tal anställda utvecklar en betydligt mer avancerad 3d-skrivare än den hobbyvariant han skruvade ihop hemma vid köksbordet. Stor som ett kylskåp ska den stå hos tillverkande företag och skriva ut både prototyper och serietillverkade produkter i polyamid, en konstruktionsplast som är vanlig i industrin.

– Målet är att ersätta en del av de processer som i dag sker med fräsar och formverktyg, säger Robert Kniola.

Företaget håller till i lokaler som tidigare tillhört Ericsson i teknikparken Mjärdevi, granne med universitetet. På några hyllor står föremål som skrivits ut i 3d-skrivaren. Det är olika rör, lock och fästen men också en bit av en skadad ryggrad. 3d-modellen bygger på en

datortomografi av en verklig patient.

– Kirurgerna använder sådana modeller för att förbereda operationer, förklarar Robert Kniola.

Från taket hänger några vikter i en vit plastkedja. Tester visar att kedjan håller för 150 kilo, och den har använts i en reklamfilm på nätet för att demonstera hållfastheten. För att utskriften ska få de rätta egenskaperna använder Wematter en laser för att smälta plasten.

– Det finns inte så många andra små företag i världen som bygger så här avancerade 3d-skrivare, säger Robert Kniola och förklarar hur det hela går till.

Hjärtat i maskinen är en låda av metall. Därinne finns en arbetsyta som täcks med ett tunt lager finkornigt plastpulver. Lasern ritas sedan konturen av det som ska tillverkas från en datormodell. Värmen från lasern får plasten att smälta. När lasern är klar sänks arbetsytan, ett nytt lager pulver läggs ut och så fortsätter processen tills produkten är färdig.

Det överblivna pulvret sugs upp och återanvänds. Återvinningssystemet är en av de saker som skiljer Wematters 3d-skrivare från konkurrenternas. Genom att inget plastpulver läcker ut från maskinen är tanken att den ska kunna stå på ett vanligt kontor.

– **Visionen är att den ska vara** som vilken kopianator som helst, säger Robert Kniola och öppnar en lucka och visar att det bara är att skjuta in en ny patron med pulver när den gamla är slut, ungefär som att byta färgpatron i skrivaren.

Vi slår oss ner på hans kontor som han delar med en nyanställd personalansvarig. Vid sidan av skrivbordet står en eldriven skateboard som han byggt själv – så klart med hjälp av 3d-skrivaren. Han berättar att teknikintresset väcktes tidigt och hur han byggde en elcykel och massor av ”radiostyrda grejer”.

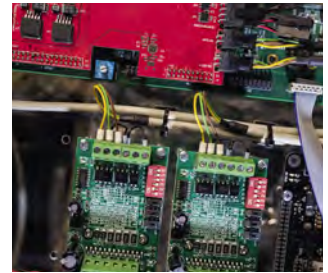
När det var dags att välja utbildning blev det maskinteknik. Han förklarar att han ville jobba med något som gick att ”hålla i”.

– Jag ville kunna peka på en högtalare eller någon annan produkt och säga till kompisarna att: ”det där har jag designat”. Den drivkraften har jag fortfarande.

Intresset för 3d-skrivare väcktes när han efter examen från Linköpings universitet fick jobb som plastkonstruktör på ett större verkstadsföretag. På fabriken fanns en 3d-skrivare som han såg till att gå varm med att skriva ut prototyper till nya produkter.



Robert Kniolas första 3d-utskrift.



3d-skrivaren innehåller mycket elektronik.

»Det var helt sjukt. Jag hade byggt en maskin som kunde göra föremål, hemma på mitt köksbord.«

Kvaliteten var dock inte den bästa. Inte ens när han beställde dyra specialutskrifter från andra 3d-företag höll plasten. Vid funktionstesterna sprack snäppfästena och lossnade. Robert Kniola insåg att det fanns ett behov av 3d-skrivare för industrin som skrev ut delar i plast som inte bara var snygga, utan också hållbara. Samtidigt var han sugen på att starta eget.

– Ären i industrin var väldigt lärorika, men det var också frustrerande. Jag kunde inte utnyttja min fulla potential. Varje gång jag föreslog förändringar fick jag höra att det inte var min sak.

Kompisen och maskiningenjören Henrik Lundgren var inne på samma tankar. Tillsammans hyrde de en billig källarlokal och satte igång att utveckla sin 3d-skrivare avsedd för industrin. Till en början var det med små resurser och vid sidan av de vanliga jobben. Den första lasern hittade de till exempel i en container utanför universitetet.

– Det var mycket ”trial and error” och många långa kvällar. När vi skulle ta emot vår första kund jobbade vi 18 timmar per dygn i två veckor, säger Robert Kniola.

Samtidigt rådde en enorm hajp kring 3d-skrivare. I media spåddes tekniken ta över hela den tillverkande industrin. De skulle stå i var mans hem och skriva ut prylar som beställts på internet. Massor av nystartade och etablerade företag - som it-jätten HP - kastade sig över tekniken.

– Men konkurrenterna hade inte vår industribakgrund. De fattade inte att de måste kunna tävla med konventionella metoder som formsprutning.

Efter tre år kunde Wematter visa upp de första produkterna med snäppfästen som inte gick sönder. För att få pengar till den fortsatta utvecklingen började företaget ta emot beställningar på 3d-utskrifter från andra företag.

En av utmaningarna är att utveckla de algoritmer som styr lasern.

– Kontroll över processen och temperaturen är en stor del av hemligheten för att få hög kvalitet på utskrifterna, förklarar Robert Kniola.

En annan del i utvecklingsarbetet handlar om att få fram nya typer av plastpulver. Polyamiden kan till exempel fås med glasfiberarmering och kan då ersätta aluminium visat tester som Wematter genomfört tillsammans med forskningsinstitutet Swerea IVF.

Men vägen fram till 3d-skrivarna som håller på att färdigställas när vi besöker Wematter har varit långt ifrån spikrak. Utvecklingen har tagit längre tid än vad Robert Kniola räknat med. En del av sin tid måste han ägna åt att få ihop pengar för att finansiera utvecklingsarbetet. Hittills har bolaget fått in omkring 30 miljoner i form av banklån, bidrag från innovationsmyndigheten Vinnova och riskkapital från ett antal affärsänglar.

Robert Kniola är i dag än mer övertygad om att 3d-skrivare är framtiden. Intresset är stort. En typisk kund är ett mindre företag som inte har tid och råd att utveckla dyra verktyg för att formgjuta sina plastdetaljer. En annan är företag med avancerade produkter som bara tillverkas i små serier. Men även flera stora industriföretag beställer komponenter för att testa tekniken.

På sikt vill Wematter inte bara tillverka 3d-utskrivna komponenter på uppdrag utan också hyra ut maskiner till kunderna. På så sätt har de alltid tillgång till en 3d-skrivare och kan utnyttja den för att utveckla nya produkter. 3d-skrivare gör företag mer innovativa och snabbfotade, menar Robert Kniola.

– Säg att du får en vild idé som du vill testa. På kvällen innan du går hem startar du 3d-skrivaren och på morgonen dagen efter kan du se hur det blev.

Tidsvinsten är en annan fördel. Att gå från datormodell till något som går att hålla i handen tar bara några timmar. Med traditionella tillverkningsmetoder kan det ta veckor. Designen blir också friare. I en 3d-skrivare är det lika enkelt att skriva ut komplicerade, snirkliga former som fyrkantiga. Genom en smartare design kan komponenter göras lättare och saker som tidigare bestod av många olika delar kan tillverkas i ett stycke.

Tekniken har även miljöfördelar. Tack vare att produkterna byggs upp lager för lager går det inte åt mer material än nödvändigt. För att minska sin miljöpåverkan använder Wematter en biobaserad plast. Men den allra största miljöbesparingen är att bara tillverka de produkter som behövs, där de behövs, menar Robert Kniola.

– Det stora slöseriet är att tillverka 100 000 fjärrkontroller som ligger på en hylla och sedan kasseras. Att då hålla på att optimera transporterna fram och tillbaka är en droppe i havet jämfört med att tillverka produkter som ingen vill ha.

I framtiden tror han att Wematters skrivare kan stå i butiker och skriva ut produkter som skräddarsys efter kundönskemål.

– Säg att du ska köpa nya slalompjäxor. I affären skannas din fot och sedan tillverkas de direkt i butiken – med vår skrivare. 



Campus Valla är universitetets äldsta och största campus med utbildning och forskning. Här finns bland annat de flesta civilingenjörsutbildningarna. Maskiningenjörerna läser i A-huset.

Linköping har jobbat på tvärsen i femtio år

I år fyller Linköpings maskinare femtio år.

Universitetet är känt för sitt tvärvetenskapliga arbetssätt. Det gäller också maskinprogrammet som är integrerat med andra civilingenjörsutbildningar. Högskoleingenjörer och civilingenjörer läser på samma campus och delar professorer, verkstäder och labb.

LINKÖPINGS UNIVERSITET

Linköpings universitet invigdes år 1975 och blev Sveriges sjätte universitet. De två stora städerna i Östergötland, Norrköping och Linköping, hade då jobbat i mer än tio år för att få en högre utbildning till länet. Den första som startades var en teknisk magisterutbildning. 1969 bildades en högskolenhet med teknik och medicin och året därpå slogs allt ihop till Linköpings högskola med teknisk, medicinsk och filosofisk fakultet.

I dag har den tekniska fakulteten omkring 6 400 helårsstudenter, 587 forskarstuderande och 141 professorer.

ALUMNER



Magnus Edin
Examen 1997.
Vd för bioraffinaderiet Sunpine som bland annat gör biodiesel av tallolja som är en restprodukt från massaindustrin.

2019 fyller maskiningjörsutbildningen vid Linköpings universitet 50 år. Utbildningen var en av de tre första civilingenjörsutbildningarna vid dåvarande Linköpings högskola.

Hösten 2018 började 120 studenter på programmet. Antalet förstahandssökande var 1,3 per plats.

– Unga människor söker till traditionella ämnen som maskinteknik också i en värld där man pratar mycket om digitalisering. Även utveckling av självkörande bilar behöver maskiningjörer. Det finns mycket maskinteknik och systemtänkande i en elbil i och med att många olika saker ska fungera tillsammans i komplexa produkter, inklusive mjukvara och hårdvara. Utbildningen är gedigen, säger Johan Ölvander, som är professor i konstruktionsteknik och ordförande i fakultetens nämnd för maskinteknik och design.

Det är nämnden som planerar, följer upp och utvärderar utbildningen. I den sitter förutom lärare och studenter också representanter för industrin i regionen, bland annat Saab,



Hydraulik- och mekatroniklabbet används flitigt av sistaårsstudenterna. Flygplansriggen i bakgrunden är stjärtpartiet av en Saab 2 000 Ironbird, som hamnade i labbet när planet slutade tillverkas. Riggen har sedan dess använts i laborationer för att testa hydrauliksys-

tem i flygplan. Nu ska den in i ett forskningsprojekt som nyligen dragit igång. Universitets forskare ska tillsammans med Saab undersöka hur de hydrauliska ställdon som kontrollerar styrytor som exempelvis fena och skevroder kan göras mer energieffektiva.

ABB, Toyota material handling, Husqvarna, Siemens och konsultbolaget WSP.

– Vi har nära samarbeten. Projektinslag och problemställningar i utbildningen hämtas från industrin. Forskare gör tillämpad forskning och har många kontakter. Dessutom har universitetet strategiska samarbeten med till exempel Saab, ABB, Tekniska verken och Väg och transportforskningsinstitutet.

Den teoretiska utbildningen varvas med praktik och laborationer. I verkstaden kan studenterna göra allt från enkla prototyper till precisionsdetaljer. Där finns en modellverkstad med 3d-skrivare och laserskärare, metallverkstad med datorstyrda maskiner och en träverkstad. Verkstaden har fem anställda.

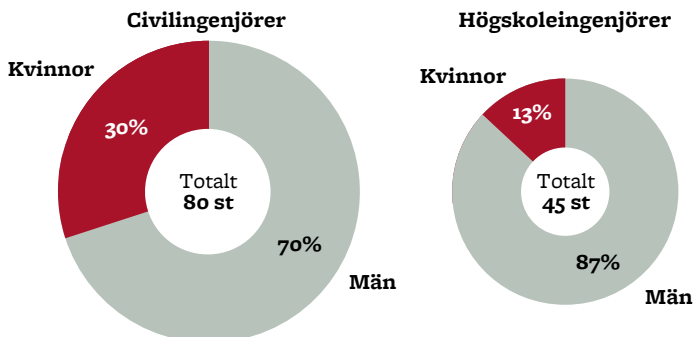
– Vi har hög bemanning vilket ger hög tillgänglighet. Vi tycker det är viktigt att kunna ge både teoretisk förståelse för grundläggande maskinteknik och att studenterna kan se hur det fungerar i praktiken.

Linköpings universitet kännetecknas av det tvärvetenskapliga arbetssättet. Det gäller också civilingenjörsutbildningarna, berättar Johan Ölvander.

– Maskiningenjörsutbildningen är integrerad med andra utbildningar runt omkring. De som läser specialiseringen mekatronik går med dem som läser teknisk fysik. Läser man logistik, produktionsledning, eller kvalitets- och verksamhetsutveckling, gör man det tillsammans med dem som går industriell ekonomi. Det är ganska populärt.

Sedan starten har flera förändringar skett. De första studenterna kunde välja att inrikta sig mot konstruktion eller produktion. I dag finns tio specialiseringar. Utöver olika

EXAMINERADE I MASKINTEKNIK 2017



ALUMNER



Dan Jangblad
Examen 1984.
Senior rådgivare till Saabs vd. Tidigare i Saabs koncernledning i 20 år. Lyckades som strategidirektör sälja Gripen till Brasilien, ett exportkontrakt värt 40 miljarder.



Göran Malmberg
Examen 1984.
Vd för medicinteknikföretaget Mentice som utvecklar och säljer medicinska simulatorer som används för att utbilda och träna kirurger.



Kristina Säfsten
Examen 1991.
Forskarutbildningschef och professor i produktionssystem vid Tekniska högskolan i Jönköping. Gästprofessor vid Mälardalens högskola.

»Saab och Linköpings universitet har sedan lång tid tillbaka drivit gemensamma utvecklingsprojekt inom många områden, från mekanisk konstruktion och systemteknik till ai. Saab har utvecklat världsledande teknik och LiU ny kunskap. Maskiningenjörsutbildningen är en bärande del i detta«

Åke Svensson, ordförande Teknikföretagen, tidigare vd för Saab.

konstruktions- och produktionsinriktningar, också teknisk mekanik, logistik, kvalitetsteknik, energi- och miljöteknik, mekatronik och flygteknik.

De tidigare inriktningarna på design och produktutveckling, samt energi-miljö-management, har knoppats av och blivit egna utbildningsprogram. Det är populära utbildningar där över hälften av studenterna är kvinnor.

Universitetet utbildar också högskoleingenjörer inom maskinteknik. Programmet har flest förstahandssökande av alla högskoleingenjörutbildningar i maskin i landet.

– Den har gott rykte. Den finns vid samma campus som civilingenjörutbildningen och har samma resurser, lärare, professorer, labbar, datasalar, verkstadslokaler, med mera.

Alla studenter får jobb, enligt Johan Ölvander.

– Studenterna får jobb direkt. Linköping rekryterar studenter från hela landet och ingenjörerna försvinner till hela landet, inklusive storstäderna, efter avslutade studier, säger han.

INNOVATIONER

DEEP GREEN

Magnus Landberg examen 1993. Tidvattenkraftverk för elkraftproduktion som är uppbyggt av en turbin som sitter undertill en vinge, förtöjd vid ett fundament på havsbotten. Installerat utanför Wales 2018.

CAMBIO

Håkan Mattsson och Tomas Mora Morrison, examen 1993. Grundare av företaget Cambio Healthcare Systems som gör it-system för sjukvården. Omkring 550 anställda.

ACTIBUMP

Bertil Eronn, examen 2000, David Eskilsson, examen 2007 och Jonas Wallinder. Ett dynamiskt farthinder som lämnar plan väg för fordon som körs i tillåten hastighet medan fortkörare aktiverar ett inverterat fartgupp.



PIA SANDVIK

vd forskningsinstitutet RISE

»En bra kombination av teori och praktik«**Hur kommer det sig att du blev maskiningenjör?**

– Jag har alltid varit intresserad av matematik och började matematikerlinjen vid Linköpings universitet, men saknade tillämpningarna och nyttan och insåg snart att arbetsmarknaden för civilingenjörer gav större möjligheter. Så jag bytte till civilingenjörsutbildningen.

– Jag valde maskin för att det är den mest tillämplade tekniska utbildningen. Den ger en bra kombination av teori och praktik.

Hur har utbildningen förberett dig för dina skiftande uppdrag?

– Maskin har en bred ansats där man löser skiftande problem, från att optimera produkter till att göra kundundersökningar. Man lär sig att snabbt sätta sig in i hur det funkar inom olika områden.

– Jag lärde mig analys, systematik, struktur med ett starkt fokus på problemlösning. Jag läste inriktningen kvalitetsteknik vars grundelement – kundfokus, arbeta med process, ständiga förbättringar och faktabaserade beslut – har följt mig hela mitt ledarskap. För mig blev utbildningen också en ingång till en akademisk karriär.

**Vilka råd ger du en nyexaminerad civilingenjör?**

– Tillåt dig att inte vara allt för rigid i vilken typ av jobb du ska ha för att det ska passa ditt cv. Du lär dig och bygger kompetens vad du än gör. Och våga tänka utanför boxen. ☞

VÄGEN TILL TOPPJOBET

ÅLDER: 54 år.

UTBILDNING: Civilingenjör, maskinteknik, Linköpings universitet, examensår 1989. Doktorsexamen i kvalitetsteknik vid Linköpings universitet, 1997. Docent Luleå tekniska universitet 2002.

KARRIÄR: Kvalitetschef Ericsson utveckling 1999-2000. Flera chefspositioner inom akademien. Rektor för Luleå tekniska universitet 2005-2009. Därefter länsråd i Jämtland och från 2010 vd för Länsförsäkringar Jämtland. Sedan 2016 vd för RISE.

ÖVRIGT: Styrelseledamot i KTH, Almi och it- bolaget Prevas. IVA-ledamot och vice preses IVA.

ADAM JOHANSSON

Arbete: Utvecklar ny svarvningsteknik hos Sandvik Coromant.

Ålder: 31.

Utbildning: Civilingenjör maskinteknik Luleå tekniska universitet.

Examen: 2012.

Övrigt: Uppvuxen i byn Gillhov i Jämtland. Mer intresserad av datorer än av mekanik som ung.

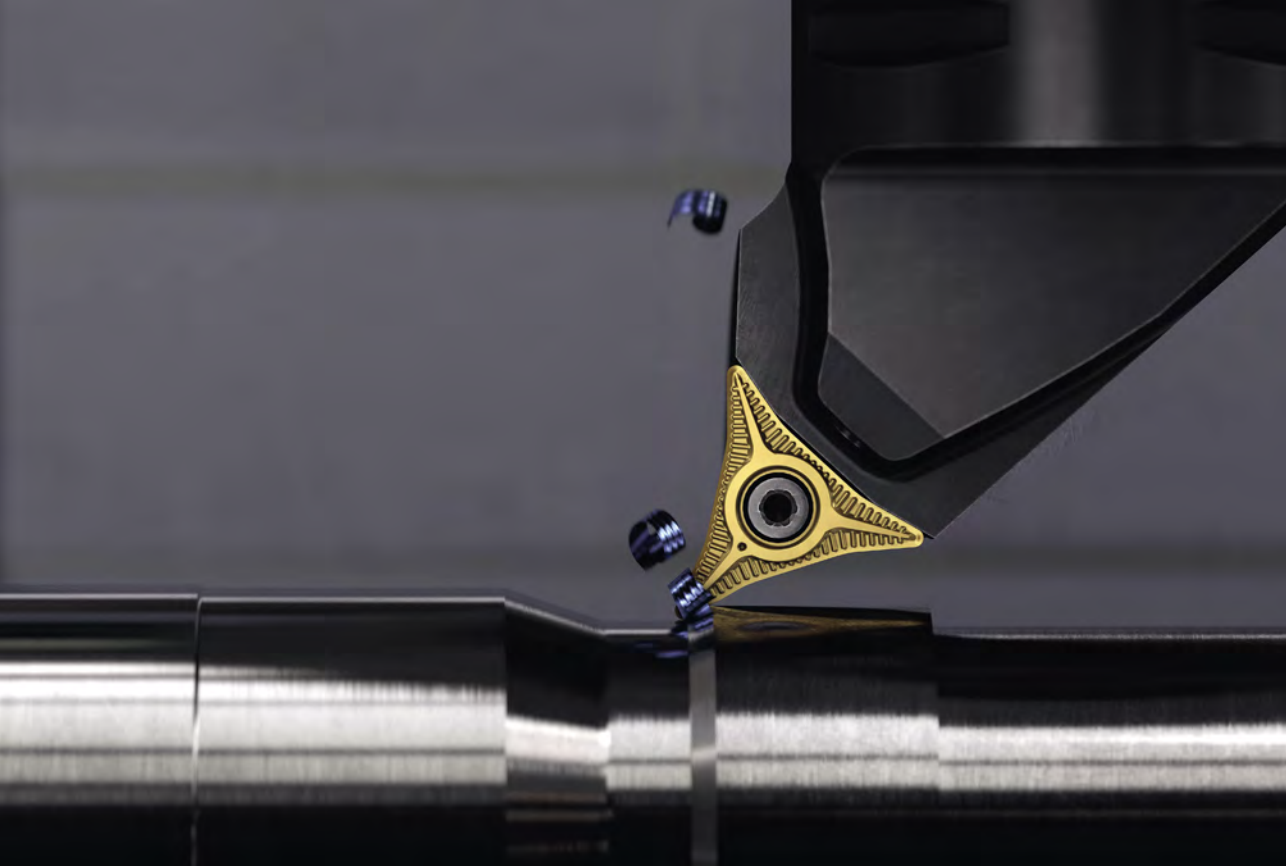


HANS NYA VINKLAR SÄTTER SNURR PÅ PRODUKTIONEN

En ny metod att
svarva vänder upp
och ner på reglerna.

Adam Johansson
på Sandvik är en av
utvecklarna bakom
tekniken där
matningen sker
från ”fel” håll.

Skärverktyget står i en vinkel som brukar betraktas som omöjlig. Detta ökar produktiviteten dramatiskt.



I den nya svarvtekniken står skäret i en låg vinkel mot arbetsstycket. Det ger bredare spånor och snabbare bearbetning.

Sandvik Coromant är en av världens största tillverkare av hårdmetallskär för skärande bearbetning som svarvning och fräsning. (Värsta konkurrenten är ett annat svenskt företag, Seco Tools i Fagersta, som numera ingår i samma koncern.) I fjol lanserade Sandvik Coromant sin nya svarvningsmetod, Prime Turning, som redan håller på att slå igenom. För många av företagets kunder innebär den ett lika stort kliv i produktivitet som när hårdmetallskären kom ut i industrin för flera decennier sedan. Samtidigt sker det utan att kunderna behöver investera i nya maskiner, men de måste programmera om sina svarvar för helt nya verktygsbanor.

I Sandvik Coromants hus vid infarten till Sandviken finns utvecklingslabbet som arbetat fram Prime Turning. På bottenvåningen står fräsar, svarvar och multioperationsmaskiner bakom svartlackerade säkerhetsgaller granne med reception och konferensrum, en blandning av elegant kontor och högteknisk verkstadsindustri.

Adam Johansson visar spånorna som ligger i en svarv, hur de flesta krullat ihop sig till små kompakta rullar som är lätta att få undan med maskinens spåntransportör. Men där finns också några enstaka undantag, långa spiralvridna spånor, som skulle kunna fastna och orsaka avbrott i produktionen hos en kund. Att Sandvik Coromant klarat av att styra hur spånorna bryts, är nyckeln till framgången för Prime Turning.

– Jag skulle inte ljuga om jag sa att mer än tre fjärdedelar av arbetet hittills gått åt för att

lösa spånkontrollen. Det som gör det svårt är att det finns sådana mängder olika arbetsmaterial. Du svarvar ena dagen i stål, nästa i rostfritt, tredje dagen i aluminium, den fjärde i stål igen, fast med lägre kolhalt och så vidare, säger Adam Johansson.

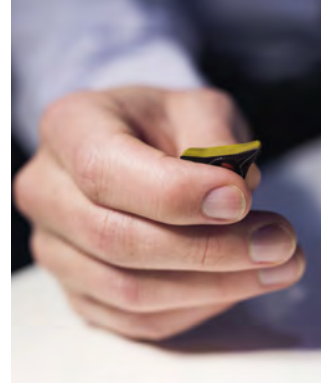
Det mest slående med den nya metoden är att skärverktyget går åt fel håll. Hittills har svarvare alltid fått lära sig att matningen ska ske inåt, mot chucken som håller fast arbetsstycket. Med Prime Turning rör sig verktyget i andra riktningen, utåt från chucken med själva skäret liksom släpande efter sig. Den annorlunda matningsriktningen är egentligen bara en konsekvens av det som är själva kärnan i den nya tekniken, att svarvningen sker med mycket smalare ställvinkel mellan skärebben och matningsriktningen.

När man svarvar på traditionellt vis står eggen på skäret i nästan rätt vinkel mot matningen. En hög matning ger tjocka spånor och en hög avverkning. Men en tjock spåna gör samtidigt att skäret slits snabbt. Med en mindre vinkel blir spånan bredare och tunnare, så att belastningen fördelas och värmen leds bort bättre från nosen på skäret. Då slits det inte lika fort, vilket gör det möjligt att i stället öka matningen, byta skär lika ofta som tidigare och på så vis få en snabbare bearbetning och högre produktivitet.

Adam Johansson kommer från Gillhov, en by i östra Jämtland. Efter att ha gått på gymnasiet i Östersund pluggade han till civilingenjör vid Luleå tekniska universitet och valde maskinteknik som inriktning:

– Det var väl främst för att man får liksom uppfinna där. Mesta fokus är på konstruktion, på utformning för att få saker att fungera. Redan innan hade jag intresserat mig för cad, 3d-modeller och liknande. Som ung höll jag mycket på med datorer.

Hans väg till arbetet hos Sandvik ser i efterhand rätt utstakad ut. Kontakterna började redan under studietiden. Via sin syster, som också är ingenjör hos Sandvik Coromant, och som sitter i samma hus, fick han först ett sommarjobb hos företaget. Sista året i Luleå läste han en slutkurs som innebar ett grupparbete under ett halvår i samarbete med svarvavdelningen hos Sandvik Coromant. Det ledde i sin tur till att han gjorde sitt examensarbete på avdelningen och efter det fick han erbjudande om anställning hos Sandvik där han började efter sommaren



En knappt märkbar buktning på eggvinkeln ger rätt spånåbrytning hos Prime Turning-skären.

»Mer än tre fjärdedelar av arbetet hittills gått åt för att lösa spånkontrollen.»

2012. Nio månader senare startade han arbetet på det som skulle komma att bli Prime Turning.

– Idén att svarva på det här sättet, den hade Ronnie Löf, som jobbat här i 25 år, haft i bakhuvudet en längre tid, berättar Adam Johansson

– Men det var ett antal problem som måste lösas för att det skulle fungera. Det var när han och jag fick förtroendet att lägga lite tid på att reda ut det, som det började, och sedan dess har ju Ronnie och jag jobbat nära varandra varenda dag.

Med Prime Turning-metoden arbetar man med en ställvinkel på 25 till 30 grader. Det ger i praktiken en spåna med halva tjockleken och därmed kraftigt minskat slitage på skäret. Samtidigt dyker nya svårigheter upp. Den mest uppenbara är det som lett fram till bytet av matningsriktning: När man vinklar ner skäret kommer verktyget inte åt att bearbeta den innersta delen av arbetsstycket, den som är närmast chucken. Men matar man åt andra hållet kan man både ha den låga ställvinkeln och gå ner hela vägen.

Frågan är då förstås varför man inte gjort detta förut, om det nu är så enkelt? Ett skäl är att det kunde ge risk för vibrationer i arbetsstycket, det stod att läsa även i Sandvik Coromants egna handböcker. Men när Adam Johansson och Ronnie Löf körde tester med olika eggvinklar fungerade det mycket bättre än väntat. Ett skäl till de gamla reglerna kan vara att maskinerna tidigare var mindre stabila och hade sämre uppspänningar än i dag.

Istället var den stora svårigheten som sagt att kontrollera spånbrytningen. En tunnare spåna är mycket svårare att bryta och de spånbrytare Sandvik Coromant utvecklat för traditionell svarvning fungerade inte med den nya metoden. Samtidigt fanns också enorm samlad kunskap om design av spånbrytare inom företaget.

När Adam Johansson håller upp ett av de nya skären är det svårt att uppfatta skillnaden mot ett skär med traditionell spånbrytare. Tittar man riktigt noga kan man ana att själva egglinjen har en buktning, en avvikelse på två, tre grader, som styr hur spånan kröks. Målet är att spånan ska gå rakt in i sig själv och brytas av i lagom stora bitar som går lätt att hantera med automatiska spåntransportörer.

Enligt Sandvik kan hastighet och matning i praktiken fördubblas med den nya metoden. Adam Johansson ger ett exempel, en pinjong för drivlinan i en personbil. Traditionellt svarvas en sådan på en minut. Vid tester inför lanseringen av Prime Turning kom man hos Sandvik Coromant ner i en bearbetningstid på 40 sekunder.

– Det sitter två sådana pinjonger i varje bil, det tillverkas hundra miljoner bilar om året, då blir en sänkning med 20 sekunder på varje detalj en väldig massa sekunder. Om du tidigare behövt tio maskiner för din produktion kanske du klarar dig med att investera i åtta, och då behöver du mindre personal. Du sparar pengar, det är det som är grejen.

Ännu står den nya metoden för bara en liten del av Sandvik Coromants försäljning men andelen växer starkt, samtidigt som tillämpningarna blir flera. I våras lanserade Sandvik tekniken även för invändig svarvning.

Nu när Prime Turning funnits på marknaden något år, hur ser mottagandet ut? Finns det en skepsis mot något som bryter så mycket mot etablerade regler?

– Det är klart att det finns de som säger att det där kommer aldrig att fungera. Men de som vågat pröva, de ser ju att det fungerar. Det är som när du börjar spela golf, och slår ett riktigt bra slag, då är du fast och vill spela mera. Så är det med Prime också.

Hur länge kommer det här att vara din uppgift, är det klart nu?

– Jag har jobbat med det sedan 2013 och jag kommer nog att jobba med det under överskådlig framtid. Det är någonting som Sandvik tror väldigt mycket på och vi ser att försäljningen ökar. Det finns mycket kvar och göra. 🇸🇪



MASKINTEKNIK
LTH

Institutionen för maskinteknologi har ändrat namn sedan utbildningen startade 1963 men har hela tiden hållit till i samma lokaler i M-huset som vid starten var nybyggt. Huset ritades av arkitekten Klas Anshelm.

Rikt studentliv och Max IV som granne

Lund är alternativet för den som vill läsa maskinteknik i en klassisk studentstad. Både studenter och forskare kan dra nytta av närheten till forskningsanläggningen Max IV. Forskare och doktorander är redan nu på labbet. Snart kommer också studenter att experimentera där.

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Lunds tekniska högskola grundades 1961. Höstterminen 1969 införlivades den i Lunds universitet som en teknisk fakultet. Namnet Lunds tekniska högskola finns dock kvar och fakultetens högsta administrative chef - dekanus - kallas av tradition för rektor.

Lunds tekniska högskola har omkring 6 200 helårsstudenter, 540 forskarstuderande och 170 professorer.

ALUMNER



Per Sandberg
Examen 1989.
Styrelseordförande i investeringsbolaget Sandberg Development, med dotterbolagen Camurus, Aimpont, Granuldisk och Resque Intellitech.

Närheten till den stora forskningsanläggningen Max IV ger forskare och studenter på maskininstitutionen unika möjligheter att göra experiment.

– Det är en fördel att sitta på första parkett. Vi är redan på Max IV eftersom vi bygger utrustning för en experimentstation som ska installeras. I år kör vi de första försöken, säger Jan-Erik Ståhl, som är professor och prefekt vid institutionen för maskinteknologi.

Institutionen är en så kallad ”friendly user” och både forskare och doktorander är redan nu på labbet. Studenter har bland annat gjort examensarbeten om tillverkning av komponenter till Max IV.

Så fort de första testerna börjar rulla igång i år kommer flera kurser att kunna dra nytta av närheten till anläggningen, till



Produktionsforskare vid institutionen för maskinteknologi har byggt en utrustning som ska installeras i experimentstationen Balder i närbelägna forskningsanläggningen Max IV. Den ska användas för att i realtid studera bland annat de kemiska reaktioner

som bryter ner skärande verktyg när de arbetar under hög temperatur och högt tryck. Men utrustningen är mer generell än så. Lundaforskarna kommer att kunna analysera många andra material och materialsystem på samma sätt.

exempel kursen i skärande bearbetning, berättar Jan-Erik Ståhl. Utrustningen forskarna bygger ska användas för att i realtid studera bland annat de kemiska reaktioner som bryter ner skärande verktyg som arbetar under hög temperatur och högt tryck.

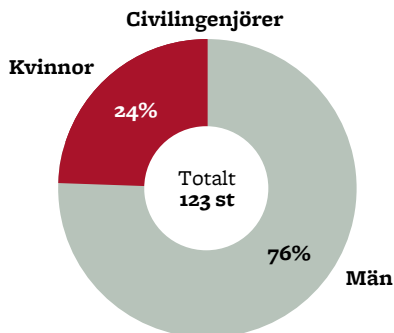
Maskinteknik är en av de äldsta utbildningarna vid Lunds tekniska högskola. Utbildningen startade 1963, ett par år efter att högskolan grundats. Den har hållit till i samma lokaler i maskinteknikhuset sedan starten. Loggan, ett M med tornet i domkyrkan som förlaga, ritades av en av de första maskinstudenterna.

Under åren har det skett stora förändringar. När den tekniska högskolan startade fanns sektioner. När maskinsektionen i slutet av 1990-talet lades ner hamnade flera traditionella maskinämnen på andra institutioner. Termodynamik och strömningslära blev en del av nya institutionen för energivetenskaper, maskinkonstruktion placerades under designvetenskaper. Industriell produktion, mekanik, maskinelement och konstruktionsmaterial bildade den nya institutionen för maskinteknologi.

I dag finns två utbildningsprogram, maskinteknik och maskinteknik teknisk design. Till det senare är söktrycket väldigt hårt. Till hösten 2018 hade de 35 platserna mer än tre gånger så många förstahandssökande. Andelen kvinnor är hög – 43 procent. Men även det vanliga civilingenjörsprogrammet i maskinteknik lockar. Av 176 studenter som hade sökt det i första hand antogs 155, varav 27 procent är kvinnor.

De första tre åren läser studenterna rena maskinämnen. De

EXAMINERADE I MASKINTEKNIK 2017



ALUMNER



Erik von Schenck
Examen 1991.
Vd (vp) för Physio-Control i Redmont, USA, som utvecklar defibrillatorer och annan utrustning för akutmedicin.



Henrik Nyberg
Examen 1993.
Vd för Lundabolaget Inpac som gör förpackningar för probiotika, läkemedel och medicinsk utrustning.



Göran Broman
Examen 1988, doktorexamen 1993.
Professor i maskinteknik vid Blekinge tekniska högskola. Prefekt vid institutionen för strategisk hållbar utveckling.

»LTH har haft en enorm betydelse för regionen. Gamla Skånska handelskammaren var pådrivande för att få utbildningen på plats i slutet av 1950-talet. I dag är LTH och Ideon extremt viktiga komponenter i det kluster av kunskap som finns här. Sydsverige behöver spetskompetens inom olika områden.«

Stephan Müchler, vd Sydsvenska industri- och handelskammaren.

INNOVATIONER

ANATOMIC STUDIES

Emelie Strömshed, examen 2016, Christian Veraeus och Staffan Dahlberg. Skraddarsydd 3d-printade skal för benproteser.

COGNIBOTICS

Klas Nilsson, examen 1982. Teknik som gör industrirobotar mer precisa och enklare att programmera. Roboten kopplar sitt verktyg eller handled till en fast punkt, eller griper om fasta föremål, nyttjar styrsystemets inbyggda signaler och kalibrerar sig själv.

ECTO GRID

Per Rosén, examen 1989. Energisystem som minskar energibehovet genom att dela värme- och kylbehov. Det första nätet kopplar samman företagsparken Medicon Village med tre flerfamiljshus i Lund.

sista två väljer de inriktning. I dag finns sju specialiseringar, energiteknik, logistik och produktionsekonomi, produktrealisering, produktutveckling, mekatronik, beräkningsmekanik och transportteknik. Studenterna som läser maskinteknik teknisk designprogrammet har en bred grund från maskinteknik men går även kurser i design och estetik.

Institutionen för maskinteknologi samarbetar med flera företag, bland andra Seco Tools i Fagersta och andra bolag inom Sandvikkoncernen, Alfa Laval och Volvo.

Miljön i Lund där befolkningen domineras av studenter är unik för tekniska högskoleutbildningar.

– Vi brukar säga att maskinstudenterna i Lund är de enda som får studera i en studentstad.

Studenternas möjligheter att få jobb är mycket goda.

– Våra studenter har jobb innan de är färdiga med utbildningen. I Lund med omgivning finns stora arbetsgivare som Tetra Pak, ÅF och Alfa Laval som anställer många. Men civilingenjörer utbildade i Lund finns spridda över hela landet, säger Jan-Erik Ståhl.



MATS FÄGERHAG

vd CEVT

»Hela min karriär har jag jobbat med utveckling«**Varför valde du att bli maskiningenjör?**

– Det var naturligt. Jag tror jag är ingenjör från födseln. Jag alltid varit intresserad av fordon och mekaniska grejer. Första praon i sjuan gjorde jag på ett ritkontor och tyckte att ingenjörsyrket var helt rätt för mig.

Vad har din utbildning haft för betydelse för din karriär?

– Den har varit grundläggande för mina möjligheter att lyckas. Första åren på Volvo och sedan Saab arbetade jag med beräkningar. Senare på Saab blev jag bland annat ansvarig för karossutveckling och krocksäkerhet. Jag hade stor användning för kunskaperna i konstruktion och beräkning, mekanik, hållfasthet, ja alla grundläggande ämnen.

– Jag har under hela min karriär jobbat med utveckling, och då är det nödvändigt med en genuin teknisk grund. Det var tydligt framför allt när jag var konstruktionschef för GM Europa i Rüsselsheim. I Tyskland måste man visa att man har stor teknisk förståelse för att bli accepterad som ledare. Jag fick ta alla väsentliga beslut även i tekniskt komplicerade frågor.

Vad skulle du välja för utbildning om du fick välja i dag?

– Valet skulle stå mellan maskinteknik eller el & elektronik. Industrin genomgår just nu en transformation där vi ser eldrivna fordon och självkörande fordon med sensorer och kameror som samlar in data. Ai och maskininlärning är en förutsättning för att klara framtidens förväntningar. El & elektronik är mer i tiden än hårdvara. **G**

VÄGEN TILL TOPPJOBDET**ÅLDER:** 57 år.**UTBILDNING:** Civilingenjör maskinteknik, Lunds tekniska högskola, examen 1987.**KARRIÄR:** Började som trainee på Volvo trucks 1987. Bytte till Saab 1990, först Saab aircraft, från 1992 Saab Automobil i Trollhättan. Stationerad hos GM i Rüsselsheim som utvecklingschef för konstruktion 2005-2008. Utvecklingschef på Saab automobil från 2007 till 2011. Började på Volvo Cars 2012 och är sedan 2013 chef för Geelys utvecklingsföretag CEVT som bland annat utvecklar CMA arkitekturen till Geely och Volvo samt Lynk & Co bilarna.**ÖVRIGT:** I styrelsen för Chalmers industriteknik och RISE:s forskningsråd.

LINA ANKARGREN

Arbete: Teknikchef för transmissionstillverkning, Scania

Ålder: 34.

Utbildning: Civilingenjör, maskinteknik, Kungliga tekniska högskolan.

Examensår: 2008.

Övrigt: Har motorsågs-körkort A+B och spenderar gärna helgerna i skogen med att praktisera olika sågtekniker.



Avvikelse 1507 - 1508/1000 Pärning 2.

Trippunkt:

Omfattning/Avgränsning:

Aktivitet

1507 och 1508 ersätt 170

1507 och 1508 ersätt 170 Nivå/ström

1507 och 1508 ersätt 170 Korta insatser

Spärrar alla bitar mellan 13/11 - 19/11 CH 158 + 170

Uppdatera instruktion ang Hårdaren

Uppdatera processinstruktionen

Standard om att dubbellagga gappet

post. för att hitta brytpunkt

EFR

akt för allt 4?

1508 Skulle vi behöva kalla igång

och ingen bitpart bit finns med

Senare utredning

BE

1507 till handled

TL

TL

ca 20:30

TL

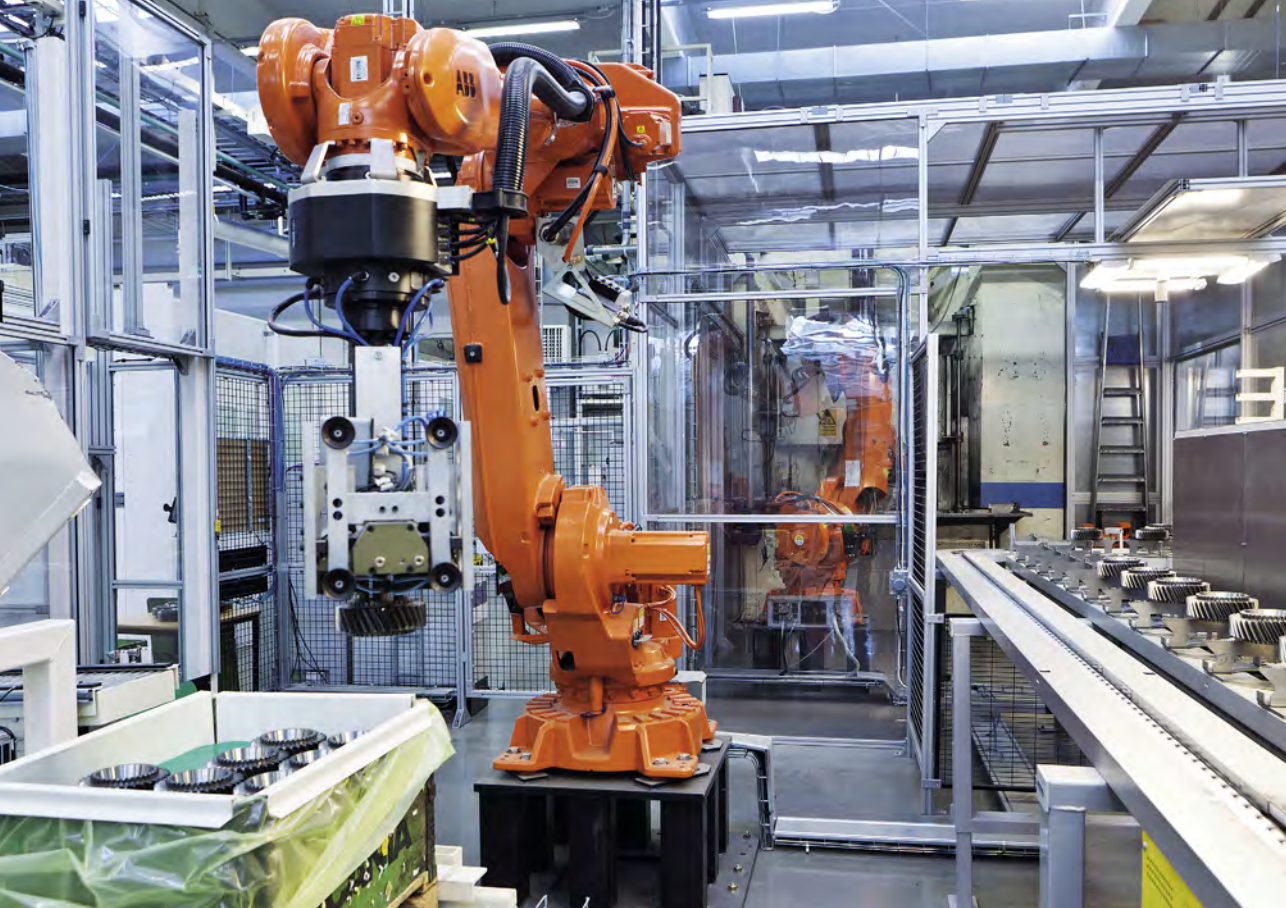
TL

MED PASSION FÖR KUGGHJUL

Trodde du att kugg-
hjul bara snurrar på
och inte utvecklas?

Möt **Lina Ankargren**
på Scania. Hon och
hennes 90 ingenjörer
ser till att lastbilarnas
hjul snurrar in
i framtiden.

Även om vi går mot eldrift och växellådan försvinner
så behövs det fortfarande delar med kuggar.



Tillverkningen av kugghjul är högt automatiserad i Scantias transmissionsfabrik i Södertälje.

Vi hinner knappt hälsa innan Lina Ankargren drar iväg till en växellåda som står utställd i entrén till Scantias transmissionsfabrik i Södertälje. Med stor entusiasm pekar hon på de olika kugghjulen, berättar vad de heter och hur de fungerar.

– Jag är kuggnörd, förklarar hon leende.

– Det blir man efter ett tag här. Vi kan alla kuggskämt.

Innanför glasdörrarna skymtas några av alla maskinerna som tillverkar kugghjulen som ska sitta i växellådor och bakaxlar på Scantias lastbilar och bussar. Vissa skickas också till den tyska lastbilstillverkaren MAN som ingår i samma koncern som Scania.

Lina Ankargren är teknikchef för tillverkningen och leder arbetet på en avdelning med drygt 90 ingenjörer. Uppgiften är att se till att produktionen fungerar optimalt och att nya kugghjul till kommande lastbilsmodeller kan tillverkas så bra det bara går utan att kostnaderna skjuter i höjden.

Kugghjul i trä uppfanns för tusentals år sedan och de första i metall dök upp under slutet av medeltiden. Men den som tror att tekniken är något mossigt där utvecklingen står stilla har inte träffat Lina Ankargren. På väg mot hennes kontor passerar vi en bakaxel, det vill säga den del på lastbilen där kraften från motorn förs ut till hjulen.

– Där, säger Lina Ankargren och lutar sig över bakaxeln och pekar in bland kuggarna.

– På en liten, liten yta överförs hela motorns kraft. Det är häftigt.

Redan första dagen på Scania fascinerades hon av de väldiga påkänningar som kuggarna måste klara. Likt urverk ska de snurra dag efter dag, och år efter år på vägarna.

– Det gäller att de är rätt tillverkade, säger Lina Ankargren.

Medan vi rör oss genom korridoren på väg mot hennes rum berättar hon om toleranser på tusendels millimeter, nya hårdprocesser och ytbehandlingar som ökar hållfastheten och minskar förlusterna i form av värme. Genom att välja de rätta tillverkningsmetoderna går det att spara vikt, något som är guld värt på en lastbil. På en hylla står ett exempel, en utgående axel till växellådan.

–Jämfört med våra konkurrenter har vi lyckats få ner vikten med flera kilo. Det får kunden annars betala genom ökad bränsleåtgång.

Scania brukar kallas ”svenska mästare i produktion”.

Ända sedan i början av 1990-talet har företaget jobbat med att effektivisera verksamheten enligt en metod som kallas ”lean”. Det innebär en ständig jakt på förbättringar. Allt slöseri i produktionskedjan ska bort vare sig det gäller material eller omloppstider. Allt som tillverkas ska också hålla rätt kvalitet och nå kunden i utsatt tid. Idéerna kommer ursprungligen från den japanska biltillverkaren Toyota. Lina Ankargren förklarar att alla nyanställda drillas i Scantias lean-filosofi.

– Det är så inarbetat att det inte är något vi tänker på. Det sitter i väggarna.

För Lina Ankargren har arbetssättet blivit så självklart att hon till och med använder det utanför jobbet.

– Jag ställer till exempel varorna i kylan och skafferiet så det blir ett bra flöde och är lätt att se vad som håller på att ta slut. Det är ingenjören i mig. Min man däremot, som är biolog, tycker bara att jag är jobbig.

Karriärvalet var inte självklart när hon växte upp i Värmland. Osäker på vad hon ville göra gick hon naturvetenskaplig linje på gymnasiet. Hade hon inte hälsat på sin bror på jobbet så kanske livet tagit en annan vändning. Båda hennes bröder är ingenjörer. Den äldre av dem jobbade på en av Sandviks tillverkningsenheter dit hon fick komma på besök.

– Jag hade aldrig tidigare varit i en fabrik, och först såg jag bara



En pinjong – ett slags kugghjul – väntar på nästa operation.

»På en liten, liten yta överförs hela motorns kraft. Det är häftigt.»

alla dessa maskiner. Sedan började han förklara hur tillverkningen gick till och hur viktigt det var att balansera flödet. Då förstod jag att det var precis det här jag ville jobba med.

Det som lockade var problemlösningen. Samtidigt var miljön inte alls så smutsig och bullrig som hon föreställt sig. Hon började på maskinprogrammet på KTH i Stockholm. När det blev dags att välja inriktning valde Lina Ankargren utan att tveka industriell produktion. Totalt var de bara fem som valde den inriktningen. Hon tror att en av anledningarna till att många valde bort produktion var allt prat om att tillverkningen är på väg att flytta till Kina och andra billigare länder.

Redan under utbildningen kom hon i kontakt med Scania som erbjöd sommarjobb som ledde till examensarbete och så småningom anställning. Efter elva år tycker Lina Ankargren fortfarande att jobbet är ”jätteroligt”.

– Jag gillar att kunna se resultatet av det jag gör och att det inte är så teoretiskt. Jag kan peka på en lastbil och förklara för mina två små söner att jag varit med om att tillverka den.

Det tog bara ett år innan hon blev befördrad till chef. Hon säger att hon gillar att få inflytande och vara med och bestämma, även om det innebär mer strategiarbete och mindre tid i ”verkligheten”. Hon är dock ofta ute i produktionen och många möten hålls på verkstadsgolvet, särskilt om något gått fel.

– Vid ett stopp går vi direkt till felkällan. Det är en av kärnorna i vårt produktionssystem, säger Lina Ankargren.

Ingenjörer och operatörer samlas vid en vit tavla. Först och främst gäller det att få igång tillverkningen igen så att kunden inte blir lidande. Åtgärder och vem som gör vad skrivs tydligt ner. Sedan ska roten till problemet hittas och åtgärdas. Då vänder man på tavlan. Där finns en struktur för hur arbetet ska gå till. Bland annat står det ”varför?” i fem olika rutor. Genom att upprepa frågan borrar sig alla inblandade ner mot det verkliga problemet som orsakade stoppet.

När vi går runt i fabriken ser vi gott om vita tavlor. De används inte bara vid produktionsproblem. Många av tavlorna är till för att planera och styra det dagliga arbetet. Varje morgon träffas till exempel alla som jobbar på ett skift för att gå igenom vad som hänt på skiftet innan och vad som behöver göras. Lina Ankargren har liknadana möten med sina ingenjörer. Tydligheten och överblicken som tavlorna ger är en del av lean-arbetet.

Tillverkningen är högt automatiserad. Kugghjulen glider fram i taket mellan de datorstyrda maskinerna där de sänks ner och bearbetas för att sedan åka vidare. Det som börjar som en smidd metallbit svarvas, härdas och slipas. Lina Ankargren vet det mesta om de olika processerna och berättar att hon själv arbetat både som operatör och som produktionsledare.

Hon säger att hon försöker få fler att intressera sig för att jobba med produktion, framför allt har hon vänt sig till unga kvinnor som bjudits in att besöka fabriken. Liksom hon själv trodde många att de skulle mötas av något smutsigt och tungt.

– Men så är det ju inte.

Även till sin egen grupp försöker Lina Ankargren att rekrytera kvinnor. Andelen är upp i

22 procent vilket är en hög siffra med Scantias mått mätt.


– En inkluderande miljö gör att ingenjörskonsten frodas. Kreativiteten gynnas också av att man är olika och tänker på olika sätt.

Som chef ägnar hon mycket tid att fundera över hur lastbilar och bussar kommer att drivas om fem och om tio år. Att fordonsbranschen är i förändring och på väg mot elektrifiering påverkar arbetet.

– Vi tror att någon gång så kommer majoriteten av lastbilarna att vara helelektriska, men ingen vet riktigt när, var och hur eldriften kommer att se ut.

Men även om mycket är osäkert måste produktionen byggas upp så den klarar förändringen. Maskinerna som Lina Ankargren beställer i dag måste också kunna tillverka framtidens transmission, även om den ser annorlunda ut. Bland annat kanske det inte längre behövs någon växellåda.

Innebär det slutet för kuggtillverkningen på Scania? Lina Ankargren svarar med ett bestämt: Nej.

– Även om vi går mot eldrift och växellådan skulle försvinna så finns det fortfarande delar som behövs – med kuggar. 

Christopher Polhem lärde svenskarna läsa mekanikens alfabet

I slutet av 1600-talet, när Christopher Polhem organiserade den första civila teknikerutbildningen genom sitt Laboratorium Mechanicum, var Sverige fortfarande ett av Europas mest efterblivna länder. De få ingenjörer som fanns var knutna till krigsmakten. Tvåhundra år senare hade vårt land förvandlats till en framgångsrik industrination, samtidigt som ingenjörsvärdet fått en helt annan innebörd.



HALL OF FAME

**Carl Montelius**

Skruvpumpens principer var kända ända sedan antiken och under artonhundratalet uppfanns pumpar där två skruvar pressade fram vätska. Carl Montelius, som patenterade sin pump 1924, hade istället en drivskruv med stor diameter, som omgavs två smalare skruvar. Det blev en pump med effektiv tätning, som fungerade i liten och stor skala. Den lade grunden till företaget IMO.

**Johan Petter Johansson**

JP är känd för två verktyg: den ställbara rörtången och skiftnyckeln. Men han gjorde sammanlagt 118 uppfinningar i sin mekaniska verkstad i Enköping som startade 1886. Där inledde han tillverkningen av verktyg. Samma år som patentet på skiftnyckeln (1892) slöt han ett försäljningsavtal med Enköpingsföretaget Bacho. Över 100 miljoner skiftnycklar har sedan dess tillverkats och sålts över hela världen.



HALL OF FAME



Arne Asplund
Teknologie doktor Asplund började utveckla sin teknik för att frigöra fibrer ur träffis i början av 1930-talet. Defibrator-metoden kan liknas vid en slags kvarn i vilken träffis som värmts med ånga under tryck sönderdelas till fibrer mellan en roterande och en stationär skiva med radiella spår. Företaget Defibrator som Asplund grundade 1933 såldes 1979 till SCA och blev dotterbolaget Sunds Defibrator.



Carl Edward Johansson
Besiktningrustmästare Johansson upptäckte under ett studiebesök på Mauser att den tyska vapenfabriken hade samma problem med måttnoggrannhet som gevärsfaktoret i Eskilstuna. 1896 föddes idén till "Mått-Johanssons" passbitar. Ett system som kom att ligga till grund för kalibrering och standardisering av mätverktyg inom stora delar av den mekaniska industrin i hela världen.

På fasaden till Tekniska museet i Stockholm hänger ett stort spärrehjul av svartnat smidesjärn, med en diameter på en och en halv meter. Var och en av de fyra smäckra ekrar som går ut från hjulets nav klyver sig halvvägs i två lika delar.

Hjulet är en del av arvet efter Christopher Polhem, som ibland kallas "Den svenska mekanikens fader".

Hjulet kommer från manufakturverket Stjernerund, som under 1700-talets första decennier byggdes upp och drevs av Polhem och hans kompanjon Gabriel Stjerncrona.

Frågan är hur mycket av arvet efter Christopher Polhem som i övrigt lever kvar. På en rad områden föregrep han den utveckling som i Sverige tog fart på allvar först under 1800-talet. Ändå skriver Sven Rydberg i boken "Svensk teknikhistoria":

"Polhem bragte tekniken att bygga mekaniska verk i trä till fulländning. Hans gärning skall kanske snarare ses som den glansfulla avslutningen på en äldre period än som inledning till en ny." Den karakteristiken missar bland annat att Polhem efter hand börjat bygga sina Stjernerundsmaskiner helt i metall, med bland annat vinkelväxlar med koniska kugghjul av stål.

Innovationshistorikern Michael Lindgren skrev den stora biografen "Christofer Polhems Testamente", som kom ut för några år sedan. Kanske är det som han säger, att minnet av Polhem som ett känt namn och förebild länge levt kvar i Sverige medan man däremot glömt bort vad han egentligen gjort.

I dag vet vi inte ens till vilken maskin det stora spärrehjulet en gång hörde. Kanske var det en viktig komponent i Stjernerunds högt mekaniserade tillverkningslinje för bågare och fat av förtennad järnplåt. I den skar en rad vattendrivna maskiner ut plåtämnen, hamrade ut dem till rätt form och dekorerade dem.

I en annan del av manufakturverket producerade Polhems maskiner kugghjul och andra delar till klockor, långt snabbare och med större noggrannhet än vad samtida urmakare förmådde fila fram. Vid Stjernerund gjordes dyrksäkra hänglås med standardiserade, utbytbara delar och med en sådan precision att nya nycklar kunde efterbeställas, liksom lås som alla hade samma nyckel.

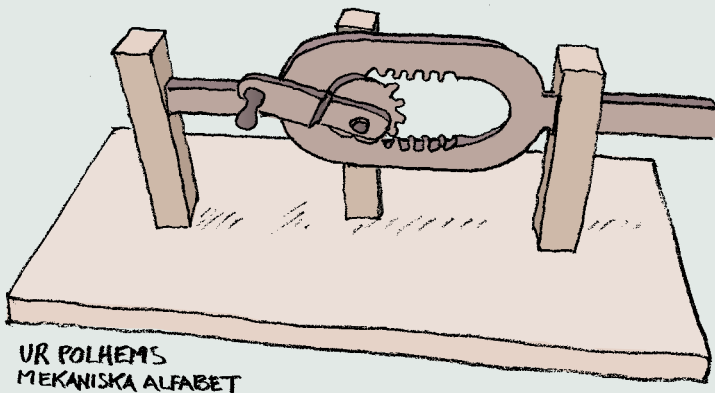
När manufakturverket eldhärjades 1737 förstördes merparten av maskinerna. De byggdes aldrig upp igen. Resterna blev slängda som skrot. Det som fanns kvar, bland annat det stora spärrehjulet, togs på 1930-talet om hand av Tekniska museet och dess chef

Thorsten Althin. I stort sett den enda produktion som kom att leva vidare var hänglåsen, som även började tillverkas och kopieras på andra håll i Sverige. Den låskonstruktion som Polhem uppfunn, skivcylinderlås, återfinns i många moderna lås.

Det går alltså att hävda att Polhem inte alls står i slutet av en teknisk tradition, utan snarare i början av en ny, med sin inriktning på mekaniserad tillverkning, precisionsmaskiner, serieproduktion och utbytbara delar. Däremot saknade Sverige vid denna tid förmågan att ta till sig hans innovationer fullt ut. För att tekniska nyheter ska få fäste måste det finnas en bra grogrund för dem, en omgivning där det både finns ett behov av nya lösningar och en vilja att ta emot dem. Här fattades både kunskap och resurser. Vårt land var fattigt och efterblivet, ekonomin körd i botten genom de många krigen.

Dock finns det en del av arvet efter Polhem som levt vidare och påverkat den svenska ingenjörskulturen under mycket lång tid. Det är hans mekaniska alfabet. Idén bakom alfabetet var att isolera och identifiera ett antal grundläggande ”bokstäver”, byggstenar som kunde sättas samman för att ge en maskin dess funktion. Det kunde röra sig om kugghjul, olika typer av lager, vevar, fjädrar, nockskivor och så vidare.

Polhem använde alfabetet i sin undervisning vid det Laboratorium Mechanicum som han inrättade med stöd från staten i slutet av 1600-talet. Eleverna fick bygga en uppsättning av dessa grundelement i form av rörliga modeller. I sin ursprungliga form omfattade det mekaniska alfabetet 80 olika bokstäver, men efter hand kom fler till. Efter Polhems död samlades det mekaniska alfabetet och andra modeller in till den Kongliga



HALL OF FAME



**Birger Ljungström
Fredrik Ljungström**

Bröderna hade ett långvarigt samarbete. Birger Ljungström var en av landets mest produktiva uppfinnare. Det är framför allt inom turbinområdet bröderna Ljungström gjorde de största insatserna. Runt den dubbelroterande ångturbinen som utnyttjade ångan bättre och var kompaktare byggde de 1908 upp bolaget AB Ljungström Ångturbin.



Gunnar Ljungström

Under krigsåren arbetade han på konstruktionskontoret på Saab i Linköping. Ljungström fick uppdraget att utveckla ett av tre civila projekt: Saab 92, en liten personbil med en tvåcylindrig tvåtaktsmotor. Den kunde presenteras för pressen 1947. Bilen bjöd på flera moderna lösningar: framhjulsdraft, tvärställd motor, självbärande kaross och aerodynamiska former. Ljungströms far respektive farbror var Fredrik och Birger Ljungström.

HALL OF FAME



Inga Nordström
Första kvinnliga civilingenjören från maskintekniklinjen. Hon praktiserade på Sparmanns Flygverkstäder i Stockholm som KTH-teknolog. Började efter examen 1942 på Saab i Linköping med aerodynamiska beräkningar på flygplan. Flyttade senare till FOA, jobbade då med styrsystemteori och blev en av pionjerna när det gäller datorsimuleringar av flygplan och robotar.



Willgodt Odhner
Uppfinnaren kom till Ryssland 1868, då möjligheternas land för svenska ingenjörer, och fick jobb hos bröderna Nobel. På sin fritid utvecklade han en liten och enkel räknemaskin med ett pinnhjulssystem. Han fick patent och grundade 1880 sin fabrik. Efter ryska revolutionen flyttades verksamheten till Sverige. Original-Odhners maskiner var populära i hela världen ända till 1970-talet, då de slogs ut av elektroniska miniräknare.

modellkammaren som inrättades 1756. Modellkammaren fanns i en sal i Wrangelska palatset på Riddarholmen och var öppen för allmänheten.

Laboratorium Mechanicum och det mekaniska alfabetet är bland de första svenska exemplen på en målinriktad civil teknikutbildning, vid sidan av den militära. Fortfarande betecknade ingenjör en officer vid ingenjörstrupperna, som i Sverige inrättats redan under Gustaf II Adolfs tid. Att studera och tillverka alfabetsmodeller fortsatte länge att vara en del av undervisningen för blivande tekniker i Sverige. När Teknologiska institutet i Stockholm, föregångaren till KTH, startade 1827 var det mekaniska alfabetet en viktig del av utbildningen och skulle så förbli ända fram mot mitten av artonhundratalet. Men då hade den svenska teknikutvecklingen fått nya impulser från ett helt annat håll.

Under sjuttonhundratalet och det tidiga artonhundratalet skapade den industriella revolutionen i Storbritannien förutsättningar som aldrig fanns i det samtida Sverige. Utvecklingen drevs på av en växelverkan där varje ny innovation skapade behov av andra. När John Kay 1733 uppfann den flygande skytteln fördubblades i ett slag produktiviteten i väverierna. Det skapade en brist på spunnet garn, som gjorde att det fanns ett behov av bättre spinnmaskiner, som James Hargreaves "Spinning Jenny" från 1764 och Richard Arkwrights "Water frame" som kom några år senare. Båda konstruktionerna hade vissa brister och Arkwrights första spinnmaskin, som i dag finns på museum i Manchester, ter sig klumpig jämfört med de textilmaskiner Polhem konstruerat långt tidigare. Men dynamiken gjorde att spinnmaskinerna utvecklades snabbt, i synnerhet genom att Samuel Crompton förenade de båda föregångarnas bästa sidor i sin "Spinning Mule".

I den brittiska textilindustrin arbetade snart mulspinningsmaskiner med hundratals snabbt roterande spindlar, maskiner som bara var möjliga att tillverka om delarna var standardiserade, utbytbara och gjorda med hög precision. Det skapade i sin tur efterfrågan på bättre verktygsmaskiner, som i sin tur gjorde det möjligt att producera andra, helt nya, produkter.

Dynamiken spädades på ytterligare när man i Storbritannien började framställa järn med stenkol – vilket också förändrade

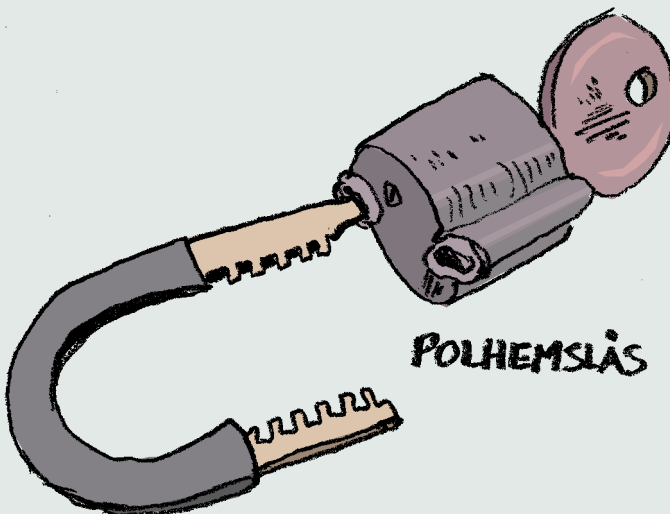
förutsättningarna för de svenska träkolsbaserade järnbruken. Samtidigt utvecklades ångmaskintekniken. Thomas Newcomens första ångmaskiner var så energislösande att de bara fungerade där bränslet var extremt billigt, det vill säga för att driva pumpar vid stenkolsgruvorna. Men med förbättringar som James Watts separata kondensator blev ångmaskinen en drivkälla som gick att använda överallt. Industrin var inte längre bunden till tillgång på vattenkraft.

Storbritanniens ställning som industrination var vid denna tid utan motstycke. Under en period stod Manchester för 75 procent av världsproduktionen av vävda tyger och Birmingham gjorde sig känt som "The workshop of the world".

Det påverkade också ingenjörernas bild av sig själva. I slutet av 1700-talet dyker för första gången uttrycket "civil engineer" upp, som ett sätt att särskilja sig från de militära ingenjörerna. Mot mitten av artonhundratalet kommer titeln "civilingenieur" i bruk även Sverige. Då hade "bergssingenjör" redan sedan 1799 använts för vissa ämbetsmän inom bergshanteringen.

Vårt land fick del av den snabba brittiska teknikutvecklingen när flera engelsmän och skottar kom hit och startade industrier runt början av artonhundratalet.

En av de första var engelsmannen Samuel Owen, som först besökte Sverige 1804 för att montera och få igång fyra ångmaskiner som kanslirådet Abraham Niclas Edelcrantz köpt. En maskin skulle driva den ångdrivna "Eldqvarn" som Edelcrantz



POLHEMSLÅS

HALL OF FAME



Per Gillbrand

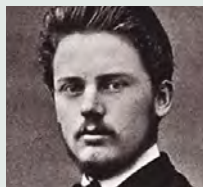
Snillrik motoringenjör som värvades från Volvo för att utveckla fyrtaktsmotorer hos konkurrenten Saab. Mest känd är Gillbrand, även internationellt, för att han tämjde den erkänt svårkontrollerade turbotekniken för vanliga personbilar. Han gick under smeknamnet "Turbopelle" och den lilla biltillverkaren i Trollhättan fick stora försäljningsframgångar under 1980-talet.



Baltzar von Platen och Carl Munters

De båda kurskamraterna och KTH-teknologerna presenterade sin uppfinning, absorptionskylskåpet, i sitt examensarbete 1922. Tre år senare fick de ta emot Polhemspriiset, ungefär samtidigt som Electrolux tog över rättigheterna till kylskåpet. Absorptionskylskåpet, utan rörliga delar, blev en försäljningssuccé över hela världen. Båda hade fortsatt långa, framgångsrika uppfinnarkarriärer.

HALL OF FAME



Gustaf de Laval
Högproduktiv uppfinnare, civilingenjör och serieentreprenör full av idéer och visioner. Tjänade pengar och förlorade förmögenheter. Världsrykte fick han för två innovationer: mjölkseparatorn (patent 1878) och ångturbinen (patent 1883). Båda uppfinningarna blev grunden för snillebolag: AB Separator (i dag Alfa Laval) och AB de Laval's Ångturbin (Stal-Laval och i dag Siemens Industrial Turbomachinery).



Sven Wingquist
Driftsingenjören vid Gamlestadens Fabrik löste de återkommande problemen med havererade lager genom sin banbrytande konstruktion, det självreglerande dubbelradiga radialkullagret. Han fick patent 1907. Det lade grunden till snilleföretaget SKF som var en avknoppning från textilfabriken. Wingquist var SKF:s första vd till 1919, under åren 1938–1953 var han styrelseordförande.

tänkte anlägga, en annan gå till en klädesfabrik och de två sista användas för att mala säd i två kronobrännerier. Det statliga monopolen på brännvinstillverkning hade inrättats under Gustaf III:s tid för att försöka hjälpa upp de usla svenska statsfinanserna.

Samuel Owen hade lärt sig grunderna i ångmaskinstekniken som modellsnickare hos Boulton & Watt i Birmingham, men var i övrigt i stort sett självlärd. Efter ett drygt år återvände Owen till Storbritannien, för att några år senare återkomma till Sverige, denna gång för gott. På några år byggde han upp ett gjuteri och en mekanisk verkstad. Rörelsen blev efterhand inriktad på att bygga ångfartyg. Totalt byggde Samuel Owens företag 27 fartyg, varav en del ingick i den egna rederirörelsen med linjetrafik på Mälaren och i Stockholms skärgård.

Något senare, 1822, lockade Baltzar von Platen hit skotten Daniel Fraser, för att bli föreståndare för Motala Verkstad. Den startades för att tillverka slussportar och broar och liknande till Göta kanal. Fraser var kvar i ledningen för Motala Verkstad i 20 år. Liksom Owens företag byggde Motala verkstad också ångfartyg, sammanlagt över 400. (Och får man tro Jules Verne hade man även levererat delar till kapten Nemos undervattensbåt Nautilus.)

I Göteborg hade skotten James Keiller tillsammans med sin kompanjon William Gibson först grundat ett modernt spinneri för hampa och lin och senare en presennings- och segelduksfabrik. År 1841 anlade Keiller en mekanisk verkstad, som kom att växa till storvarvet Götaverken.

Dessa verkstäder kom att fungera som yrkesskolor för en ny generation yrkesarbetare och blivande maskiningenjörer. Det samma gällde Göta kanal i sig, som har kallats Sveriges första och längsta tekniska högskola. Kanske kan man säga att de två bröderna John och Nils Ericssons karriärer (den senare stavade sig Ericson sedan han adlats) visar på hur lyckad kanalen var i den rollen.

Redan 1829 deltog John Ericsson i en tävling som gällde kontrakt på lokomotiv till en ny järnväg mellan Manchester och Liverpool. Visserligen besegrades Ericssons lok "Novelty" i grunden av Robert Stephensons "Rocket" – ett öde det delade med de tre övriga medtävlarna. Men det visade att Sverige nu hade en inhemsk förmåga när det gällde dåtidens mest avancerade teknikområde, järnvägarna. Brodern Nils kom att

leda utbyggnaden av det svenska stambanenätet och hedras i dag med en staty utanför Stockholms central.

I Storbritannien fortsatte järnvägstekniken att vara ett spjutspetsområde under lång tid framåt. Den förde med sig nya förändringar av ingenjörsideologin. Medan de första järnvägsbyggarna på samma gång ansvarat för utstakandet av linjesträckningen, byggande av tunnlar, broar och skärningar liksom för konstruktion av lok och vagnar, blev ingenjörskapet nu ytterligare specialiserat. 1818 hade Storbritanniens ”civila ingenjörer” slutet sig samman i ”Institution of Civil Engineers”, med krav på både teoretisk och praktisk kunskap som villkor för medlemskap.

1847 bildades den andra stora brittiska ingenjörssammanslutningen, Institution of Mechanical Engineers, vars medlemmar var maskiningenjörer. Dess förste ordförande var George Stephenson, som efter ett år på posten efterträddes av sin son Robert Stephenson. (I engelskt språkbruk blev civil engineering därefter i stort sett liktydigt med vad vi kallar väg- och vattenbyggnad.)

Storbritanniens ställning som världens ledande industrination nådde sin kulmen vid mitten av artonhundratalet och manifesterades bland annat i den stora världsutställningen i Crystal Palace i Hyde Park i London 1851. Men Sverige hade, med enstaka undantag, fortfarande mycket att ta igen. Visserligen deltog även vårt land i världsutställningen, men kritiken i ”Tidskrift för Praktisk Byggnadskonst och Mekanik m.m.” var nedgörande:

”Svenska industrien finnes här så uselt representerad, att världen måste döma oss att stå på den lägsta ståndpunkten af industriell utveckling... Vi hafva med blygsel och harm hört att de få och obetydliga artiklarna från Sverige ligga i en vrå, icke föremål för så mycken omvårdnad och uppmärksamhet som den att bortsopa dammet, hvaraf de blivit öfvertäckta.”

Kanske hade efterblivenheten att göra med att de begynnande svenska ingenjörsutbildningarna betonade den hantverksmässiga praktiken på bekostnad av det teoretiska innehållet. Visserligen hade examenstiteln civilingenjör introducerats i Sverige för de ingenjörer ”för allmänna arbeten” som utbildades vid Artilleriläroverket i Marieberg. De hade civil utbildning och civila funktioner men gick samtidigt i Väg- och vattenbyggnadskåren,

HALL OF FAME



Sverker Sjöström

Legendarisk teknisk direktör på Scania-Vabis som skapade företagets modulsystem. I slutet av 1960-talet hade modulariseringen av chassi och motorer kommit långt, under 1970-talet kom hytterna in i systemet och april 1980 presenterade Scania lastbilar helt igenom uppbyggda av standardiserade moduler ur en bygglåda. Att skräddarsy med få komponenter är en nyckel till Scanias höga lönsamhet.



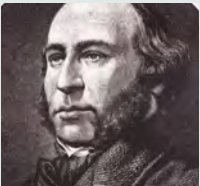
Gideon Sundbäck

Första blyxtlåset patenterades redan 1851 av en amerikan. Häktorna syddes fast för hand, en i taget i tyget. Svensk-amerikanen Gideon Sundbäck är dock det moderna blyxtlåsets uppfinnare. Det var han som 1913 kom på att stansa ut små häkter och klämma fast dem i två tygband, som sedan kunde sys fast med symaskin på klädesplagget. I Sverige startade tillverkningen 1931, vid Gusums Bruk.

HALL OF FAME

**Curt Nicolin**

Industrimannens första stora jobb efter KTH var att leda utvecklingen av en toppmodern svensk jetmotor på Stal i Finspång, ämnad för Saabs nya stridsplan Lansen. Motorn provflögs första gången 1952 hängande under buken på ett gammalt bombplan. Men utvecklingen avbröts redan samma år när det kalla kriget blev djupfryst och Lansen fick en färdigutvecklad brittisk jetmotor.

**John Ericsson**

Propellern och pansarskeppets pionjär började sin karriär som elvaåring på ritkontoret under bygget av Göta kanal. Började experimentera med ångmaskiner, flyttade till England 1826 och byggde bland annat ångloket Novelty. Förlorade en tävling mot Stephensons lokomotiv Rocket. Konstruerade den första propellerdrivna båten. Mest känd för pansarbåten Monitor som besegrade Merriam under amerikanska inbördeskriget.

som sattes upp 1851 som en militär kår för att i första hand tillgodose svenska statens behov av ingenjörer för planering och ledning av publika arbeten.

Men när det gällde de tekniskolor som var riktade mot industrins behov fanns vitt skilda uppfattningar om inriktningen. Det gällde såväl Teknologiska Institutet i Stockholm som Chalmerska Slöjdskolan i Göteborg och Falu Bergsskola. I Stockholm höll institutets förste föreståndare Gustaf Magnus Schwartz med kraft fast vid att skolan främst skulle ha en praktisk inriktning. Det ledde till svåra motsättningar med lärarkåren och Schwartz tvingades avgå. Utbildningen organiserades om mot en mer teoretisk inriktning och hårdare krav på förkunskaper, på samma gång som institutet tog över verksamheten vid Bergsskolan i Falun och civilingenjörsutbildningen vid Artilleriläroverket. Institutet hade nu fyra fackskolor med olika inriktning: kemi, maskinteknik, bergsvetenskap samt väg- och vattenbyggnad.

Den Chalmerska Slöjdskolan hade grundats genom att William Chalmers vid Ostindiska Kompaniet i Göteborg testamenterat sin förmögenhet till inrättandet av en "Industri skole för fattiga barn, som lärt sig läsa och skrifa." I många år tvistades om hur testamentet skulle tolkas. Skulle skolan bli en teknisk läroanstalt eller "en arbetsinrättning för tiggargossar"? Det blev till slut en ingenjörsskola. En av de som var med och drog upp riktlinjerna för den nya skolan var Jöns Jacob Berzelius, som var övertygad om vikten av vetenskapliga studier. Berzelius rekryterade även den första föreståndaren för skolan, brukspatronen Carl Palmstedt som även han var övertygad om teorins betydelse.

Synen på vikten av teoretiskt innehåll i ingenjörsutbildningen märktes ännu tydligare när riksdagen år 1876, efter en motion av polarforskaren A E Nordenskiöld, beslöt att Teknologiska Institutet skulle ombildas till vår första tekniska högskola. Första paragrafen i de nya stadgarna lød:

"Den Tekniska Högskolan har till ändamål att åt unge män, som vilja ägna sig åt något tekniskt yrke, meddela en därför erforderlig vetenskaplig utbildning." Ett förslag om att även Chalmerska Slöjdskolan skulle ombildas till teknisk högskola blev inte antaget, men utbildningen motsvarade ungefär den som gavs vid Tekniska högskolan. (Det var först 1937 som riksdagen

beslöt att den ”högre avdelningen” vid Chalmers skulle bli en teknisk högskola. Den ”lägre avdelningen” var en förberedande utbildning, som skulle ombildas till Tekniska Gymnasiet i Göteborg.)

I detta sammanhang var det inte Storbritannien som sågs som föregångsland, utan Tyskland, med sina Technische Hochschulen som bildats vid artonhundratalets mitt. I England höll man fortfarande fast vid traditionen att en blivande ingenjör fick sin utbildning genom att arbeta som lärling hos en erfaren ingenjör. Att Storbritanniens industriella försprång minskade kraftigt mot slutet av artonhundratalet kan till en del förklaras av att ingenjörsutbildningen inte höll samma nivå som i Tyskland – och småningom även så Sverige.

När Sverige 1897 ordnade en industriutställning på Djurgården i Stockholm så var fiaskot med deltagandet i 1851 års världsutställning redan långt borta. Sverige kunde visa upp alla möjliga industriprodukter, från fickknivar och porslinspjäser till pappersmaskiner och telefonväxlar. Ingenjörsutbildningen hade expanderat kraftigt, till exempel tog Tekniska Högskolan in cirka 100 studenter per år.

Under decennierna kring sekelskiftet mellan artonhundratals och nittonhundratals växte ett antal stora svenska företag fram. För många låg den nya teoribaserade, eller om man så vill vetenskapliga, ingenjörskunskapen bakom innovationerna som de grundats på. Det var företag som Asea, SKF, AGA, Jungner, Separator och Turbinaktiebolaget Ljungström. Nu hade den svenska industrin en expansionsperiod som saknar motstycke. Men grogrunden handlade inte bara om teori, utan också om handfast praktik, som att industrin fått tillgång till nya verktygsmaskiner och måttverktyg som klarade de nya höga kraven på precision.

Det så länge efterblivna Sverige hade kommit i kapp. Nu fanns den miljö, den grogrund, som saknats när Christopher Polhem en gång byggde sina högmekaniserade tillverkningslinjer. Under nittonhundratalet fortsatte omvandlingen och industrin, framförallt verkstadsindustrin, blev den viktigaste näringen medan jordbrukets andel minskade.

Men striden mellan dem som framför allt betonade teoretisk vetenskap och dem som såg praktiken som viktigast var

HALL OF FAME



Oscar Kjellberg
Skeppsingenjören revolutionerade tillverkningsindustrin genom att göra elsvetsning med belagda elektroder industriellt användbar. Genombrottet kom när han 1907 fick patent på en beläggning som skapade ett slaggsnitt som hindrade den smälta metallen att oxidera. Misstron mot tekniken var länge stor. Hans företag ESAB byggde 1920 världens första helsvetsade fartyg.



Gustaf Larson
Medgrundare av Volvo, tillsammans med SKF-säljaren Assar Gabrielsson, och konstruktör av den första personbilen som fick arbetsnamnet ”Larson”. När bilen introducerades 1927 hade den modellbeteckningen Volvo ÖV4. Tillsammans med några konstruktörer och KTH-teknologer gjorde han också förarbetet till fabriken. Radarparet styrde Volvo fram till sina respektive pensioneringsringar på 1950-talet.

HALL OF FAME

**Axel Welin**

Under slutet av 1800-talet var Welin framgångsrik vapenkonstruktör i London. Men han är i dag mest ihågkommen för sina sinnrika dävertar för livbåtar. Efter att ha firat ner en båt kunde de snabbt vevas tillbaka och sjösätta nästa båt. Även Titanic hade hans dävertar. De som överlevde katastrofen räddades nästan uteslutande genom att firas ner i livbåtar med hjälp av Welindävertar.

**Björn Weichbrodt**

I början av 1970-talet beslutade Asea att utveckla en egen industrirobot. Teamet leddes av Björn Weichbrodt som ville ha en robot som efterliknade hur en människoarm rör sig. Företaget satsade också på en eldriven robot. Det blev möjligt genom en kompakt reduktionsväxel. En nymodighet var att den styrdes med en mikroprocessor. Den första orangea IRB 6 levererades årsskiftet 1973-74.

fortfarande intensiv, både inom och utom ingenjörs kåren.

När Gustaf Dalén fick Nobelpriset i fysik 1912 kunde det ses som ett erkännande av den teoretiska ingenjörsvetenskapens värde. Dalén hade själv en mycket gedigen utbildning. Efter fyra års studier i Göteborg hade han tagit en ingenjörsexamen i maskinteknik som han byggde på genom ett år vid högt ansedda Polytechnikum i Zürich. På samma gång var ju donatorn Alfred Nobels uppfinningar grundade på omfattande kemiska kunskaper och experiment.

Samtidigt fanns kritiker som ansåg att ingenjörsutbildningen blivit alltför teoretisk. I december 1912, alltså ungefär samtidigt som Nobelpriset delades ut, redovisade Industriförbundet ett uttalande undertecknat av 103 industriföreträdare som bekräftade missnöjet med högskoleutbildningen. Framför allt kritiserade de ingenjörernas bristande ekonomiska kunskaper. Därför borde inte högskolan som dittills, liksom universitetet, ligga under ecklesiastikdepartementet utan föras över till det blivande industridepartementet.

Vid ett offentligt möte i februari därpå bemötte Tekniska Högskolans rektor Carl Jacob Magnell anklagelserna. Enligt honom var industrins behov snarast underordnade den allmänna nyttan av teknikens framsteg:

”Industrin är icke teknikens mål, utan ett dess medel att i så vidsträckt kretsar som möjligt sprida de tekniska vetenskapernas frukter”.

Kanske var Axel F Enström, senare initiativtagare till Ingenjörsvetenskapsakademiens grundande och dessutom IVA:s första vd, den som till sist lyckades överbrygga motsättningarna.

Vid Teknologföreningens årsmöte 1913 ansåg han att Industriförbundet och högskolan inte förstätt varandra. Båda var egentligen ute efter samma sak. Under sina resor i Sverige hade Enström sett att ”bristande förmåga hos från Tekniska Högskolan utexaminerade ingenjörer att bedöma saker ur rent teknisk synpunkt haft den påföljd att allvarliga ekonomiska missgrepp därav uppstått eller kunnat uppstå.”


Enströms recept var därför att den vetenskapliga skolningen måste bli bättre, inte minskas:

”Om ingenjören är fullt skicklig att göra nödiga beräkningar, kommer hans görande och låtande att automatiskt utmynna i ekonomiskt riktiga åtgärder, och då får industrimannen en annan uppfattning om honom.”

Man kan kanske säga att det slutliga erkännandet av ingenjörsvetenskapen som vetenskap var när högskolorna fick rätt att dela ut en teknologie doktorsgrad. I föregångslandet Tyskland hade detta skett redan 1899 i samband med de tekniska högskolornas hundraårsjubileum. Då förklarade den tyske kejsaren, iförd ingenjörskårens uniform, att dessa nu fått promotionsrätt. Det innebar att de officiellt erkänts som jämställda med universitetet.

1927 gav riksdagen till sist KTH rätten att utdela teknologie doktorsgrad. De första fem teknologie doktorerna promoverades två år senare. Chalmers fick vänta ytterligare ett decennium. I Göteborg fick man promotionsrätt först 1937, när Chalmers blev teknisk högskola.

I dag, efter ytterligare ett sekelskifte, fortsätter omvandlingen av världen, industrin och kunskapen och därmed ingenjörens roll.

Frågorna är ibland desamma som förut, ibland helt nya. Kommer andra sektorer att tränga undan industrins betydelse? Hur skapar vi uthålligt hållbara tekniska lösningar? Hur ska ingenjörskunskapen förmedlas? Svaren får vi söka i framtiden, men det kan leda en bit på väg att känna historien. 

HALL OF FAME



Boris Hagelin

En av världens mest kända konstruktörer av krypteringsmaskiner. Hagelins modell C var liten nog att rymmas i en byxficka. Ändå gav den en kryptering jämbördig med de tyska Enigmamaskinerna. Maskinen byggde på ett räkneverk till en biljettautomat som Boris Hagelin gjort. Under andra världskriget tillverkades över 140 000 Hagelinmaskiner till de allierades trupper runt om i världen.



Wilhelm Hoffstedt

Han tog examen 1865 vid Teknologiska institutet, nuvarande KTH, och blev lektor i konstruktion av maskinelement. Mest känd är han som grundare av Teknisk Tidskrift. Första numret kom 1870, men utgivningen togs redan 1878 över av Svenska Teknologföreningen. Ända fram till 1967, då Ny Teknik startade, var tidningen landets viktigaste organ för debatt och för att publicera nya rön inom teknik.



Kungl. Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA) är en fristående akademi med uppgift att främja tekniska och ekonomiska vetenskaper samt näringslivets utveckling. I samarbete med näringsliv och högskola initierar och föreslår IVA åtgärder som stärker Sveriges industriella kompetens och konkurrenskraft. För mer information om IVA, se www.iva.se



Marie Carlman och
Christina Juhlin, Tetra Pak



Jonas Lantz,
Linköpings universitet



Maria Huttunen,
Midsummer



Marcus Carlsson,
Cake



Robert Kniola,
Wematter



Ödgård Andersson,
Volvo Cars



Adam Johansson,
Sandvik



Lina Ankargren,
Scania

Maskiningjören sätter fart på solcellstilverkning, räknar fram friskare hjärtan, styr självkörande bilar in i framtiden, minskar matsvinnet och elektrifierar fordonsindustrin. I den här boken möter du åtta passionerade problemlösare som gör världen lite bättre.

Du kan läsa om snillrika mekaniker som Christopher Polhem och Nobelpristagaren Gustaf Dalén. Polhem lade grunden till maskinutbildningen och Dalén var sin tids mest välutbildade ingenjör. I boken berättar vi också om programmen vid landets fem främsta tekniska lärosäten.

Behovet av maskinkunnande är stort, även när världen digitaliseras.



Kungl. Ingenjörsvetenskaps
Akademien

