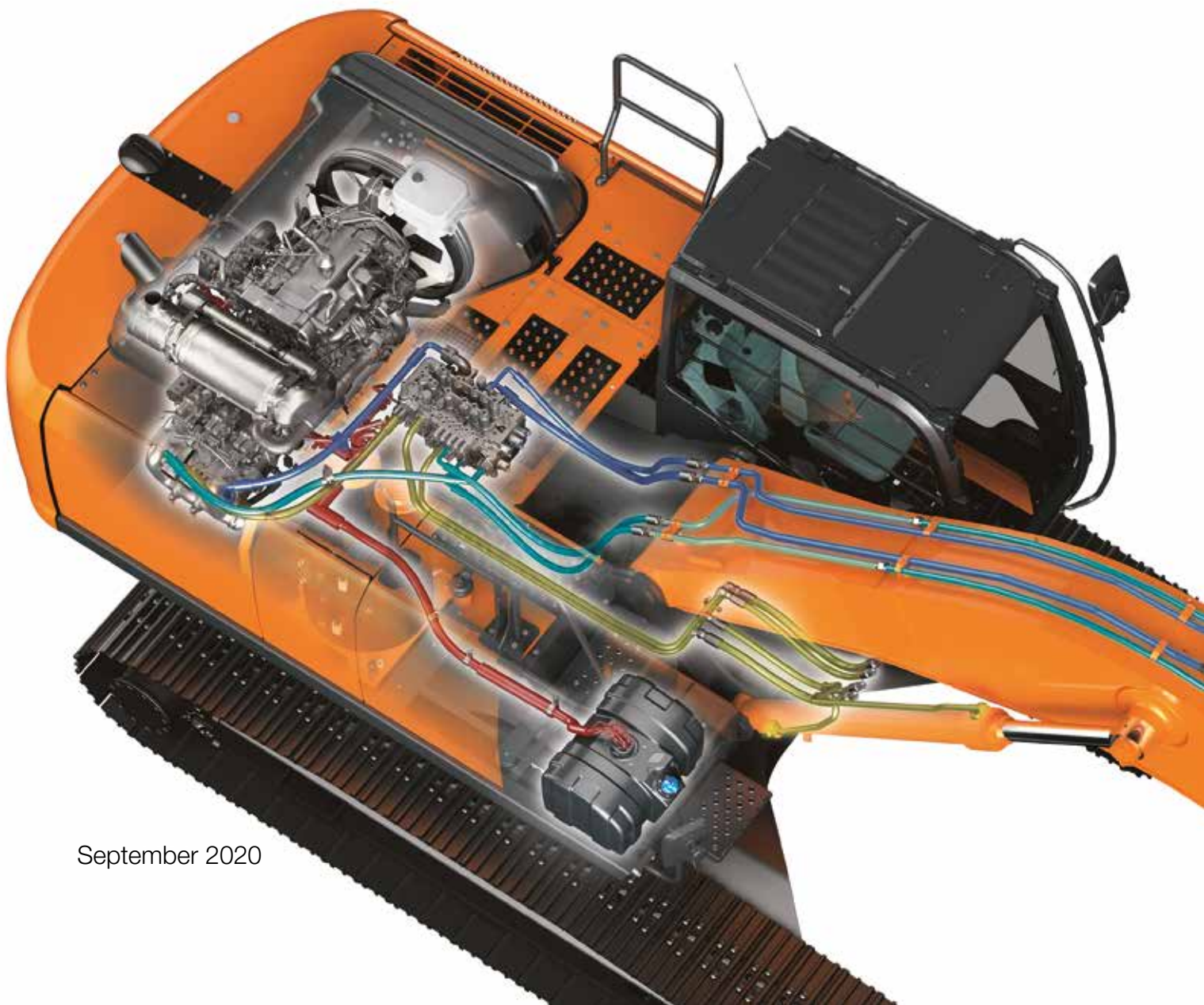


TRIAS III hydraulsystem

Ett unikt tillvägagångssätt för att minska bränsleförbrukningen




Sammanfattning

Bränslekostnaderna är en viktig faktor för entreprenörer när det gäller entreprenadmaskiner och en viktig aspekt vid beräkningen av den totala ägandekostnaden. Det, samt den ökande medvetenheten om klimatförändringar och strängare regler för utsläpp, har pressat tillverkarna att öka maskinernas bränsleeffektivitet.

Medan vissa tillverkare fokuserade på motorn för att minska bränsleförbrukningen, satsade Hitachi Construction Machinery Co., Ltd. (HCM) på en unik strategi genom att utveckla och finjustera hydraulsystemet. I denna broschyr förklarar vi hur TRIAS-systemet fungerar och hur det har utvecklats sedan 2011 för att kontinuerligt minska bränsleförbrukningen. Det har både lett till att minska kostnaderna för Hitachi-ägarna (med dubbelsiffrig mängd vad det gäller bränsleförbrukningen) och utsläppen.

Dessutom visar den också vilka fördelar systemet har för maskinförarna; det ger exceptionell kontroll, precision och följsamhet. Precis det som Hitachi är känt för. Samt hur Hitachi har samarbetat med europeiska återförsäljare för att skraddarsy systemet så att det kan uppfylla de europeiska kundernas behov.



Det förbättrade hydrauliska TRIAS III-systemet minskar bränsleförbrukningen och ökar effektiviteten för nya Zaxis-7 grävmaskiner.

Utmaningen: att minska bränsleförbrukningen med bibehållen prestanda

Tillverkarna har pressats att producera maskiner som drar mindre bränsle för att hjälpa entreprenörerna att öka lönsamheten: "Bränsle är ofta den största kostnaden när det gäller entreprenadmaskiner. I vissa branscher är kostnaderna för bränsle mycket större än för arbetskraft, underhåll och försäkringar." [1]

Högre bränsleeffektivitet är inte bara bra för företagets lönsamhet, det minskar också maskinernas påverkan på miljön. Det betyder att bränsleeffektiv utrustning lättare uppfyller stränga regler för utsläpp.

Vissa tillverkare reagerade på behovet av lägre bränsleförbrukning genom att minska motoreffekten. Hitachi däremot introducerade sitt unika TRIAS-hydraulsystem. Syftet är att se till att entreprenörerna kan utföra så mycket arbete som möjligt med så lite bränsle som möjligt.

Alla tillverkare var tvungna att fundera över att kunderna önskade maskiner som drar mindre bränsle och släpper ut mindre föroreningar, men samtidigt uppnår samma prestanda, produktivitet och hastighet så att arbetet kan utföras på rätt tid och inom budgeten.

Det är speciellt ett problem för kunder i Norden, till exempel där kunder använder 20-tons grävmaskiner med mångsidiga tillbehör för att kunna utföra flera olika aktiviteter inom ett och samma projekt. För att ta itu med detta har HCM:s dotterbolag, Hitachi Construction Machinery (Europe) NV, i flera år nära samarbetat med sina officiella återförsäljare i Sverige (Delvator) och Norge (Nasta). Tillsammans med övriga europeiska återförsäljare ser de till att Zaxis grävmaskiner uppfyller marknadens krav på bränsleeffektiva och mycket produktiva entreprenadmaskiner.



TRIAS historia och hur systemet fungerar

Hitachi utvecklade ursprungligen TRIAS-systemet för sina Zaxis-5 grävmaskiner som introducerades 2011. Namnet TRIAS hänvisar till hydraulsystemet med tre pumpar som ersatte det tidigare tvåpumpssystemet (fortfarande vanligt hos konkurrenter) för den här storleken av grävmaskin.

Den tredje pumpen levererar olja till flera funktioner och prioriterar svängrörelsen. Avancerad ventilstyrning, trycksensorer och datorstyrda magnetventiler maximerar effektivitet och kombinerade rörelser utan att bränsleförbrukningen upppoffras.

Tsuyoshi Nakamura, HCM:s chef för utvecklingscentret vid den tiden, kommenterade introduktionen av Zaxis-5-serien: "Den främsta anledningen till att TRIAS-systemet utvecklades var att sänka bränsleförbrukningen. Det enda sättet att uppnå detta mål – och samtidigt behålla

maskinens hastighet – var att minska tryckförlusten i hydraulsystemet." [2]

Förstå sig på hydraulisk förlust

Syftet med TRIAS-systemet var därför att minska hydraulförlusten. Alla hydraulsystem uppvisar hydraulförluster - vissa kan skapas målmedvetet för att producera smörjning eller kylning; andra förluster inträffar när spolar eller ventiler används.

När en del av pumpflödet riktas till en funktion, leds den andra delen av pumpflödet till oljetanken. Oljeflödet till funktionen resulterar i användbar hydraulisk kraft. Oljeflödet som avleds till oljetanken betraktas som hydraulisk förlust. Den hydrauliska förlusten till tanken leder till att hydraulolja värms upp och bränsleeffektiviteten minskar.

"Den främsta anledningen till att TRIAS-systemet utvecklades var att sänka bränsleförbrukningen."

Tsuyoshi Nakamura,
HCM chef för utvecklingscenter



Nyckelkomponenter

Nyckeln till TRIAS-systemet är kombinationen av trepumpssystemet, ventilbordet, trycksensorer och datorstyrda magnetventiler. "Att finjustera systemet är mycket viktigt i TRIAS-systemet, för om man inte gör det kommer ventilbordet inte vara effektivt," förklarade herr Nakamura. "Denna teknologi är unik inom branschen."

Utveckling

År 2015 lanserade Hitachi TRIAS II i Zaxis-6 grävmaskiner. Detta system finjusterade reglerventilspolarna ytterligare och adderade extra magnetventiler som kontrollerar pumpflödet. Detta minskade hydraulförlusten i reglerventilen, speciellt vid finkörning och planeringsarbete. Detta ledde i sin tur till betydande bränslesparningar; ytterligare 10 % (ZX250-6 jämfört med ZX250-5 i PWR (power)-läge).

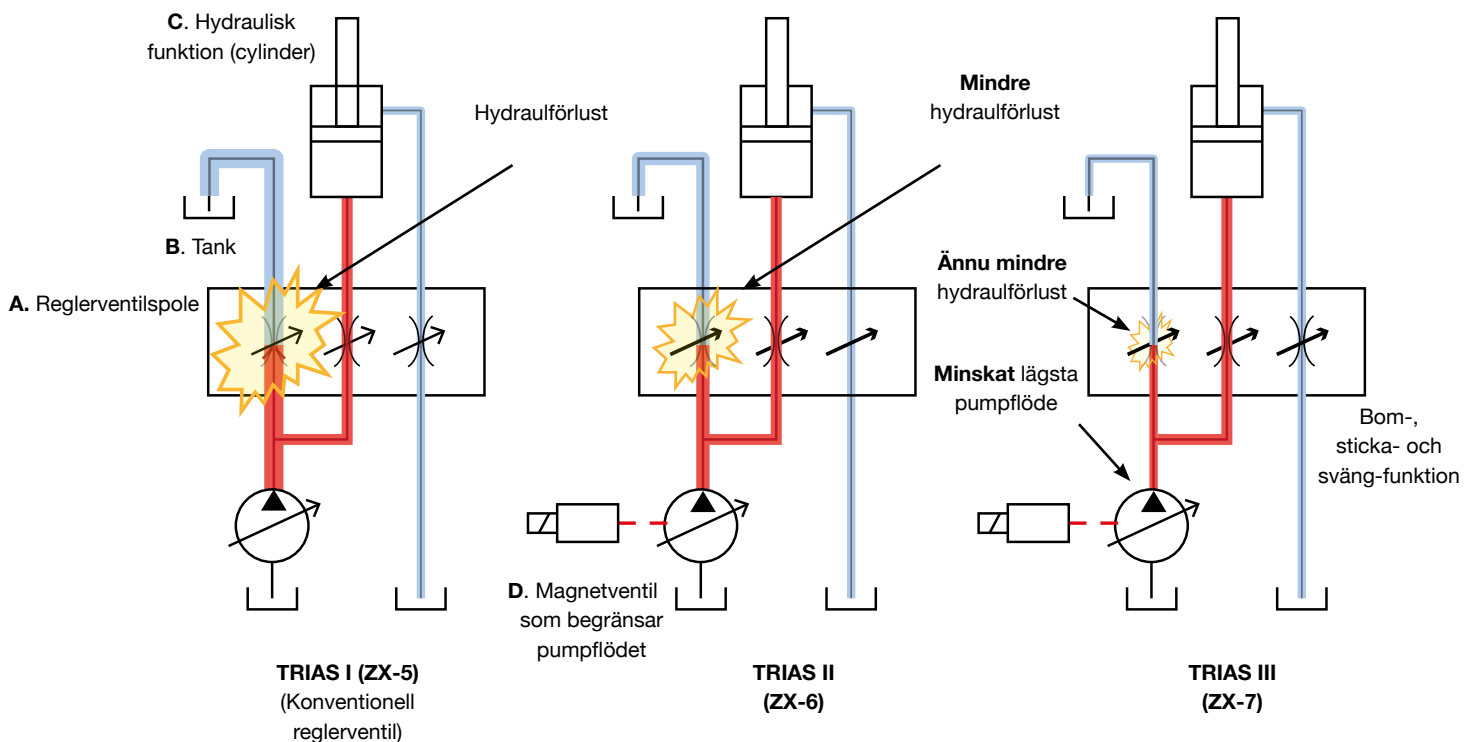
Fem år senare presenterades TRIAS III vid introduktionen av Zaxis-7-sortimentet. Detta system drar nytta av ännu mer finjustering av reglerventilspolarna och nya funktioner som leder till ännu mindre hydraulförlust, högre effektivitet och bättre kontrollerbarhet.

På nedanstående bild visas skillnaderna mellan reglerventilspolarna i TRIAS I, II och III. I en TRIAS I (och konventionell) reglerventilspole [A] finns det alltid ett signifikant återflöde av trycksatt olja till tanken [B] när en viss funktion används, särskilt vid små och medelstora styrspaksmanövrer. Detta flöde av trycksatt olja till tanken leder till hydraulisk kraftförlust.

Reglerventilen i TRIAS II har mindre hydraulförlust till tanken, vilket leder till minskad bränsleförbrukning. Reglerventilspolarna har utformats för att begränsa oljeflödet till tanken under små och medelstora styrspaksmanövrer. För att undvika att för mycket olja går till funktionen (cylindern) [C] har magnetventiler för pumpflödes-begränsning [D] lagts till för att minska pumpflödet i enlighet därmed. Maskinens följsamhet eller "hydraulkänsla" förblir densamma.

Reglerventilen i TRIAS III har ännu mindre hydraulförlust till tank. Reglerventilspolarna har finjusterats ytterligare för att begränsa oljeflödet till tanken under små och medelstora styrspaksmanövrer. Tillsammans med förbättrad programvara och en minskning av lägsta pumpflöde, leder det till ännu lägre bränsleförbrukning. Maskinens följsamhet eller "hydraulkänsla" förblir densamma.

TRIAS jämförelse



Minska läckage

Man kan jämföra reglerventilen med en trädgårdsslang som är ansluten till en kran. Slangen levererar vattnet till trädgårdssprinklern, men om slangens anslutning till kranen läcker, får man en vattenförlust.

Om man minskar läckaget, kan man dra åt kranen lite och ändå få samma mängd vatten till trädgårdssprinklern. På så sätt sparar man vatten. Magnetventilerna i TRIAS II och III som begränsar pumpflödet är som kranar anslutna till trädgårdsslangar där vattenläckaget har minskat.

Imponerande minskningar av bränsleförbrukning

Utvecklingen av TRIAS-systemet har lett till imponerande minskningar av bränsleförbrukningen, vilket visas på bilden. Här illustreras en minskning av bränsleförbrukningen i PWR (power)-läge i jämförelse med Hitachi grävmaskiner (25–35 ton) vid samma produktivetsnivåer: Zaxis-3 (HIOS III hydraulsystem), Zaxis-5 (TRIAS I), Zaxis-6 (TRIAS II) och Zaxis-7 (TRIAS III). Den totala minskningen: 26 % i 25-tonsklassen, 23 % i 30-tonsklassen och 19 % i 35-tonsklassen.

Översikt minskad bränsleförbrukning TRIAS

Jämförelse PWR-läge vid samma produktivitet

ZX250
PWR-LÄGE



ZX-3 **ZX-7**

ZX250-3 **ZX250-5B** **ZX250-6** **ZX250-7**

ZX300
PWR-LÄGE



ZX-3 **ZX-7**

ZX280-3 **ZX290-5B** **ZX300-6** **ZX300-7**

ZX350
PWR-LÄGE



ZX-3 **ZX-7**

ZX350-3 **ZX350-5B** **ZX350-6** **ZX350-7**



ZX250-3



ZX250-5



ZX250-6



ZX250-7

Nyheter i TRIAS III för Zaxis-7-modeller

TRIAS senaste utveckling har några nya funktioner som har bidragit till större minskningar. Till exempel ny utformning av systemet för återcirkulering av olja vid stickrörelserna, som förbättrar bränsleeffektiviteten under grävning (eftersom pumpeffekten för grävning kan minskas med 5–10 %).

I TRIAS III har flödesprioriteringen till stickan optimerats. Förutom en kostnadsminskning resulterar det i förbättrad kontrollerbarhet. I TRIAS III kan bomprioriteringen justeras av föraren. Detta förklaras närmare längre fram (se "Större kontroll för maskinförare" på sidan 8).

En annan ändring är bytet av stickans reglerspole i pump 3-kretsen mot en central omkopplings-avstängningsventil. Detta reglage syftar till att minska hydraulförlusten i bommens krets.

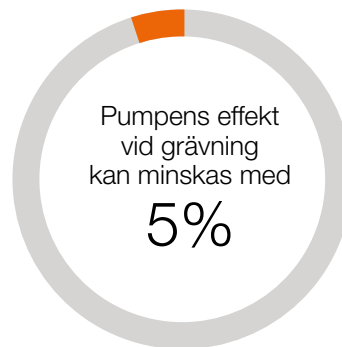
Stickans återcirkuleringskontroll har också förbättrats i TRIAS III-systemet. På Hitachi-maskiner används stickans regenerering vid låga belastningar för att accelerera stickrörelserna. Det garanterar optimalt kombinerade funktioner.

Från och med serie Zaxis-5 använder Hitachi en regenererings-avstängningsventil för att förbättra kontrollerbarheten. Stickregenerering är aktiverad vid låg belastning tills avstängningsventilen aktiveras. Då öppnas en passage till oljetanken vilket gör att olja kan flöda tillbaka från stickans cylinder till oljetanken.

I TRIAS III har emellertid regenereringsventilens öppningsport förstärkts och kontrollventilen har också ökat i storlek. Dessa åtgärder förbättrar effektiviteten och har en positiv effekt på bränsleförbrukningen.

En annan ny funktion i TRIAS III är kontroll av minimumvinkeln för pump 3. Det förbättrar bränsleeffektiviteten vid grävning. Om pumptrycket blir högt under grävning förbättras pumparnas effektivitet genom att fixera pump 3 till minimum flöde och använda pump 1 och 2 vid högt tryck och maximalt flöde. Detta ökar pumpens effektivitet med 2 %, vilket minskar bränsleförbrukningen.

Denna kontroll aktiveras endast vid små bom-upp-manövrer. Så snart större bom-upp-manövrer görs med spaken avbryts kontrollen och pump 3 används också för att höja bommen.



Bränsleeffektiviteten förbättras ytterligare i och med nya Zaxis-7.

Större kontroll för maskinföraren

En av de viktigaste ändringarna i TRIAS III är att föraren nu själv kan finjustera maskinens prestanda genom att ändra inställningarna på bildskärmen. Det finns två parametrar: Bomprioritering och Effekttuttag.

Bomprioritering

Bomprioritering är en inställning per redskap, som gör det möjligt för föraren att prioritera bomlyftningshastighet när man utför kombinerade manövrer som omfattar bomlyftning, sväng och indragning av stickan.

Föraren kan välja mellan tre alternativ: Av, Auto 1 och Auto 2. Både Auto 1 och Auto 2 ökar bomlyftningshastigheten vid kombinerade manövrer som omfattar bomlyftning, sväng och indragning av stickan.

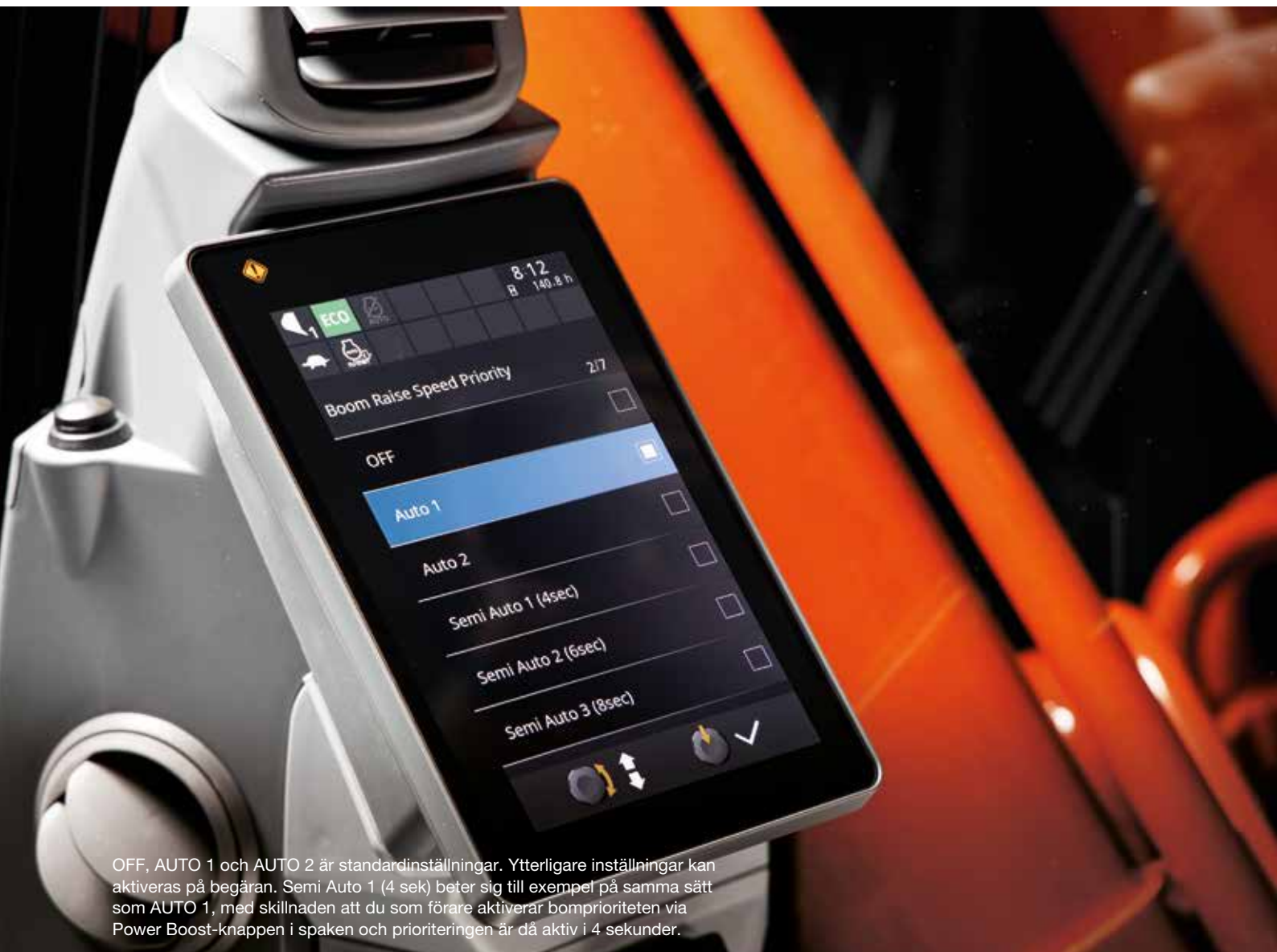
'Av' innebär normal bomlyftshastighet. Den här inställningen används vid lätta grävarbeten, material med låg densitet eller vid planeringsarbeten utan tunga redskap.

Auto 1 ökar bomlyftshastigheten för kombinerade manövrer och prioriterar indragning tills svängning påbörjas. Den här inställningen används vid lastning av material med hög densitet, lastning av lastbilar eller en kross samt körning med tunga redskap.

Auto 2 ökar också bomlyftshastigheten för kombinerad drift, men ger mindre stickprioritering tills svängning påbörjas. Den här inställningen används vid tyngre schaktarbeten och djupgrävning samt lastning av lastbilar eller en kross och vid användning av tunga redskap.

Effekttuttag

Denna redskapsinställning gör det möjligt för föraren att öka eller minska pumpflödet vid tunga laster. Föraren kan välja mellan tre inställningar: MIN, STD och MAX. MIN-inställningen minskar hastigheten grävaggagetat, med reducerat pumpmoment vid höga belastningar, för minskad bränsleförbrukning. STD-inställningen (i mitten) är standardinställningen för regelbundna manövrar. MAX-inställningen leder till ökad hastighet vid tung belastning (pumpens vridmoment vid höga laster ökar).



OFF, AUTO 1 och AUTO 2 är standardinställningar. Ytterligare inställningar kan aktiveras på begäran. Ytterligare inställningar kan aktiveras på begäran. Semi Auto 1 (4 sek) betar sig till exempel på samma sätt som AUTO 1, med skillnaden att du som förare aktiverar bomprioriteten via Power Boost-knappen i spaken och prioriteringen är då aktiv i 4 sekunder.

Feedback från Sverige och Norge

Denna möjlighet att finjustera maskinens egenskaper på skärmen är ett av resultaten av det nära samarbetet mellan HCM, HCME och de nordiska återförsäljarna Delvator (Sverige) och Nasta (Norge). Detta samarbete har pågått sedan 2012. Representanter och kunder från både Sverige och Norge har arbetat med Hitachi-ingenjörer i Japan för att testa inställningarna för Zaxis grävmaskiner i olika avseende.

Deras insatser under åren har hjälpt Hitachi att ständigt förbättra och utveckla TRIAS-systemet löpande. Utslagsgivande för TRIAS är enligt kunderna möjligheten till ökad prestanda.

Det var nödvändigt eftersom även om den första versionen av TRIAS minskade bränsleförbrukningen ordentligt, så märkte kunderna en minskad effekt under vissa manövrer, vilket inte var praktiskt vid användningen av tunga redskap. Tack vare samarbetet med nordiska återförsäljare kunde HCM justera maskinens styrning samt hur den balanserar de tre pumparna i hydraulsystemet.

Delvator produktchef Magnus Hansson förklarar: "Förarinställningarna är prioriterade inställningar, och dessa justerar i princip hur de tre pumparna i hydraulsystemet balanserar belastningen. Om du till exempel lyfter en tung skopa, mäter grävmaskinen hur mycket du flyttar spaken - den kan känna av hur ivrig du är att lyfta skopan och ger dig mer kraft om så behövs."

"Vi har tidigare förinställt maskininställningarna efter våra kunders behov, främst beroende på tillbehörets vikt, maskinens prestanda och effekt. Nu, om en maskinförare utför dessa justeringar på Zaxis-7 kommer hen att märka stor skillnad. Det är som att byta till sportläge när man kör bil - det har en enorm inverkan på prestandan."

Magnus anser att det är HCM:s hydraulsystem som gör att Hitachi sticker ut från mängden, även i landet med deras största konkurrenter. "TRIAS är ett utmärkt system

för att behålla maskinens styrka. Alla tillverkare producerar maskiner som är i stånd att dra mindre bränsle. En specifik tillverkare har till exempel en stor variabel motor och två stora pumpar. Hitachi har en mindre motor och ett variabelt hydraulsystem med tre pumpar."

"Den andra tillverkarens maskinförare spar bränsle med lägre motorvarvtal vid lätta/normala manövrer och ökar sedan motorvarvtalet för att öka produktionen. Hitachi gör det motsatta, med en lämplig motor och ett par förinställda motorlägen (ECO och PWR) samt ett hydraulsystem som känner av om du använder full eller låg prestanda."

"Konkurrenten reducerar motoreffekten, medan Hitachi TRIAS hydraulsystem automatiskt optimerar prestandan för att minimera belastning, förlust och bränsleförbrukning. Den andra maskinen kan nå låg bränsleförbrukning genom lägre tomgång, men är relativt långsam. Hitachi är, jämfört med konkurrenterna, känt för sin enastående hastighet på grävaggatet."

Hastigheten har utan tvekan en positiv inverkan på produktiviteten, men TRIAS hydrauliska system har ytterligare fördelar för förare genom att vara ytterst lätthanterlig, följsam och smidig. Magnus tillägger: "Hitachis grävmaskiner har överlägsna förarkänsla vad det gäller kontrollerbarhet och precision. Vem som helst kan sitta i hytten och direkt känna att de har full kontroll."

Och så har det varit sedan den första versionen av TRIAS som presenterades år 2011, då herr Nakamura kommenterade: "Hitachi lägger stor vikt vid kontrollerbarhet, vilket är avgörande när det gäller dagens entreprenadmaskiner. Några av våra konkurrenter kan kanske tillverka reglerventiler och pumpar, men vi är de enda som har uppnått denna expertisnivå när det gäller justering - ingen av våra konkurrenter har lyckats uppnå samma tekniska nivå."

"TRIAS är ett utmärkt system för att behålla maskinens styrka."

Magnus Hansson,
Delvator produktchef



TRIAS i praktiken

Hitachis TRIAS hydraulsystem är grundläggande för grävmaskinens prestanda och maskinförarens känsla. Efter lanseringen i Europa år 2012 upptäckte den finska entreprenören Maaperustus Saarinen Oy fördelarna med Zaxis-5 jämfört med tidigare generationer av Hitachi-entreprenadmaskiner.

”Den viktigaste utvecklingen i Zaxis-5-sortimentet är hydraulikpaketet”, säger företagets delägare Kari Saarinen [3]. ”ZX225USRLC-5 fungerar perfekt tack vare TRIAS-systemet.

”Flödet av olja fördelas jämnare och därför reagerar maskinen bättre och noggrannare jämfört med den tidigare modellen. Samma prestanda kan uppnås med mindre motorvarvtal, och power-läget behövs endast vid tuffare jobb.”

Den förbättrade TRIAS II-versionen i Zaxis-6-modellerna har också mottagits väl av kunder över hela Europa. I Tyskland testade Richard Schulz Tiefbau fyra olika märken av 20-tons grävmaskiner och utvärderade maskinförarnas åsikter innan han beslutade att investera i två nya modeller. Verkstadschef Markus Winkler förklarar på vilket sätt TRIAS var avgörande: ”Maskinförarna gillade precisionen i Hitachis hydraulsystem och det ledde till att vi köpte två nya Zaxis-maskiner.” [4]

En av företagets erfarna maskinförare, Andreas Maul, var imponerad av en av de nya Hitachi-maskinerna, en ZX300LCN-6, när han använde den med olika redskap; till grävarbete, lastning och spridning av kalk: ”Den är mycket exakt när det gäller att ta bort det översta jordlagret. Styrkan och kapaciteten är starka punkter, och den är dessutom snabb och lätthanterlig... Jag var särskilt imponerad av den låga bränsleförbrukningen - det här är den bästa maskin jag har använt på 20 år!”

TRIAS-systemets hastighet och precision har också uppskattats på olika arbetsplatser i Frankrike. Maskinförare Bruno Lourenco från riv- och gräv företaget Millot TP använde en Zaxis-6 grävmaskin efter tidigare erfarenhet med två Zaxis-3 maskiner. ”Jag gillar verkligen ZX300LCN-6, eftersom den är kraftfullare än ZX280LC-3,” förklarar han.

”Sammantaget är det en utmärkt maskin: smidig och snabb och lastcykeln är mycket bra. Det är till exempel inget problem att arbeta med omkring tio lastbilar per dag på anläggningen. Det mest imponerande är sättet jag kan arbeta på den här nya maskinen, särskilt den precision som hydraulsystemet erbjuder.” [5]



”Jag har varit särskilt imponerad av den låga bränsleförbrukningen”

Andreas Maul, operatör,
Richard Schulz Tiefbau GmbH



Slutsats

Det unika hydraulsystemet som används i Hitachis grävmaskiner utvecklades för att sänka bränsleförbrukningen genom att minska hydraulförlusten. Den ursprungliga TRIAS I-modellen och de efterföljande versionerna II och III (som introducerades 2011, 2015 respektive 2020) har uppnått en total minskning av bränsleförbrukningen på 26 % i 25-tonsklassen. Det har lett till en betydande minskning av de totala ägandekostnaderna samt viktiga utsläppsminskningar som gör att de stränga miljökraven uppfylls.

Dessutom garanterar TRIAS-systemet en effektiv svängrorelse och exceptionellt hög hastighet på grävaggregatet även vid användning av tunga redskap. Detta, i kombination med hög kontrollerbarhet och precision, bidrar till utmärkt produktivitet. Vilket i sin tur förbättrar lönsamheten för kunderna.

För att garantera konstant hög prestanda har Hitachi arbetat nära sina nordiska återförsäljare under flera år. TRIAS-systemet har på så sätt förbättrats ytterligare så att det exakt tillgodoser kundernas behov. Den senaste versionen av ZX-7-serien, TRIAS III, gör det också möjligt för maskinföraren att finjustera maskinernas prestanda på bildskärmen, beroende på behov och utrustning.

HCM:s strategi med TRIAS, nämligen att behålla maskinens styrka och garantera att så mycket arbete som möjligt kan göras med så lite bränsle som möjligt, är nu, med miljön i åtanke, viktigare än någonsin. Effektivitet och miljöansvar kommer bara att öka i framtiden, och medan utsläppsfri elektrisk utrustning fortfarande befinner sig i en tidig utvecklingsfas kommer exceptionellt bränsleeffektiva maskiner - och deras skickliga maskinförare - att överbrygga klyftorna.

Referenser

1. *Material Handling World Magazine*, november 2019 ("3 enkla sätt att minska grävmaskinens totala ägandekostnad")
2. *Ground Control* magazine, nummer 15, sida 34–35
3. <https://www.hitachicm.eu/press-center/trias-hydraulic-system-gains-family-approval/>
4. *Ground Control* magazine, nummer 23, sida 34
5. *Ground Control* magazine, nummer 24, sida 19

