

# SOLID

## GROUND

#1 2021

EN TIDSKRIFT FRÅN  
SANDVIK MINING AND ROCK SOLUTIONS

**Ryssland:**

**Ovan jord,  
under nollan**

**Sandvik LH518B:**

**Nästa generation  
inom elektrifiering**

**AutoMine Concept:**

**En försmak  
av framtiden**

**Kiruna: LKAB**

# Skalar upp nere i djupet

**SANDVIK**

## Bästa läsare,

**VI HAR NU ETT NYTT NAMN** inom Sandvik-koncernen: Sandvik Mining and Rock Solutions (tidigare Sandvik Mining and Rock Technology). Men du kan vara säker på att teknik även i fortsättningen kommer att vara vårt fokus när vi förser våra kunder – gamla som nya – med innovativa lösningar.

”Framtiden är redan här” är ett uttryck som används ofta, men med vårt konceptfordon AutoMine Concept är det verkligen sant. Det är vår framtidsvision av autonom gruvutrustning och fordonet används redan vid vår testgruva i finska Tammerfors. Den här högpresterande batterielektriska lastmaskinen har designats enbart för automatiserad och fjärrstyrd drift och är utrustad med 3D-kartläggning online och pålitlig kollisiondetektering. Den kan hitta den bästa vägen även i gruvmiljöer som ständigt förändras.

**UTTRYCKET GÄLLER ÄVEN** den batterielektriska lastmaskinen Sandvik LH518B. Det är tredje generationens BEV-design med nya lösningar som förbättrar operatörens sikt och möjliggör enklare och snabbare batteribyten. Det gäller dessutom det revolutionerande Top Hammer XL-konceptet. Det är den senaste innovationen i vårt förstärkta erbjudande för ovanjordsborrning och ett realistiskt alternativ till DTH-teknik vid hålstorlekar upp till 178 millimeter. Våra lösningar ingår i en större helhet: det som verkligen gör skillnad när det gäller att maximera utrustningens produktivitet är vår mycket skickliga servicepersonal, som erbjuder support ute hos kunderna.

Vårt åtagande innefattar inte bara våra kunder, utan även branschen och världen i stort. Det är därför vi hela tiden arbetar för att flytta fram gränserna inom automation, digitalisering, elektrifiering och hållbarhet.

Vi anser att produktivitet och hållbarhet hänger ihop – en produktivare gruva är också en mer hållbar gruva.

Teknik och lösningar: det är en utveckling som i backspegeln inte kommer att kännas som en revolution.



**HENRIK AGER**  
PRESIDENT SANDVIK MINING  
AND ROCK SOLUTIONS

### START

Globala utblickar ..... 4

### LKAB KIRUNA

Jätte med nytt driv ..... 6

### AUTOMINE CONCEPT

Banar väg för framtiden ..... 14

### ALTAYVZRYVSERVIS

Vid yttersta gränsen ..... 18

### PROFILEN

Gruvornas svarta låda ..... 24

### TOP HAMMER XL

Den nya utmanaren ..... 26

### HÅLLBARHET

Går på djupet för förändring ..... 30

### EXPERTEN

Ett skifte i gruvindustrin ..... 33

### SANDVIK LH518B

Fulladdad och redo att lasta ..... 34

### THE BIG PICTURE

Solen skiner på avsidets gruvdrift ..... 38

**SOLID GROUND** är en affärs- och tekniktidning från Sandvik Mining and Rock Technology, Kungsbron 1, 111 22 Stockholm. Telefon: 08-456 11 00. Solid Ground ges ut två gånger om året på engelska, kinesiska, franska, polska, portugisiska, bahasa, ryska, spanska och amerikansk engelska. Tidskriften är kostnadsfri för Sandvik Mining and Rock Technologys kunder. Den publiceras av Spoon Publishing i Stockholm. ISSN 2000-2874.

**Chefredaktör och utgivare:** Tiina Heiniö. **Projektleddare:** Eric Gourley. **Redaktör:** Jimmy Håkansson. **Assisterande redaktör:** Michael Miller. **Art director:** Pernilla Stenborg. **Språksamordnare:** Louise Holpp. **Prepress:** Markus Dahlstedt. **Omslagsfoto:** Adam Lach. **Redaktionsråd:** Robert Ewanow, Eric Gourley, Tiina Heiniö, Antti Niemi, Kate Parkinson and Katja Rivilä.

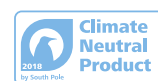
Icke beställt material accepteras inte. Material i tidskriften får endast återges med tillåtelse. Begäran om tillåtelse ska skickas till redaktionschefen för *Solid Ground*. Redaktionellt material och åsikter som uttrycks i *Solid Ground* återspeglar inte med nödvändighet Sandvik Mining and Rock Technologys eller utgivarens åsikter.

AutoMine, Knowledge Box, OptiMine, Pantera, RockPulse och Toro är registrerade varumärken som tillhör Sandvik-koncernens företag i Sverige och/eller andra länder.

För e-post- och distributionsfrågor: [solidground@sandvik.com](mailto:solidground@sandvik.com)  
Internet: [solidground.sandvik](http://solidground.sandvik)

*Solid Ground* publiceras i informationssyfte. Informationen som ges är av generell natur och ska inte tolkas som rådgivning eller läggas till grund för beslut i specifika ärenden. Varje användning av given information sker på användarens eget ansvar. Sandvik Mining and Rock Solutions åtar sig inget ansvar för direkta eller indirekta skador eller följdskador som kan återföras till information som getts i *Solid Ground*.

Sandvik hanterar personuppgifter i enlighet med EU General Data Protection Regulation (GDPR). Information om datasäkerhet finns på [www.home.sandvik/privacy](http://www.home.sandvik/privacy). För att avsluta prenumerationen eller göra andra ändringar i den, vänligen kontakta [solidground@sandvik.com](mailto:solidground@sandvik.com).





# INNEHÅLL **1.21**



# TUNGA LEVERANSER

Två tunga Sandvik MT720 roadheader för tunneldrivning, är färdiga för leverans. Det är Sandviks första leverans någonsin av detta slag till Sydkorea. Maskinernas kraftiga konstruktion och unika egenskaper ger utmärkt prestanda och profilnoggrannhet. Dessa roadheader kommer att arbeta vid en 3,5-kilometers utvidgning av tunnelbanelinjen Incheon i Seoul-området. Restriktioner för borrhning och sprängning inom urbaniserat område gör att maskinerna kommer att utnyttja Sandviks avverkningsteknik ICUTROC för att hantera geologi med hög tryckhållfasthet och förslitande sten, där mekanisk avverkning inte är det typiska valet. CUTRONIC-systemet automatiserar avverkningen, vilket ökar produktiviteten och noggrannheten.

En Sandvik MB670-1 bolter miner är på väg till Indien och underjordskolgruvan Muraidih i Barora, Dhanbad. Ambitiösa mål på en ny och växande marknad väntar denna eldrivna gruvmaskin, som kommer att användas för ortdrivning vid longwalls-brytning. Sandvik MB670-1 är framtagen för att driva ort och för att installera tak- och sidväggstöd samtidigt. Det är en säkrare, effektivare lösning för snabb ortdrivning av gruvmyningar i longwalls-brytning än andra tekniker på marknaden.



## iSerien krossar två rekord



**Demetre Harris**

-----  
Ett nära samarbete mellan Sandvik Mining and Rock Solutions och gruvdriften vid järnmalmsfyndigheten Mesabi i Nordamerika har resulterat i två nya borrhningsrekord. I ett område som är känt för sin hårda berggrund har användningen av ett Sandvik DR412i borrhgregat, med en optimerad AutoMine-lösning installerad, visat sig ha bättre produktivitet än konkurrenterna.

När man väl angripit en förändring i geologin med Sandviks premium verktygsalternativ och Sandviks expertstöd kunde gruvan sätta ett nytt rekord för ett

### REKORDEN

**305**  
meter på ett  
enda skift

**18,5**  
meter per  
planerad timme

enda skift med 305 borrhade meter. Två månader senare satte man ett nytt rekord med 18,5 meter per planerad timme (genomsnittlig borrhjnkning) med hjälp av senaste generationens adaptiva AutoDrill-algorithm.

”Det fantastiska resultatet beror på en kombination av en korrekt algorithm, som möjliggör automatisk justering av både rotations- och dragkraften, och kundens öppenhet att tänka nytt och att borra mindre hål i krävande terräng. Två nya borrhgregat kommer att tas i bruk, vilket bygger vidare på vår nära relation. De integreras sömlöst i kundens befintliga flottstyrningssystem”, säger Demetre Harris, produktchef, Automation, Sandvik Mining and Rock Solutions.

### FÅR PRIS FÖR BEST PRACTICE

-----  
Frost & Sullivan har tilldelat Sandvik priset 2020 Global Autonomous Mining Solutions Product Leadership Award för företagets utbud inom avancerad gruvautomation, teleoperation och digitala, AutoMine och OptiMine.

”Sandvik är det enda företag med utrustning och lösningar för gruvor som fick pris i vår kategori 2020 Class of Top 50 Digital Best-Practitioners inom industri- och energiområdet”, säger Rohit Karthikeyan, industrianalytiker hos Frost & Sullivan.





## Gigantisk borrhög till Sydamerika

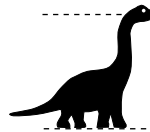
Sandviks största roteranderigg för språnghålsborrning, Sandvik DR416i, har framgångsrikt levererats från Alachua, Florida. Sandvik DR416i väger mer än 200 ton och kom nyligen fram till Brasilien, där den kommer att borra stora 311-millimeters språnghål i en krävande järnmalmstillämpning.

### HUR STOR ÄR Egentligen SANDVIK DR416i?



#### Håldiameter

270 millimeter och 406 millimeter  
- det sistnämnda är lika stort som en vanlig badboll



#### Singelpassdjup

21 meter - samma längd som en Apatosaurus



#### Borrstång/borrör

273 millimeter - samma diameter som en medelstor pizza



#### Motoreffekt

1 118 kW (1 500 hk) - samma effekt som den turboladdade motorn på en Bugatti Chiron



Med en vikt på nästan 212 ton krävs det nio tunga lastbilar för att transportera Sandviks största borrhög

## Effektivare med uppkopplade verktyg

Utvecklingen mot bättre uppkopplade entreprenadmaskiner inom infrastrukturprojekt fortsätter. Men det är en utmaning att konsolidera olika molnbaserade system för att kunna identifiera trender och öka effektivitet, drifttid och säkerhet. Med sin lösning Infrakit är Sandvik den första OEM-leverantören av utrustning som erbjuder sådan interoperabilitet. Infrakit kopplar ihop fjärrstyrningssystemet SanRemo för ovanjordsutrustning med andra arbetsmaskiner, fältutrustning och personal i en enda plattform. Målet är att förenkla och att dela data med andra system och användare för bästa möjliga produktivet.



## Sandvik grundar ett nytt affärsområde

Sandviks Crushing and Screening-division har blivit ett eget affärsområde med namnet Sandvik Rock Processing Solutions. På senare år har divisionen för krossning och siktning avsevärt förbättrat sina resultat och beslutet togs att möjliggöra en fullständig kundinriktning och ett hundraprocentigt fokus på hela värdekedjan för bergbearbetning. Grundandet av det nya affärsområdet gör också att Sandvik Mining and Rock Solutions (tidigare Sandvik Mining and Rock Technology) ytterligare kan stärka sitt kärn erbjudande för bergbrytning, bland annat inom digitalisering, automation och elektrifiering.

Stefan Widing, Sandviks VD och koncernchef, säger: "Sandvik är marknadsledande inom bergbearbetning och vår Crushing and Screening-division presterar mycket bra. Genom att skapa affärsområdet Rock Processing ökar vi transparensen och stärker våra tillväxtambitioner inom detta område". I fortsättningen hittar du Sandvik Rock Processing Solutions utbud på [rockprocessing.sandvik](http://rockprocessing.sandvik).




# JÄTTE MED NYTT DRIV

**KIRUNA.** Underjordslastaren med branschens högsta kapacitet hjälper världens största järnmalmsgruva under jord att fortsätta ligga i teknikutvecklingens framkant. Följ med norr om Polcirkeln. ▶

TEXT: ERIC GOURLEY FOTO: ADAM LACH





**Toro LH625iE är Sandviks största kabelelektriska lastare med en nyttolastkapacitet på 25 ton.**





**”Diesel var helt enkelt inte ett alternativ om vi skulle ha stora, produktiva maskiner här nere”, säger Per Brännman, ansvarig för Kirunagruvans transportavdelning.**

inte ett alternativ om vi skulle ha stora, produktiva maskiner här nere”.

**KIRUNA VAR BLAND** de första inom gruvindustrin att använda kabelanslutna lastmaskiner. LKAB är inte främmande för de miljö- och produktivitetsfördelar som elektrifierad gruvdrift ger. Kiruna provade sin första kabelanslutna lastare 1985 och inom ett par år bestämde sig gruvan för att gå över till eldriven produktionsutrustning.

”I början var ventilationskraven en av de största drivkrafterna och bättre arbetsmiljö under jord var en bonus”, säger Per Brännman. Hans avdelning ansvarar bland annat för skrotning, laddning, sprängning, lastning, renovera malmschakt och att underhålla både utrustning och vägar.

Elmotorer förbättrar arbetsmiljön under jord eftersom man slipper avgasutsläpp, de producerar mindre värme och ger färre vibrationer och lägre ljudnivåer. Detta förbättrar inte bara operatörernas välbefinnande, utan minskar även avsevärt behovet av ventilation. Elektrisk utrustning kan även sänka en gruvans energikostnader till en bråkdel jämfört med en diesel driven enhet.

”Vi bevisade för många år sedan att man kan uppnå enorm lastkapacitet och produktivitet utan att använda traditionella dieselmotorer och fossilt bränsle”, säger Per Brännman. ”Vi har gjort det sedan början av 1980-talet. Vi vet vad en elektrisk maskin kan göra.”

## Vi var tvungna att skala upp gruvan och för det krävs större maskiner.

**NÄSTAN 1,5 MILJARD** ton järnmalm har utvunnits ur djupen vid LKAB:s kända verksamhet i Kiruna sedan driften inleddes 1898. I gruvan finns femtio mil underhållna vägar. Den anses allmänt vara en av världens modernaste underjordsgruvor och är känd för sin inriktning på innovation och utnyttjande av den senaste tekniken.

Kirunas malmskropp är ungefär 80 meter bred och fyra kilometer lång och når ett djup på upp till två kilometer. Vad som en gång började som ett dagbrott har gradvis expanderat till att bli en djup, mycket malmerik underjordsgruva. Kiruna passerade 1 000-metersgränsen 1999 och 2012 fullbordade LKAB en ännu djupare huvudnivå på 1 365 meter. Den förväntas säkra malmbrytningen till omkring 2035.

Ju djupare gruvan har blivit, desto dyrare och mer komplicerad har ventilationen blivit.

”Vi var tvungna att skala upp gruvan och för det krävs större maskiner. Men vi såg stora problem med att använda diesel”, säger Per Brännman, som leder gruvans 300 personer starka transportavdelning. ”Det handlar inte bara om att man måste ha mer ventilation för att få en bra miljö. Man måste också driva mer orter. Diesel var helt enkelt

### LKAB

Luossavaara-Kiirunavaara AB (LKAB) är en internationell högteknologisk gruv- och mineralkoncern. Dess kärnverksamhet är gruvdrift och att processa järnmalm i norra Sverige för den globala stålmarknaden. Företaget bryter 80 procent av all järnmalm i Europa och producerade 27,1 miljoner ton järnmalmsprodukter 2020. LKAB grundades 1890 och ägs av svenska staten. Försäljningen 2020 uppgick till ca 33,9 miljarder kronor. Antalet anställda är ca 4 500 stycken i tolv länder. Andra koncernverksamheter inkluderar industrimineraler, borrsystem, tågtransporter, bergtjänster och fastighetsbolag.





**LKAB bryter 80 procent av all järnmalm i Europa. År 2020 producerades 27,1 miljoner ton järnmalm produkter.**









## Om man ska driva ett sånt här projekt tillsammans måste båda parter vara öppna för nya idéer.

Vårt mål är att försöka göra det ännu bättre”. Sedan man tog beslutet att införa elektrisk produktionslastning har Kirunagruvan kontinuerligt bytt ut sina dieseldrivna maskiner. Idag förlitar sig gruvan på en flotta med 17 Sandvik LH625E elektriska lastmaskiner, vars 25 tons nyttolastkapacitet är avgörande för att Kiruna ska uppnå sitt dagliga mål på 85 000 ton malmbeskickning.

”Vi är en stor gruva, men vi har inte massor av utrymmen som passar för lastning”, säger Per Brännman. ”Vi har några stycken och den maskin som står där måste jobba hårt. Vi vill inte ha en flaskhals i gruvan. Och om vi har för få 25:or i gruvan når vi inte vårt dagliga produktionsmål. Så de här maskinernas kapacitet är enormt viktig”.

Den äldsta av gruvans beprövade Sandvik LH625E-lastare är 13 år och har mer än 35 000 produktionsstimmar men komponenterna börjar bli omoderna. Det som en gång startade som ett projekt för att uppdatera dem, samt ett sidoprojekt för att förbättra kabelvindan, har utvecklats till en helt uppggraderad gruvlastmaskin.

”Vi är mycket nöjda med vår gamla LH625E, så vi ville ha en sådan maskin. Men Sandvik sa till oss att det var mycket som var omodernt. Efter mycket diskussion bestämde vi tillsammans med Sandvik att om vi inte kunde bygga en gammal 625, så skulle vi bygga en ny. Och det var det vi gjorde”, säger Per Brännman och fortsätter:

”Tiden går fort och 1980-talets spetsteknik är inte det mest avancerade idag. Många komponenter är från LH625E, men med ny teknik. Vi kombinerade Sandviks kunskap och expertis om den här maskinen med den erfarenhet som våra operatörer samlat på sig

under de många år som de använt den. Resultatet är Toro LH625iE”.

**SANDVIK HADE ETT** nära samarbete med LKAB för att specialanpassa designen av Toro LH625iE till Kirunas behov. Det innefattade bland annat bättre energieffektivitet än den gamla modellen, fast med samma branschledande 25-tonns lastkapacitet, och en större, mer ergonomisk förarhytt.

Toro LH625iE är 14 meter lång och har en fyra meter bred skopa. Den är kopplad till gruvans nätverk med en 350 meter lång elkabel som ger ett driftområde på upp till 700 meter.

Den rymliga hytten ger operatörerna oöverträffat utrymme och gör att det går att montera en unik 180-graders sits, vilket inte

### KIRUNAGRUVAN

LKAB:s gruva i lappländska Kiruna är världens största underjordsgruva för järnmalm. Gruvan har producerat nästan 1,5 miljarder ton råmalm sedan brytningen inleddes 1898. Man har cirka 1 800 anställda, varav 400 arbetar i gruvan. Under 2020 producerade Kiruna 25,6 miljoner ton råmalm. Gruvan producerar dagligen omkring 85 000 ton malmbeskickning och hade i januari 2021 dokumenterad och sannolika tillgångar på mer än 730 miljoner ton med en järnhalt på cirka 41 procent. Malmen transporteras med järnväg till den isfria hamnen i norska Narvik för vidare distribution.

LKAB har sedan grundandet 1890 växt till en internationell verksamhet. Idag finns man i tolv länder och har cirka 4 500 anställda runt om i världen.



är möjligt i Sandviks kompaktare lastmaskiner. Sitsen manövreras från styrspaken och kan vändas i färdriktningen, vilket förbättrar ergonomin och gör att operatören inte behöver titta över axeln.

”Sitsen är jätte viktig för mig som operatör”, säger John-David Sundbris, som kört Sandvik LH625E-lastare i två år men som de senaste sex månaderna har suttit bakom kontrollerna på gruvans första Toro LH625iE. En guldplakett på hytten visar att den är nummer 600 av de elektriska lastmaskiner som Sandvik har levererat globalt.

”Snurrsitsen är mycket mer ergonomisk än en vanlig sits och den gör att sikten blir bättre”, förklarar John-David Sundbris. ”Man följer flödet med sitsen och vänder den bara när man behöver titta åt ett annat håll. Den förbättrar verkligen arbetsförhållandena”.

**TORO LH625iE:S KABELSYSTEM** är också uppdaterat. Den nya slutna kabelvindan har låg spänning och har utformats för att öka elkabelns livslängd och minska kabelskador i hörn på orterna.

”Det är en klar förbättring när man kan öka elkabelns livslängd”, säger Per Brännman. ”Man kan ha en jämn hastighet hela tiden och man får inga ryck i kabeln. Det går mycket mjukare. Och kabeln brukar behöva

mycket underhåll, så om vi kan förbättra det ökar vi produktionstiden”.

**I BÖRJAN VAR** det lite problem med det nya systemet, men LKAB och Sandvik löste dem tillsammans.

”Det är ett helt nytt system och man måste justera det för att det ska fungera på bästa sätt”, säger Per Brännman. ”Med några små justeringar fungerar det jättebra nu”.

LKAB litade på de tester som utförts vid Sandviks fabrik och i februari 2020 tog man omgående prototypen av Toro LH625iE i bruk. Per Brännman berättar att maskinen producerade 140 000 ton malm under de första 350 drifttimmarna, utan något stopp.

John-David Sundbris säger att, ”Det är otroligt viktigt att vi har produktiv utrustning som kan leverera de stora volymer sten vi behöver. Om vi inte klarar det kan vi bli en flaskhals i produktionen”.

Han kör in i en ort, fyller lätt skopans 10 kubikmeter och kör till närmaste malm-schakt. Han tippar 25 ton i en behållare precis ovanför huvudnivån, där malm samlas upp innan den transporteras till stora underjordskrossar med förarlösa tåg 1 365 meter under marken.

”Det är en kraftfull maskin säger”, John-David Sundbris, som också är mycket



Baserat på LKAB:s värdefulla insikter specialanpassade Sandvik konstruktionen av Toro LH625iE till Kirunagruvans behov.



Toro LH625iE har även en uppdaterad kabelvinda som utformats för att öka elkabelns livslängd.



”Det är verkligen en maskin man kan lita på. Den levererar precis det som vi förväntar oss”, säger operatören John-David Sundbris.





## TORO LH625iE

Toro LH625iE är den största av Sandviks kabelanslutna lastmaskiner med en nyttolastkapacitet på 25 ton. Den har en energieffektiv, IE4-klassad elmotor som ger låg kostnad per ton. Denna uppgraderade jätte har ett nytt system för att rulla upp kabeln, med låg spänning, vilket ökar kabelns livslängd. Förarhytten är rymlig och har en sits som kan snurra 180 grader. När det gäller digitalisering och intelligens är Toro LH625iE utrustad med smarta lösningar som Sandvik Intelligent Control System och hårdvaran My Sandvik Digital Services Knowledge Box levereras som standard. För produktionsövervakning kan lastaren även utrustas med Sandviks Integrated Weighing System (IWS), liksom med lösningarna AutoMine och OptiMine.

nöjd med storleken och funktionaliteten på den sjutums pekskärm som visar viktig information på ett enda ställe. Det gör att han kan titta på vägen.

**BILDSKÄRMEN VISAR SERVICEINFORMATION,** enklare systemdiagnoser och filer från alarmloggen, vilket förenklar underhållet. Sandviks Intelligent Control System övervakar och varnar operatören innan det uppstår några fel. Det minskar risken för allvarliga skador och eventuella produktionsstopp.

”LH625iE är mer digital och det är lättare att se om det händer någonting”, säger John-David Sundbris. ”Allting är mer integrerat i skärmen. Det är verkligen en maskin man kan lita på. Den levererar precis det som vi förväntar oss”.

Kiruna fick sin andra Toro LH625iE i november 2020. Man kommer att få leverans

på ytterligare tre stycken under 2021 och en sjätte tidigt 2022. Med en option på två maskiner till ändrar LKAB hela sin flotta till Toro 625iE, berättar Per Brännman.

Gruvan har även tre automatiska Sandvik LH621-lastare i drift, den största dieseldrivna lastmaskinen i Sandviks flotta, medan spränggaser ventileras bort efter nattliga skjutningar. Den tredje av gruvans sex Toro LH625iEs, med förväntad leverans tredje kvartalet 2021, är även utrustad med AutoMine.

”Vi ser fram emot möjligheten att automatisera ännu mer”, säger Per Brännman, som påpekar att den ”förnyade jätten” har överträffat LKAB:s förväntningar.

”Om man ska driva ett sånt här projekt tillsammans måste båda parter vara öppna för nya idéer”, säger han. ”Jag kommer att rekommendera Sandvik eftersom de är så

professionella. Då menar jag även mottagliga för idéer, engagerade och mycket kunniga. Det är absolut ett samarbete som båda företagen vunnit på”.





# **BANAR VÄG FÖR FRAMTIDEN**

**Med kombinationen av avancerade sensorer, miljövänlig batterielektrisk teknik och artificiell intelligens är AutoMine Concept-fordonet Sandviks framtidsvision för autonom gruvutrustning. Och den är redan i drift i Sandviks testgruva i Tammerfors, Finland.**

TEXT: **TURKKA KULMALA** FOTO: **SANDVIK**





Med hjälp av avancerade avkänningsfunktioner, kartläggningsteknik och artificiell intelligens kan AutoMine Concept-fordonet planera sina egna rutter.



### AUTOMINE CONCEPT-FORDONET

- Batterielektrisk lastmaskin med högsta prestanda
- 3D-kartläggning online av området runt omkring
- Anpassningsförmåga att hitta de lämpligaste vägarna även i gruvmiljöer som ständigt förändras
- Omedelbar hinderupptäckt och reaktion i realtid för att förhindra kollisioner

**JUSSI PUURA, DIGITALIZATION** Lead hos Sandvik Mining and Rock Solutions, är exalterad över konceptfordonet AutoMine Concept, vilket inte är konstigt. ”Det är på det hela taget vägen till framtiden och Sandviks färdplan för att komma dit”, menar han. ”Det visar hur ett typiskt gruvfordon kan se ut om tio eller tjugio år. Dessutom är det inte bara en vision i en bildpresentation. Det är ett spännande, verkligt fordon som faktiskt är i drift nere i vår testgruva”.

Det är lätt att förstå hans entusiasm.

Förutom att det är en hypermodern batterielektrisk lastmaskin är AutoMine Concept-fordonet utrustat med avancerade avkänningsfunktioner och teknik för 3D-kartläggning. Det har även artificiell intelligens som gör att det kan anpassa och planera sin egen rutt för att hitta den bästa vägen, även i miljöer som förändras konstant. Fordonet utgör ett betydande steg mot en omfattande autonom gruvdrift.

Konceptfordonet AutoMine Concept är dessutom en viktig milstolpe i Sandviks utveckling av lösningarna AutoMine och OptiMine. Sedan 2004 har dessa digitala system underlättat automatiserad gruvdrift. De initiala tvivel som fanns på marknaden har de senaste åren bytts mot en ökad efterfrågan. Nu är tillväxttakten stark, inbegripet utvecklingsmarknader som Afrika, Indien, Kina och Sydamerika.

Möjligheterna med AutoMine-systemet har också genomgått avsevärda förbättringar under åren. På senare tid har det dock blivit allt tydligare att nästa generation gruvdriftsautomation är på väg och uppgraderingar av den befintliga plattformen hjälper till att öppna upp för nya, ännu större möjligheter.

Det här utvecklingssprånget kan jämföras med sista tidens utveckling inom autonoma vägfordon, exempelvis Googles bil, Tesla och andra innovationer.

Dessutom ställer utvecklingsmarknader och i synnerhet tuffa brytningsförhållanden maximala krav på pålitliga och kraftfulla gruvmaskiner.

Riku Pulli, chef för Rock Drills and Technologies-divisionen vid Sandvik Mining and Rock Solutions, avslöjar mer om den avancerade tekniken som finns installerad i AutoMine Concept-fordonet.





”**Det visar hur ett typiskt gruvfordon kan se ut om tio eller tjugo år.**”



Med sitt AutoMine Concept-fordon siktar Sandvik på att skapa en branschpraxis för framtidens autonoma gruvdrift.

”Först och främst har det här fordonet redan från början skapats och konstruerats för automation”, säger han. ”Designfilosofin för befintliga flottor grundas på en vanlig lastmaskin, som alltid har en hytt, joystickar, pedaler och så vidare”.

#### **AUTOMINE CONCEPT-FORDONET HAR**

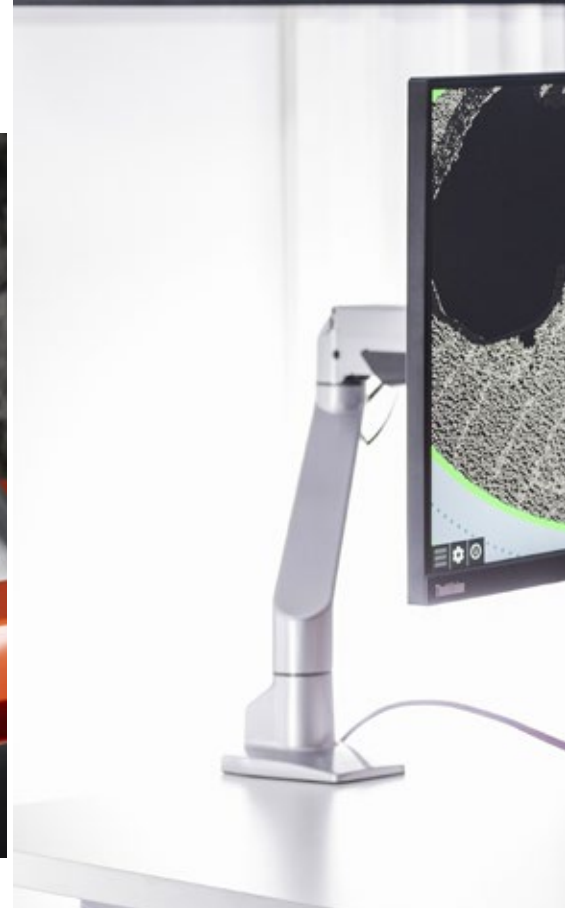
skapats enbart för automatiserad och fjärrmanövrerad drift. Det finns ingen hytt, vilket sänker kostnaderna och undanröjer onödiga begränsningar. Det gör den övergripande konstruktionen effektivare och pålitligare eftersom det inte behövs dubbla styr- eller kontrollsystem – ett för operatören och ett för det datoriserade systemet.

En annan viktig innovation är den fantastiska förbättringen av fordonets

avkänningsmöjligheter. Här har dagens gruvutrustning begränsningar. Den kan egentligen bara känna av var, exempelvis, tunnelväggar finns, men inte så mycket mer. AutoMine Concept-fordonet skapar en 3D-bild av hela sin omgivning och det innefattar det vertikala planet.

”Detta skapar mycket bra möjligheter jämfört med dagens system för gruvdriftsautomation, som begränsas till avspärrade områden där det inte finns några människor eller annan utrustning. Ungefär som stängsel runt en robot inom tillverkningsindustrin”, förklarar Riku Pulli.

AutoMines befintliga säkerhetssystem bygger på isoleringshinder som gör att automatiserad utrustning kan arbeta inom bestämda, barrikaderade områden.



Systemet stoppar omedelbart maskinen om den kommer åt ett skyddshinder. AutoMine Concept-fordonets avkänningsmöjligheter har konstruerats så att automatiserad drift inte längre behöver isoleras. Fordonet kan stanna eller köra förbi hinder som dyker upp i dess väg.

”**DET ÄR EN** enorm förbättring eftersom det inte behövs en massa inskränkningar kopplade till automationen av gruvdriften”, säger Riku Pulli. ”Hittills har man varit tvungen att avskilja automatiserad gruvdrift från den traditionella, manuella driften. Den nya plattformen kommer att öka driftsflexibiliteten enormt eftersom den isoleringen nu inte behövs. Arbetet kan fortsätta omkring och bland de automatiserade fordonen”.





**AutoMine Concept-fordonet har konstruerats för uteslutande automatiserad och fjärrstyrd drift.**

Men varför har man valt att göra konceptfordonet till en batterielektrisk lastare? Enligt Riku Pulli ville Sandvik visa att framtidens gruvutrustning inte bara är autonom utan även fri från avgasutsläpp. Ett annat skäl har att göra med AutoMine-plattformen. Majoriteten av den utrustning som styrs med detta system utgörs av lastmaskiner. Något som skiljer dem från annan gruvutrustning är att de kör relativt snabbt. Det gör att det ställs särskilda krav på deras prestationsförmåga, men även på dygnetrunt drift med en hög utnyttjandegrad under extremt trånga förhållanden.

Sandvik ville skapa en branschpraxis. Om man klarade av att lösa den här uppgiften, kunde man även vara säker på att man kan överföra tekniken till andra typer av

gruvutrustning, exempelvis borrhjugg, där det typiskt ställs mindre hårda krav.

Så, vad är nästa steg? Möjligheten att ytterligare skala upp tekniken till andra typer av gruvutrustning är ett tidigt mål som kan nås snart. Ett annat fokusområde är bland-

ningen av olika tekniker. Det innefattar i dagsläget flera typer av skanningsteknik, och för första gången när det gäller gruvutrustning, artificiell intelligens. Några av dessa delar kommer att föras in i det befintliga AutoMine-systemet under 2021.

#### **FÖRDELAR:**

**Säkerhet:** pålitlig upptäckt av kollisionrisker och säkra nödstopp

**Flexibilitet:** gör det möjligt att samtidigt ha drift med vanliga och autonoma fordon inom samma område

**Produktivitet:** obegränsad potential för automatiserad gruvdrift

**Hållbarhet:** batterielektriskt, utsläppsfritt fordon



## SANDVIK D50KS RIGG FÖR SPRÄNGHÅLSBORRNING

Motoreffektområde: 403–522 kW

Maximalt håldjup: upp till 45 m

Yttermått (L-B-H): 10,3 x 4,9 x 11,4 m

Med nedtagen mast: 14,2 x 3,81 x 5,82 m

Håldiameter: 152–229 mm

Vikt under drift (tom): 47 727 kg

Roterande huvud: 194 rpm/6 643 Nm

Förstapassdjup (enkelpass): 8,7 m

Kompressorområde: 29,7–45,3 m<sup>3</sup>/min

Borrmetod: roterande

”Det är en väldigt kraftfull maskin”, säger operatören Sergej Devjanin om Sandvik D50KS.



# Vid yttersta gränsen

**SIBIRIEN, RYSSLAND.** Mitt i Sibirien, ofta under extremt besvärliga väderförhållanden, klarar borrentreprenören Altayvzryvservis lätt av olika bergtyper. Lösningen är en pålitlig trio roteranderiggas för spränghålsborrning.

TEXT: VLADIMIR KOZLOV FOTO: VOZDUH FILM COMPANY

**REGIONEN KEMEROVO OBLAST** i sydvästra Sibirien har länge varit känd som Rysslands främsta kolgruvdistrikt. I år är det 300 år sedan prospektören Michailo Volkov hittade ett ”bränt berg” på västra stranden av floden Tom och därmed inleddes långa historia av kolutvinning i Kuznetskbäckenet (Kuzbass).

Trots de betydande kolfyndigheterna i Kemerovo Oblast gick utvecklingen långsamt i början på grund av att regionen ligger så avlägset. När Transsibiriska järnvägen byggdes på 1890-talet fick hela området ett uppsving, även kolindustrin.

På 1900-talet blev Kuzbass ett framstående kolbrytningsdistrikt, vilket det fortfarande är. Det står för ungefär 60 procent av Rysslands kolproduktion och 70 procent av exporten.

”Idag är Kuzbass ledande i Ryssland på kolutvinning och Kemerovo-regionens



**Alexander Leonov, generaldirektör för Altayvzryvservis.**

utvecklingsstrategi till 2035 anger en årlig ökning av produktionsvolymerna”, säger Alexander Leonov, generaldirektör för Altayvzryvservis, en entreprenör som erbjuder borrningstjänster i området.

**I MITTEN AV** december ligger temperaturen kring 20 minusgrader. Solen skiner skarpt från en klarblå himmel ovanför den snöklädda tajgan nära bergskedjan Kuznetskij Alatau.

I det snöklädda skogsområdet är det full aktivitet och 130-tons dumprar fraktar nybrutet kol från ett stort gruvområde.

Här, cirka fyra mil söder om regionens största stad Novokuznetsk, driver OOO Resurs, ett av Kemerovo-regionens största bolag, verksamheten vid gruvan Novokazanskoye. Altayvzryvservis är borrnings- och sprängningsentreprenör vid gruvan.

När Altayvzryvservis, som då var nyetablerade, inledde sitt uppdrag vid gruvan 2018 letade man efter en pålitlig borrigg som skulle klara av områdets bistra väderförhållanden.

”På vintern kan temperaturen sjunka så lågt som till 40 minusgrader och







Med 300 år av kolbrytning är Kuzbass Rysslands främsta kolgruvdistrikt.

Temperaturer på 20 minusgrader är inget ovanligt för kolbrytning mitt i Sibirien.



**Jevgenij Martijnusjkin, teknisk chef hos Altayvzryvservis.**





Alexej Gorlov, Altayvzryvservis ställföreträdande produktionschef, vet vilka krav som ställs på gruvsdrift under de svåra klimatförhållandena i Sibirien.

## Produktiviteten ökade konstant.

utrustningen måste fungera under dessa svåra förhållanden”, säger Alexander Leonov.

Jevgenij Martijnusjkin, teknisk chef hos Altayvzryvservis, säger att, förutom att tåla det kärva klimatet, måste borrarutrustningen även klara av olika bergförhållanden.

”I regionens norra del är berget hårdare. I den centrala delen är det mjukare men med olika andra inslag. I den sydligaste delen, nära Altajbergens utlöpare, är det mycket hårdare igen och gränsar till malmfyndigheterna”, säger Jevgenij Martijnusjkin. ”Borrarutrustningen måste kunna hantera olika krav, som att klara av vått berg eller olika väderförhållanden, utan att personalen eller maskinerna skadas av kylan. Den måste naturligtvis också säkra hög produktivitet”.

Produktivitet och pålitlighet var några av de viktigaste kriterierna vid valet av den idealiska

borrigen, påpekar Alexej Gorlov, Altayvzryvservis ställföreträdande produktionschef. Efter att ha gått igenom olika alternativ från flera leverantörer valde entreprenören till slut Sandvik D50KS.

”Ett av huvudskälen var faktumet att Sandvik länge har varit ledande inom ovanjordsborrning”, säger Alexej Gorlov.

**SANDVIK D50KS VAR** en ny borrhög för de flesta av Altayvzryvservis operatörer.

När riggen beställdes hade entreprenören bara ett driftlag operatörer som kände till den här typen av borrhög. Man behövde träna upp två andra driftlag.

”Det var såklart en anpassningsperiod”, säger Jevgenij Martijnusjkin. ”Även fast vår personal är mycket kunnig så hade de flesta operatörerna jobbat med andra rigg

tidigare. Vi var tvungna att prova olika lösningar innan vi hittade den rätta kombinationen, men produktiviteten ökade konstant. Nu är vi säkra på våra månadsplaner och sätter ett borrhöingsmål på mellan 27 000 och 30 000 meter i månaden. Vi vet att maskinen kommer att klara av det”.

En viktig faktor som hjälpte Altayvzryvservis att uppnå optimala resultat var det nära samarbetet med Sandvik.

Jevgenij Martijnusjkin säger att, ”Vi har haft ett nära samarbete med Sandvik när det

### KOLBRYTNING I NOVOKAZANSKOYE

**Plats:** Erunakovskij-området, Kuzbass-regionen, Ryssland

**Upptäckt:** 1973

**Total yta:** 19,66 km<sup>2</sup>.

**Licensinnehavare:** Resurs

**Entreprenör:** Altayvzryvservis



Sergej Zapara är Sandviks regionala servicechef för Västsibirien.



gäller olika prestandaparametrar för maskinen och gjort olika förbättringar”.

Sergej Zapara, Sandviks regionala servicechef för Västsibirien, säger att entreprenörens flotta med tre Sandvik D50KS-rigggar har en konstant tillgänglighet på mellan 91 och 93 procent.

”Vi har ett ganska stort lager reservdelar till de här maskinerna för att ha lämplig tillgänglighet och för att vi ska kunna reagera så snabbt som möjligt och klara av alla typer av krissituationer”, säger Sergej Zapara, och fortsätter:

”I den här regionen finns kolet under olika typer av berg, vilket försvårar borrhningen. Men vår utrustning går att anpassa till de här förhållandena och det är lätt att välja de optimala borrhningsverktygen”.

**EFTER MER ÄN** tre års verksamhet har Altayvzryvservis första Sandvikmaskin verkligen visat att den var ett bra och pålitligt val. Den ger hög produktivitet även under svåra väderförhållanden och långa driftspass.

## ALTAYVZRYVSERVIS (ENTREPRENÖR)

**Grundat:** 2018

**Verksamhet:** Sprängnings- och borrhnings-tjänster

**Generaldirektör:** Alexander Leonov

**Antal anställda:** 100+

**Geografiskt område:** Kuzbass, Ryssland

**Sandvik-utrustning:** tre Sandvik D50KS språnghålsriggar

”Under de tre år vi har haft den i drift har vi inte haft några problem med den här borrhigen”, säger Alexej Gorlov.

Operatören Sergej Devjanin var med i driftlaget som hanterade entreprenörens första Sandvik D50KS.

”Under min karriär har jag kört olika maskiner”, säger han. ”Och den här är mycket bra jämfört med de andra och har många

fördelar. Det är en mycket kraftfull maskin”.

I takt med att produktiviteten ökade satte dessutom flottan med Sandvik D50KS-rigggar flera prestationsrekord inom Altayvzryvservis verksamhet.

”Under 2019 borrhade vår Sandvik D50KS 33 000 meter i månaden”, minns Alexej Gorlov. ”Och under 2020 borrhade den 35 000 meter. Så vi har en ökning varje år”.

Han tillägger att Sandvik-riggarnas produktivitet förväntas fortsätta att öka, vilket innebär att de sannolikt kommer att sätta nya prestationsrekord.

”Det är det mål som vi sätter för alla våra driftlag”, säger han.

**ALTAYVZRYVSERVIS PLANERAR REDAN** att öka sin borrhningskapacitet de närmaste åren.

”Vi ser att vi utan tvivel kommer att behöva mer borrhningsutrustning. Och baserat på de erfarenheter vi nu har skaffat oss tillsammans med Sandvik kommer vi att ta en grundlig titt på vad de kan erbjuda”, säger Alexander Leonov.



I Sibirien kan temperaturen på vintern sjunka så lågt som till 40 minusgrader, vilket försvårar arbetsförhållandena både för människor och maskiner.

**Det optimala valet när det gäller pålitlighet, produktivitet och kvalitet.**





# Q&A

## GRUVORNAS SVARTA LÅDA

Data och transparens kommer att hjälpa till att göra gruvdrift "säkrare, svalare och effektivare", enligt Alexandre Cervinka, vd för Newtrax Technologies. Denne Quebec-son träffade *Solid Ground* för att prata om Newtraxs "svarta låda för gruvor".

**F: KAN DU KORTFATTAT BESKRIVA VAD DU GÖR HOS NEWTRAX?**

**S:** Newtrax har utvecklat flera olika innovationer för Internet of Things, som övervakat människor, maskiner och miljön i underjordsgruvor, de senaste tio åren. De flesta känner till flygplans svarta låda. Vi har gruvindustrins enda svart låda som är kompatibel med alla komponenttillverkare.

**F: HUR GÖR DESSA INNOVATIONER UNDERJORDSGRUVOR SÄKRARE OCH EFFEKTIVARE?**

**S:** Det handlar om transparens. Människor som arbetar under jord har helt enkelt inte tillgång till den information de behöver för att kunna ta de bästa besluten. Så vi har skapat ett system som mäter allting och sedan gör den informationen tillgänglig för dem som arbetar i gruvan och chefer och som ger dem de insikter de behöver. De här innovationerna, som du använder för människor, maskiner och för att övervaka mark-, luft- och vattennivåer, mäter gruvprocessen och synliggör hela kedjan och skapar transparens.

**F: NÄR DU BÖRjade HADE NEWTRAX INGEN KOPPLING TILL GRUVOR. NÄR SKEDDE ÄNDRINGEN?**

**S:** Min bakgrund är inom elektroteknik. För tjugo år sedan, när jag och några av mina

vänner tog examen vid McGill University i Montreal försökte vi lansera flera olika projekt där vi ville använda sladdlösa sensorer för att övervaka allt möjligt. Vi var faktiskt över hela kartan. Men i ett av de här projekten träffade vi en professor som hade en grupp doktorander som försökte utnyttja sladdlös teknik i gruvor i Quebec och i en experimentgruva i Val-d'Or. Vi började samarbeta med dem och sedan rullade det på. Under 2008 bestämde vi oss för att satsa helhjärtat på gruvindustrin.

**F: VARFÖR ÄR DET BÄTTRE ATT FÅ DATA DIREKT ÄN VID ETT SKIFTS SLUT?**

**S:** Ett bra exempel på en tillämpning där uppkoppling och övervakning i realtid är viktiga är kommunikation och ledning vid utrymningslarm. Om det börjar brinna under jord måste du få ett meddelande så fort som möjligt. Historiskt sett har gruvor använt illaluktande gas eller blinkande ljus. Men med de här sätten kan det ta 20 eller till och med 40 minuter att nå alla i hela gruvan. Sedan finns olika larm för underhåll, som för lågt däcktryck, som du måste göra något åt så fort som möjligt, annars kommer däckets att gå sönder. När det handlar om produktivitet har du tillämpningar som återinträde efter sprängning, där du måste veta vilka gasnivåerna är på olika ställen innan du går in igen.

**ALEXANDRE CERVINKA**

**Ålder:** 41

**Hemort:** Montreal, Kanada

**Titel:** vd

**Familj:** frun Valerie och två söner, Jacob och Zac





**F: VARFÖR HAR AUTOMATION OCH DIGITALISERING FÖR UNDERJORDS-GRUVOR SLÄPAT EFTER JÄMFÖRT MED ANDRA OMRÅDEN?**

**S:** Det finns inget enkelt svar på den frågan, men en aspekt är tillgången till GPS. Det är ett satellitbaserat system som inte fungerar under jord. Det gör att alla lösningar som är beroende av GPS och fungerar ovan jord inte gör det under jord. Sedan är det problemen med kommunikationen. Det är en klassiker i telekombranschen att den dyraste och mest komplicerade delen är den sista biten som förbinder stamnätet till alla husen. Och underjordsbrytning är så till sin natur att du har den här sista biten varje vecka. Sedan har du faktumet att gruvor har heterogena flottor med fordon från flera olika tillverkare och att branschen inte har haft en speciellt öppen dataarkitektur. Det är en av de saker som vår svarta låda gör – den praktiskt taget tvingar all data att vara öppen.

**Vi har skapat ett system som mäter allting.**

**F: VILKA ÄR DE STÖRSTA UTMANINGARNA INOM MODERN UNDERJORDSBRYTNING OCH HUR HJÄLPER ER LÖSNING TILL ATT HANTERA DEM?**

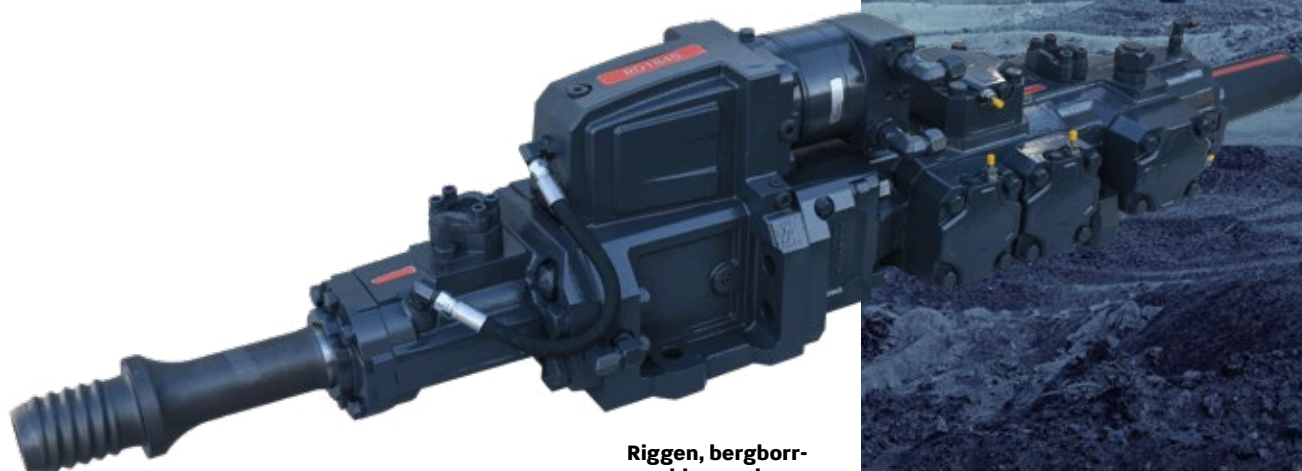
**S:** När det gäller att locka människor att arbeta i gruvor så hjälper vi till genom att göra miljön säkrare. Ingen vill arbeta i en osäker miljö. Det är också mycket frustrerande för den yngre generationen att de inte i sitt jobb har tillgång till de digitala verktyg som de är vana vid från sitt privatliv. Vi ger dem de verktyg som de förväntar sig, så att de kan utföra sina uppgifter effektivt och säkert.



# DEN NYA UTMANAREN

Top Hammer XL utökar utbudet av håldiametrar för topphammarborrar till 178 millimeter. Topphammar-tekniken blir nu ett klart alternativ till sänkhammarborrning (DTH) med borring på en helt ny nivå. ▶

TEXT: TURKKA KULMALA FOTO: SANDVIK



Riggen, bergbormaskinen och borrarverktögen har alla testats och vidareutvecklats för maximal effekt.





RD1840C

LT90

PANTERA™ DP1600i

## TEKNIKEN

### PANTERA DP1600i

Håldiameter: 140–178 mm

Bergborr: RD1840C

Borrverktyg: LT90

Motorut effekt: 287 kW/1800 rpm

Spolluftkapacitet: 14 m<sup>3</sup>/minut

Hytt: Utmärkt ergonomi, luftkonditionering, ROPS/FOPS



# Det var ett naturligt steg att uppgradera den existerande plattformen.

**TIDIGARE I ÅR** lanserade Sandvik Mining and Rock Solutions en ny borrhigg för topphammarborrning – Pantera DP1600i. Det är den nyaste medlemmen i Pantera DPi-familjen som består av stora hydrauliska borrhigg. De har hög borsjunkning, avancerade automationsval för databaserad flottstyrning och optimering av borringen. Hittills har deras håldiameter dock varit begränsad till 152 millimeter.

Konstruktionsingenjörernas utgångspunkt för Pantera DP1600i var att skapa en precis balans mellan borrhiggens tre viktigaste delar – borrhigen, bergborrmaskinen och borrverktygen. Målet var att kunna borra stora hål i en diameter mellan 140 och 178 millimeter.

Borrhigen är i hög grad baserad på den pålitliga och välbeprövade Pantera DPi-seriens plattform. Viktiga komponenter i det hydrauliska systemet har uppgraderats liksom bomkonstruktionen som nu klarar att bära en kraftfullare bergborrmaskin. Slutresultatet är

en ökad kapacitet och en större håldiameter, utan att den fysiska borrhigen blivit större.

”Vi kan se tillbaka på många års positiva resultat från topphammarborrning med riggarna i Pantera DPi-serien. Det började redan 2008, så det var ett naturligt steg att uppgradera den befintliga plattformen till nästa nivå för den här nya lösningen”, förklarar Jarno Viitaniemi, produktchef för ovanjordsriggar hos Sandvik Mining and Rock Solutions.

**DEN NYA BERGBORRMASKINEN** RD1840C klarar av att öka slagenergin i stötvågen utan att öka storleken på bergborrmaskinen genom att använda en längre och därför tyngre kolv. Kolvens geometri, längd och vikt har optimerats för bergborrverktygen och målet, större optimala håldiameter på 165 millimeter. Det ger en effektivare, längre stötvågsform och förbättrad borrhiddynamik.

”En viktig tillgång i Top Hammer

XL-konceptet är att de tre viktigaste komponenterna – borrhigen, bergborrmaskinen och borrverktygen – alla har testats, uppgraderats och optimerats. De fungerar verkligen mycket bra som en helhet”, säger Jukka Siltanen, produktlinjechef för bergborrmaskiner hos Sandvik Mining and Rock Solutions.

Som tillval kan RD1840C levereras med Sandvik RockPulse som mäter verktygsstressen. Det ger operatören tillgång till mätdata i realtid för tre viktiga borrhparametrar: bergkontakt med borkronan, verktygens belastning samt matningen. Systemet mäter i realtid stressvägarna som genereras vid varje kolvslag och detta hjälper operatören att undvika dålig bergkontakt och för hög dragpåkänning liksom över- eller undermatning.

**DET VERKTYGSSYSTEM SOM** optimerats för borrhiggskonceptet Top Hammer XL är nya Sandvik LT90-familjen. Utmaningen med att utveckla dessa borrverktyg var den längre, kraftfullare stötvågen som genereras av den nya bergborrmaskinen RD1840C. Mer specifikt, hur man kan överföra den kontrollerat till botten av hålet med minimal energiförlust för att maximera borsjunkningshastigheten.

”Vi har mer energi i hela systemet”, säger Fredrik Björk, produktchef för bergborrverktyg för ovanjordsborrning hos Sandvik Mining and Rock Solutions. ”Om inte den energin krossar berg kommer den i stället att förstöra borrhsträngen och gängorna. Den kommer att förvandlas till värme”.

Lösningen var framför allt att förbättra borrhiddynamiken, som i sin tur kräver noggrann balansering av flera potentiellt motstridiga parametrar. En av dem är borrhsträngens stelhet

**En sats nya borrverktyg har utvecklats för Top Hammer XL.**







**Bergborren RD1840C har testats i tusentals timmar. Hela riggen har borrarat mer än 100 000 meter i svåra förhållanden.**

nära  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , men även varmt sommarväder, upp till  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Borrigen och verktygen har klarat påfrestningarna utan problem.

Resultatet är en 50-procentig minskning av bränsleförbrukningen, 25 procents minskning av den totala borrhningskostnaden och 15-procentig ökning av produktiviteten jämfört med sänkhammarborrning (DTH)\*.

Dessutom förbättrar de nya bergborrverktygen borkronornas livslängd jämfört med konkurrerande produkter och tekniker.

För att illustrera hur stor bränslebesparingen är i genomsnittliga gruvförhållanden kan man säga att de ungefär motsvarar årsförbrukningen av 107 genomsnittliga familjebilar. Fördelarna gäller även för gruvor på hög höjd. Halveringen av bränsleförbrukningen påverkar naturligtvis även koldioxidutsläppen positivt.

Sandvik är den första OEM som lanserar den här typen av innovativ teknik för topphammarborrning – som kan uppnå kostnadseffektiv borring i stora gruvhålsdiametrar. Top Hammer XL utökar utbudet av håldiametrar för topphammarborrning upp till 178 millimeter. Det gör att den mer bränsleeffektiva topphammarborrningen blir ett realistiskt alternativ till DTH-teknik i en mycket större omfattning än tidigare.

*\*Baserat på fälttestresultat under specifika kontrollerade förhållanden.*

som ska ge raka hål samtidigt som man vill undvika för stel sträng, vilket kan leda till att verktygen bryts sönder när de böjs. När man begränsar stelheten leder det i praktiken även till att man undviker för stora stängdiametrar eftersom det kan leda till större påfrestningar i de gängade anslutningarna när de böjs.

För stängens gängor handlar det om att göra dem så smala som möjligt, men ändå starka nog att optimera borrhsträngens kopplingsegenskaper. Fördelen med detta är rent praktiskt att det underlättar både i- och urgängning av borrhsträngen och borkronorna.

Ytterligare en viktig avvägning är mellan slitagemotståndet och hårdheten. Alltför hårt stål blir också skört. Sandviks omfattande interna kunskap i Sandviken när det gäller stålsorter och värmebehandling är en mycket stor tillgång.

**BERGBORRMASKINEN RD1840C TESTADES** i provbänk under tusentals timmar och hela

borrigen har samlat på sig mer än 100 000 meter verklig borring i svåra bergförhållanden. Fälttesterna har utförts i norra Europa sedan januari 2019, eftersom Top Hammer XL-lösningen skulle behöva klara av det breda spektrum av förhållanden som är typiskt för subarktiska områden, bland annat två vintersäsonger med en lägsta temperatur

## TOP HAMMER XL FÖRDELAR

- Topphammarborrning blir ett realistiskt alternativ till DTH i håldiametrar upp till 178 millimeter
- Svårslagen bränsleekonomi och markant minskade utsläpp
- Märkbart lägre totala borrhningskostnader
- Förbättrad produktivitet
- Avancerade val för MWD och automation



# Går på djupet för förändring

Tillsammans med fyra branschpartner planerar LKAB att skapa en ny standard för underjordsbrytning. Men det kommer att krävas nytänkande för att lyckas.

TEXT: JIMMY HÅKANSSON FOTO: ADAM LACH & FREDRIC ALM

**LKAB'S JÄRNMALMSGRUVA UNDER** jord i Kiruna är den största av sitt slag i världen. Men fyndigheten på huvudnivån, 1 365 meter under markytan, håller på att tömmas. Och det finns bara ett sätt att tillgredsställa den ökande efterfrågan: följ malmådern ännu djupare.

År 2030 måste LKAB vara redo att gå djupare än man någonsin gjort tidigare. Men det svenska gruvbolaget nöjer sig inte med att bara gräva djupare. Man vill dessutom skapa en ny branschstandard för koldioxidfri brytning under jord.

”Jag var i en övergångsperiod i min karriär när det här projektet dök upp”, säger Michael Lowther, chef för LKAB:s testgruva Konsuln i Kiruna.

Efter 35 år i gruvindustrin letade Michael Lowther efter en ny karriärutmaning. Det sammanföll med att det LKAB-ledda projektet Sustainable Underground Mining startade – en öppning han inte kunde säga nej till.

”Det här projektet har ett helt fantastiskt koncept”, säger han. ”Vi tittar på ett mer hållbart arbetssätt som ytterst ska värna om klimatet och vårt samhälles framtid. Som jag ser det ligger det här i framkanten av det som måste hända inom gruvindustrin”.

Projektet startade 2018 och är ett omfattande samarbete där LKAB tillsammans med Sandvik, ABB, Epiroc och Combitech syftar till att i grunden förändra underjordsbrytning.

Nils Stenberg,  
chef för  
LKAB:s gruva  
i Kiruna.



”Vi ser en framtid utan koldioxidutsläpp, som är digital och automatiserad”, säger Nils Stenberg, chef för LKAB:s gruva i Kiruna. ”Men vi klarar det inte själva. Det är något som vi måste göra tillsammans med andra kunniga leverantörer och operatörer”.

Projektets syfte kan kokas ner till fyra huvudmål. Det första är en nollvision för skador och att kunna garantera en säker arbetsplats för all personal. Det andra är att eliminera koldioxid i gruvorna. Det tredje är att öka produktiviteten med 50 procent.

”Det är förmodligen den största utmaningen, eftersom vi gräver djupare”, säger Michael Lowther. ”Och det är generellt så i gruvor att när du gör det så ökar kostnaden samtidigt som produktiviteten minskar”.

Nils Stenberg nickar instämmande och säger: ”Idag bryter vi som djupast på ▶

**Vi tittar på ett mer hållbart arbetssätt som ytterst ska värna om klimatet.**



## Tidsplanen

### 2018

LKAB initierar projektet med ABB, Epiroc, Combitech och Volvo Group.

### 2018-2022

Pilottester av teknik och brytningsmetoder i testgruvan Konsuln.

### 2020

Sandvik går med i projektet och Volvo Group lämnar det.

### 2022-2033

Förberedelser för framtida huvudnivåer och industrialiserad produktion.

### 2030

En ny industristandard för hållbar underjordsbrytning antas.

Trots att LKAB:s underjordsgruva i Kiruna är den största av sitt slag i världen måste den expandera för att möta den ökande efterfrågan.



Projektet Sustainable Underground Mining var en möjlighet som Michael Lowther, chef för LKAB:s testgruva Konsuln, inte kunde säga nej till.



## Det här projektet har ett helt fantastiskt koncept.

1 365 meter. Vi kommer att behöva gå ytterligare 700 meter rätt ner”.

Men det fjärde och sista målet då? Jo, att skapa en ny standard för hållbar underjordsbrytning på stora djup.

**FÖR ATT UPPNÅ** dessa ambitiösa mål utnyttjar LKAB och företagets partner testgruvan Konsuln för att experimentera med ny teknik. Elektrifiering, digitalisering och automatisering kommer att vara självklara och viktiga delar. I den virtuella kopian av den verkliga Konsulngruvan testas den nya tekniken.

”Den virtuella gruvan gör att vi kan simulera system innan vi lägger en massa pengar på att implementera dem”, säger Michael Lowther. ”Det är exempelvis användbart om man har ett nödläge och behöver veta var alla befinner sig och vilka de bästa utrymningsvägarna är. Ett annat exempel

är om man har en produktionsplan för en dag, men så händer något, kanske ett spräckt rör eller en punktering, eller att ett antal planerade arbetsplatser inte går att nå. Då kan du be labbet att köra tre-fyra simuleringar för att se vad man bör göra”.

Det kanske låter futuristiskt, men Michael Lowther förklarar att det är ett logiskt steg för en verksamhet som digitaliseras allt mer.

”Allt det här bygger på tekniska applikationer som används för att hela tiden kommunicera med dem som arbetar i gruvan och deras positionering”, säger han. ”För 20 år sedan kunde det vara svårt att veta var trucken parkerades de senaste dagarna”.

I ett så här stort och ambitiöst projekt är tid en avgörande faktor. Tekniken måste vara färdigutvecklad och redo att tas i bruk 2030.

”Vi satte 2030 som deadline eftersom den nivå som vi nu arbetar på räcker till 2035 eller

2040”, säger Nils Stenberg. ”Omkring 2030 kommer vi behöva gå djupare än 1 365 meter. Den nya teknik vi utvecklar måste vara färdig att implementera då”.

Även om målen är tydliga, så är inte vägen framåt det. Dessutom har covid-19-pandemin påverkat tidsplanen negativt och försenat de första testerna i Konsuln. Men den verkliga utmaningen är att få de inblandade att arbeta tillsammans i detta banbrytande samarbete.

”Stora företag som Sandvik, Epiroc och ABB är inte vana att spela med öppna kort och visa vad de har”, påpekar Michael Lowther. ”Vi försöker göra något annorlunda och det är en utmaning – att få människor att tänka nytt”.

Nils Stenberg tillägger: ”Vi kan inte hitta några färdiga lösningar för det här projektet. Det krävs en samlad insats”.

**I NOVEMBER 2020** presenterade LKAB en historisk förändringsplan. Företaget har en nollvision 2045 för koldioxidutsläpp från de egna processerna och produkterna och säkrar driften med utökad gruvdrift efter 2060. En av tre topprioriteringar för förändringarna är att etablera en ny industristandard för mer autonom och digital gruvdrift.

Dessutom kommer det att ske en gradvis övergång från att vara en pelletsproducent till att producera direktreducerat järn (järnsvamp) genom att använda så kallat grönt väte. Den tredje prioriteringen är att utvinna kritiska mineraler från gruvavfall.

Det här är den största omställningen under LKAB:s 130-åriga historia och det kan bli den största industriinvestering som någonsin genomförts i Sverige.

”Jag är stolt över att vara delaktig i detta och att faktiskt skapa en framtid för kommande generationer”, säger Nils Stenberg. ■

### SAMARBETET

Projektet är ett samarbete mellan LKAB, Sandvik, ABB, Epiroc och Combitech. Volvo Group deltog vid starten 2018, men gick ur efter två år. Visionen är att arbeta tillsammans som partner för att flytta fram gränserna inom automation, digitalisering, elektrifiering och hållbarhet så att man kan säkra en mer hållbar framtid för underjordsbrytning inom gruvindustrin.



# Expert

**William Pratt Rogers, forskarassistent i gruvteknik vid University of Utah, tvivlar inte på att automatisering kommer fortsätta att förändra gruvindustrin. Men kanske inte som de flesta förväntar sig.**

**WILLIAM PRATT ROGERS** är en av författarna till en publikation med titeln, "Automation in the Mining Industry: Review of Technology, Systems, Human Factors, and Political Risk". Här delar han några insikter med *Solid Ground*.



exakt design och skapande av variabler. Det kan också leda till mer förutsägbar mineralekonomi. Jag är nyfiken på hur automation kommer att påverka storleken på utrustningen. Jag har hört teknikerspecialister säga att framtidens automatiserade maskiner kommer att vara mindre, men flottorna större.

**F: NI BESKRIVER AUTOMATIONSNIVÅER FRÅN 1 TILL 10. SKULLE DU VILJA UTVECKLA DET?**

**S:** Vår huvudpunkt är att automation inte är binär – den existerar i ett spektrum. Det är helt avgörande eftersom många stora företag beslutar om och genomför automationsstrategier baserat på felaktiga grunder. När det gäller automation finns det utrymme för både gradvisa förändringar och kompletta systemförändringar. Gruvbolag runt om i världen, från små och mellanstora till jättestora anläggningar, måste anpassa sig till allt snabbare tekniska förändringar. Oavsett storlek måste gruvbolag skapa en automationsstrategi som matchar deras budget och systemkrav. Med en bättre förståelse för olika automationsnivåer kan de mer framgångsrikt realisera en teknisk och digital strategi.

**F: HUR KOMMER AUTOMATION ATT PÅVERKA GRUVINDUSTRIN?**

**S:** Med automation kan man omvärdera vikten av skalfördelar – att större innebär mer. Fram tills nu har skalfördelar inom vissa områden betytt att precis gruvteknik undervärderats. Men med automatiserade system kommer vi att behöva mycket mer

**F: VILKA ÄR DE STÖRSTA MISSUPPFATTNINGARNA?**

**S:** Det binära "allt-eller-ingen"-tänkandet, där en gruva antingen är helt automatiserad eller inte alls. Gruvbolag använder ofta automation och kommer att ta till sig den gradvis. Det finns också missuppfattningar kring vad det innebär för jobben. Automation kommer helt klart att påverka dem och skapa ett skifte, men inte i den omfattning som många förväntar sig. Det går inte att ha intelligenta beräkningar utan intelligent mänsklig inmatning. Så nästa steg är att skapa en ny generation specialister inom gruvteknologi. Vi kommer att behöva

omskola befintlig personal och locka topptalanger till gruvteknikutbildningar. Dessutom behöver vi locka över olika kompetenser från datavetenskap och systemteknik till gruvindustrin.

**F: SÅ AUTOMATION BETYDER INTE ATT ALLA MÄNNISKOR FÖRSVINNAR?**

**S:** En framtid med helt automatiserade gruvor är mycket avlägsen. I de flesta fall kommer gruvor ha en blandning av manuellt skötta maskiner och automatiserade maskiner. På tok för ofta hör jag chefer som säger att "vi måste automatisera för att minska vårt beroende av människor". Det är en dålig inställning eftersom den bygger på ett antagande om att vi kan automatisera bort människor. Jag tror inte att vi kan det.

**F: HUR KAN AUTOMATION GÖRA GRUVOR UNDER JORD SÄKRARE?**

**S:** När vi kan ta bort människor från zoner med hög rörelseenergi eller potentiell energi blir resultatet alltid bättre. Mycket av säkerhets- och hälsoförbättringarna inom gruvindustrin bygger på det. Långsiktiga hälsorisker som beror på utsläpp och partiklar under jord minskar med antalet timmar som människor behöver befinna sig där. I framtiden, när vi bryter djupare, kommer gruvor att bli varmare och svårare att ventileras. Det föreslagna Resolution Copper-projektet i Arizona, USA, är ett exempel. Den gruvan är djup och extremt varm. Automation är en avgörande framgångsfaktor. Jag kan inte tänka mig att arbeta i en så varm gruva. Jag hoppas att tekniken utvecklas färdigt, så att gruvan kan automatiseras helt och hållet. ■

**Det går inte att ha intelligenta beräkningar utan intelligent mänsklig inmatning.**



**SANDVIK LH518B**

# **FULLADDAD OCH REDO ATT LASTA**

Den nya lastmaskinen Sandvik LH518B kan erbjuda den lägre värme och de ventilationsmöjligheter som förknippas med batterielektriska fordon. Dess förnämliga driftflexibilitet och totala ägandekostnad kan jämföras med vanliga dieseldrivna lastmaskiner.

TEXT: TURKKA KULMALA FOTO: SANDVIK





”VÅRA SYSTEM FUNGERAR i verkligheten”, säger Mike Kasaba, vd för Sandviks Artisan Business Unit. ”Vi har tio års erfarenhet av produktion under jord. Det gör oss till gruvindustrins mest erfarna BEV-team. I kombination med Sandviks förmåga att tillverka och supporta en produkt för den globala marknaden är det lätt att se att underjordsbrytningens framtid redan är här”.

Hans självförtroende är välgrundat. Sandvik har länge varit en av marknadsledarna inom elektriska lastmaskiner med ett beprövat produktutbud som bygger på många års samarbete med kunder i gruvindustrin. Sandvik vet vad gruvägare och entreprenörer brukar vilja ha när de uppdaterar sina flottor. Den här erfarenheten kopplas nu ihop med Artisans nya perspektiv på gruvindustrin. Detta tidigare självständiga innovationscenter kan nu, ungefär två år efter att de blev uppköpta, presentera det första resultatet av

FoU-samarbetet: den batterielektriska lastmaskinen Sandvik LH518B. Den kombinerar avancerad BEV-teknik och utvalda delar från Sandviks befintliga flotta. Det omfattar beprövade lösningar som skopans, bommens och förarhyttens konstruktion.

Sandviks nya grupp av BEV-specialister sammanfattar sina tekniktankar i filosofin First Principles Design. Dess tre kärnvärden – pålitlighet, systemreduktion och cykeloptimering – passar sömlöst ihop med Sandviks existerande filosofi kring konstruktion av lastmaskiner.

**MEN VAD BETYDER** det här i praktiken? Den första BEV-generationen handlade om att ersätta dieselmotorn med en elmotor och ett batteri. Samtidigt behölls transmission, vridmomentomvandlare och det kraftuttag som driver det hydrauliska systemet. I den andra generationen var vridmomentomvandlaren borttagen och kraftuttaget hade ersatts av

en separat elmotor. Visserligen förbättrade de här tidiga BEV-versionerna lastmaskiners effektivitet, men de har ändå begränsningar i sin konstruktion och i drivlinans mekanik.

Sandvik LH518B representerar den senaste, tredje generationen inom BEV-design. Hela fordonet är nykonstruerat, så att man slipper de begränsningar som var förknippade med de äldre maskinernas konstruktion. Nedärvda lösningar från dieseldrivna lastare har ersatts med helt ny design som utgår från batterisystemet och en elektrisk drivlina. Det möjliggör en helt annorlunda drivlinetopologi. Resultatet är en designfrihet som öppnar för nya lösningar. Några exempel är att använda mindre bakhjul för att förbättra operatörens sikt och att en sektion av bakre ramen kan tas bort för att göra batteribyten enklare och snabbare.

Designfilosofin för den tredje generation BEV:ar skapar även mycket värdefulla, högst påtagliga fördelar i den dagliga driften. ▶



**Kunder tror ofta att den här nya tekniken är dyrare, men så är det inte.**





## TEKNIKEN

### SANDVIK LH518B

**Lastkapacitet:** 18 ton

**Takhöjd:** 4,5 meter

**Dragkraft:** 450 kN

**Stigningskapacitet:** 12 km/h  
förflyttning/20-procentig lutning/  
fullt lastad

**Hastighet:** 30 km/h

**Kontinuerlig effekt:** 560 kW (750 hp)

**Toppeffekt:** 660 kW (885 hp)

**Sandvik LH518B representerar den tredje generation BEV-design. Den är helt nykonstruerad och lider inte av de brister i konstruktionen som sina mekaniska föregångare.**

I relation till sin storlek och vikt har lastmaskinen en avsevärt mycket större lastförmåga. Det innebär att Sandvik LH518B antagligen är den mest kraftfulla 18-tons lastaren någonsin. Den har en 18-tons skopa som konstruerats för en höjd på 4,5 meter och en drivlina med en dragkraft på 450 kilonewton. Samtidigt motsvarar maskinens dimensioner storleken på en 14-tons lastmaskin.

För en gruva eller en entreprenör innebär det i praktiken att de kan göra mer med en mindre maskin. Exempelvis kan en fullastad skopa förflyttas i 20 procents lutning med en hastighet på 12 km/h. Ett annat exempel på Sandvik LH518B:s egenskaper är maxhastigheten på 30 km/h.

Sandvik LH518B laddningscykel är kortast i branschen tack vare det patenterade systemet

för batteribytet och att ett stabiliseringssystem integrerats i batteripaketet. Det behövs inte någon omfattande infrastruktur eller speciallösningar vid laddningsstationen, som kranar. Laddningsstationen består av tre kompakta kuber som utnyttjar den infrastruktur för kraftförsörj-

ning som redan finns i gruvan. Det gör att de lätt kan förflyttas i takt med att gruvan utvecklas.

Några passande gamla tunneländar eller sidotunnlar strategiskt placerade längs lastarens rutt är allt som behövs för det mycket enkla batteribytet. Vid laddningsstationen lämnar operatören helt enkelt det förbrukade batteriet och installerar ett nytt, fulladdat. Batteriet kopplas in automatiskt på maskinen, så hela batteribytescykeln kan slutföras utan att operatören lämnar förarhytten.

Med Sandvik LH518B får gruvor och entreprenörer fullständig valfrihet, oavsett hur deras befintliga flotta ser ut. Maskinen kan ersätta både dieseldrivna och kabelanslutna elektriska lastmaskiner om det behövs i driften. Men den kan lika gärna samexistera med alla typer av befintliga system som måste vara i drift, och alltid med minimala förändringar av lastningscykeltiderna.

**DEN TOTALA ÄGANDEKOSTNADEN** är ett vanligt orosmoment för BEV:ar, speciellt om de nya maskinerna ska användas vid en befintlig gruvanläggning.

”Kunder tror ofta att den här nya tekniken är dyrare, men så är det inte”, säger Brian Huff, Vice President of Technology vid Sandviks Business Unit Artisan. ”Batterierna innebär en ny kostnad för den befintliga modellen, så man måste addera den till sina poster. Men det uppvägs av dieselbränslets höga kostnad. Maskinen har inte heller någon motor, transmission eller vridmomentomvandlare, så det behövs inga renoveringar och mycket färre kylarbyten”.

När alla dessa faktorer vägs ihop överstiger den totala ägandekostnaden sannolikt inte en vanlig dieseldriven lastmaskin. Kostnaden kommer troligen också att minska när BEV:ar blir en vanligare teknik och produktionsvolymerna ökar. Dessutom tar inte dessa beräkningar hänsyn till de stora möjligheterna att minska värmeutvecklingen och att sänka ventilationskostnaderna i en gruva.

## SANDVIK LH518B - FÖRDELAR

**Produktivitet:** kraftfull 18-tons lastmaskin i samma storleksklass som en 14-tons lastmaskin

**AutoSwap:** snabbt och enkelt batteribyte utan manuell hantering

**Flexibilitet:** minimala förändringar av gruvans infrastruktur om behoven förändras

**Smidighet:** minimalt behov av att anpassa lastningscykeln

**Inga lokala utsläpp:** ingen dieselmotor, så inga avgasutsläpp

**Total ägandekostnad:** jämförbar med dieselutrustning



Den batterielektriska lastmaskinen Sandvik LH518B kombinerar Sandviks unika erfarenhet med Artisans nya perspektiv på gruvindustrin.





# Solen skiner på avsides gruvdrift

**AVSIDES BELÄGEN GRUVDRIFT** förlitar sig vanligtvis på dieselgenerator för att säkra sin energiförsörjning, men det leder till flera nackdelar. Höga transportkostnader för bränslet gör den här typen av elproduktion dyr. Dessutom orsakar koldioxidutsläppen en omfattande negativ miljöpåverkan.

Förnybar energi, exempelvis solenergi eller vindkraft, är det uppenbara alternativet. En hybridanläggning – vanligen en kombination av dieselgeneratorer och ett system för förnybar energi, med eller utan lagring – är en lösning. En vanlig gruva som inte har tillgång till elnätet kan prioritera solenergi

eller vindkraft, men om kraftförsörjningen äventyras kan den byta till diesel. Hybridkraft finns också som portabla mikronät för sol- och vindkraft. Det passar gruvor som inte vill eller kan binda upp sig långsiktigt till en speciell kraftkälla.

Om inte långsiktiga åtaganden spelar någon roll kommer solenergi att avsevärt minska både kostnader och miljöpåverkan över en gruvas livstid. Det går nu att installera solpaneler utan förskotts betalning genom att teckna ett så kallat Power Purchase Agreement. Leverantören installerar systemet, vilket gör att den som

driver gruvan kan fokusera på sin kärnverksamhet. De betalar per levererad kWh under en överenskommen tidsperiod. Det finns även en option att köpa systemet när kontraktet löper ut.

Solenergi ger den energiintensiva gruvindustrin många fördelar. Dess modulära konstruktion gör att paneler kan flyttas i takt med att en gruva expanderar. Solljus är gratis och elektriciteten produceras utan koldioxidutsläpp. Det gör att branschexperter förväntar sig att användningen av solenergi snart kommer att öka kraftigt vid gruvor som ligger avsides. ■











# SANDVIK DL422iE

## INTELLIGENT OCH HELT ELEKTRISK

Sandvik DL422iE är en helautomatisk, batteridrivna borrhög med topphammare för långhålsborrning. Den elektriska drivlinan gör att du slipper alla dieselutsläpp vid förflyttning. Kontinuerlig, automatisk produktionsborrning garanterar en säker och produktiv arbetsmiljö för gruvteam under jord.

Make the change  
[ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK](https://rocktechnology.sandvik.com)

