

# **GRAĐEVINSKI STROJEVI**

## **XI PREDAVANJE**

### **MOBILNE TEHNOLOGIJE KOD UPRAVLJANJA GRAĐEVINSKIM STROJEVIMA**

# 1. UVOD

**Tehnološki razvoj, digitalizacija te informacijsko komunikacijske tehnologije unaprijedile su i ubrzale izvođenje radnih procesa na gradilištu.**

## **NAPREDNI MJERNI SUSTAVI I SOFTVERSKA RJEŠENJA:**

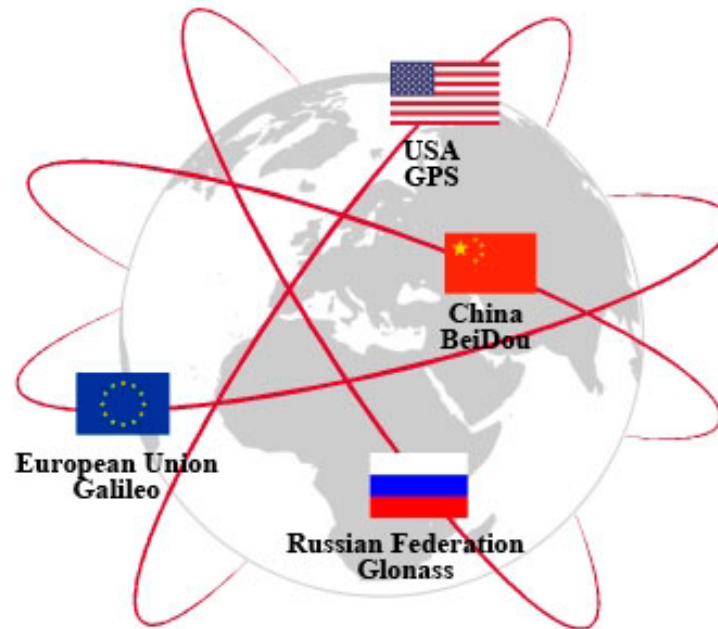
- **Precizno određivanja položaja stroja i njegovih radnih komponenti**
- **Praćenje napretka izvedbe**
- **Praćenje mehaničkog stanja stroja**
- **Povećanje kvalitete, preciznosti i sigurnosti prilikom izvođenja radova**
- **Brže izvođenje radnih zahvata**
- **Povećanje profitabilnosti**
- **Niža potrošnja goriva**
- **Smanjenje pogrešaka, postupaka ponavljanja i zamora materijala**
- **Uspješno i učinkovito upravljanje opremom**
- **Donošenje pravovremenih ispravnih odluka**
- **Pojednostavljanje vođenja rasporeda za pravilno održavanje strojeva**
- **...**

## **MOBILNE TEHNOLOGIJE KOD UPRAVLJANJA GRAĐEVINSKIM STROJEVIMA:**

- **Globalni navigacijski satelitski sustavi, *Global Navigation Satellite System (GNSS), GPS, GLONASS, Beidou* itd.**
- **Tehnologija *Radio Frequency IDentification (RFID)***
- **Napredna digitalna kartografija, *Geographic Information System (GIS)***
- **Senzori (*ultrazvučni, težinski, elektromagnetski...*)**
- **Laseri (*optički senzori*)**
- **...**

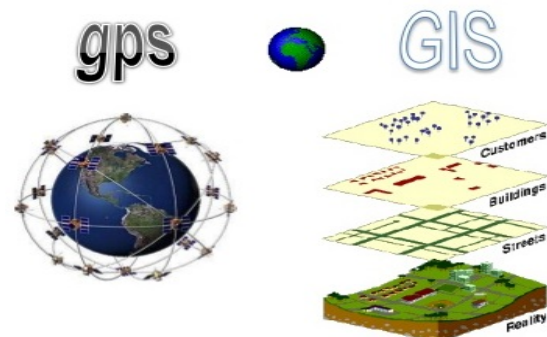
## 2. POJEDINAČNE MOBILNE TEHNOLOGIJE

- **Globalni navigacijski satelitski sustavi, *Global Navigation Satellite System (GNSS)*:**
  - **Pouzdana i brzo određivanje položaja objekata te pojedinaca,**
  - **Najznačajniji predstavnici američki *Global Positioning System (GPS)* i ruski *Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS)***



# GPS:

- Moćan satelitski radionavigacijski sustav za određivanje trenutnog položaja objekata te pojedinaca.
- Sastoji se od skupine umjetnih satelita, zemaljskih kontrolnih postaja te GPS prijarnika.
- Na putu radiosignala do GPS prijarnika ne smiju biti fizičke prepreke.
- Minijaturizacijom GPS prijarnika, zatim povezivanjem s telekomunikacijskim sustavima *Global System for Mobile communications* (GSM) te s tehnologijom *Geographic Information System* (GIS), dobiva široku i nezaobilaznu primjenu.



## Satelitski segment GPS sustava

Umjetni sateliti kontinuirano odašilju radiosignale o svom trenutačnom položaju i vremenu odašiljanja radiosignala.

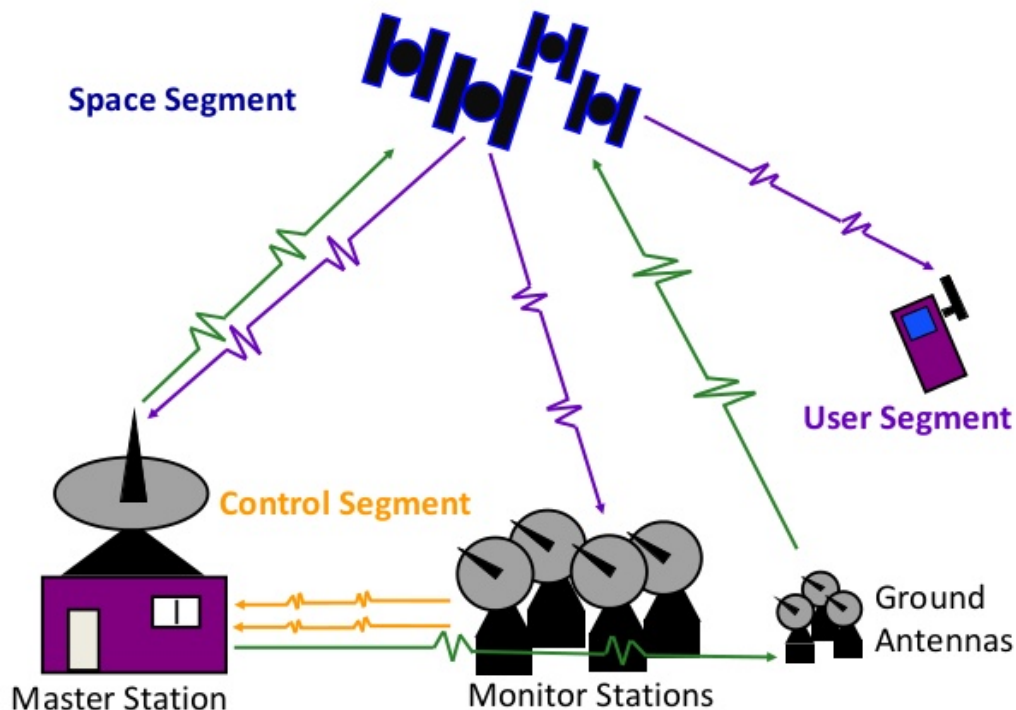
## Korisnički segment GPS sustava

GPS prijamnik, analizirajući radiosignale koje je primio sa satelita, proračunava svoj trenutačni položaj.

Točnost mjerenja položaja GPS tehnologijom uglavnom je unutar pet metara, ali uvelike ovisi o okruženju unutar kojeg se nalazi GPS prijamnik te o specifikacijama i mogućnostima samog GPS prijamnika.

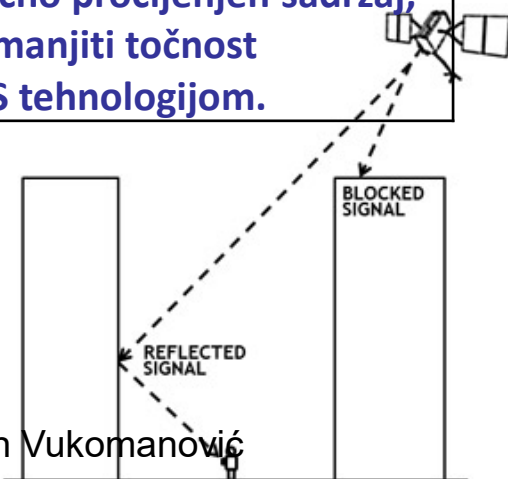
Primanje satelitskih radiosignala mogu ometati visoke građevine ili stabala, konfiguracija terena, zatim vremenske prilike, satelitska održavanja, kao i mape koje mogu imati nedostajući, ili zabranjen, ili netočno procijenjen sadržaj, te tako dodatno smanjiti točnost pozicioniranja GPS tehnologijom.

## Three Segments of the GPS



## Kontrolni segment GPS sustava

Zemaljske kontrolne postaje neprekidno prate gibanje i rad satelita.



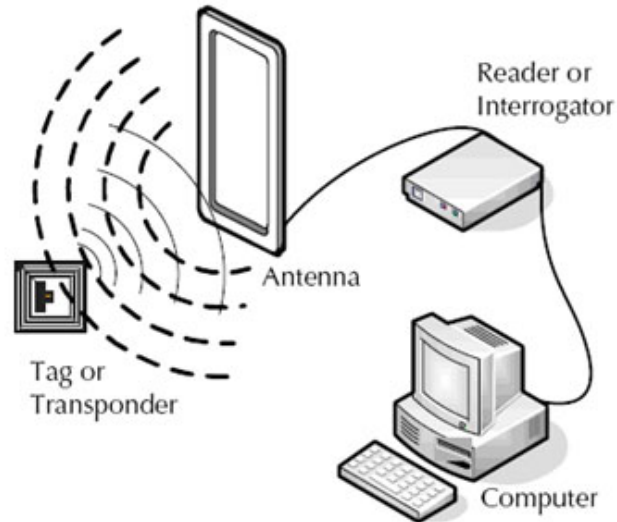
- **Napredna digitalna kartografija, Geographic Information System (GIS)**

- **GIS je informacijsko računalni sustav za prikupljanje, pohranu, obradu i analizu prostornih podataka stvarnog svijeta.**
- **Prostorni podaci, najčešće u pojedinim tematskim slojevima, prikazuju prirodne ili društvene sadržaje Zemljine površine u dvodimenzionalnom ili trodimenzionalnom obliku.**
- **GIS omogućuje složene prostorne analize te prikaz prostornih podataka izraženih kroz promjene u vremenu i prostoru**



- **Tehnologija *Radio Frequency IDentification (RFID)***

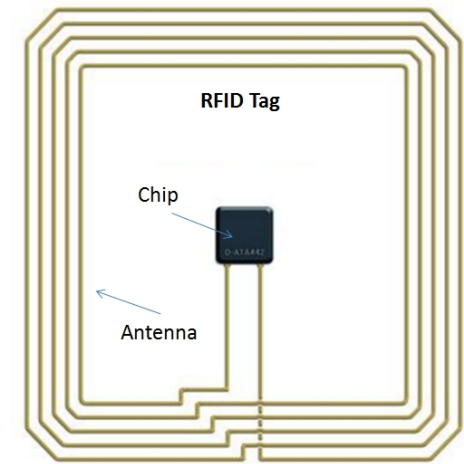
- **RFID je mobilna tehnologija, koja putem radio valova ostvaruje komunikaciju između uređaja.**
- **Osnovni sastavni dijelovi RFID tehnologije su RFID tag, RFID čitač i računalo.**





# RFID tag:

- RFID tag se sastoji od silikonskog mikročipa i antene.
- Osim u obliku predmeta, najmanjih dimenzija veličine zrna riže, RFID tag može biti i u obliku naljepnice.
- RFID tagovi, prema izvoru napajanja, ugrubo, mogu biti pasivni ili aktivni.



<b>Aktivni RFID tag</b>	<b>Pasivni RFID tag</b>
Vlastito napajanje (najčešće putem baterije).	Nemaju svoje vlastito napajanje, nego energiju za rad primaju podražajem od strane RFID čitača.
Komunikacija s RFID čitačem unutar udaljenosti od nekoliko stotina metara.	Komunikacija s RFID čitačem unutar udaljenosti od nekoliko metara.  Ako se pasivni RFID tag nalazi izvan svog mogućeg dosega za povezivanje s RFID čitačem, nema napajanje te nije u mogućnosti odašiljati i primiti radio valove.
U odnosu na pasivne RFID tag-ove, imaju višestruko veći kapacitet memorije, bolju iskoristivost u okruženju ometajućih faktora (elektromagnetska buka, metal, vlažnost), no zbog boljih radnih karakteristika imaju veću cijenu koštanja.	U odnosu na aktivne RFID tag-ove, laganiji su i manjih dimenzija, a budući da nemaju bateriju za rad, vijek trajanja im je dulji te imaju nižu cijenu koštanja.

## RFID čitač:

- RFID čitači predstavljaju vezu između RFID tag-ova i računala.
- Osim za napajanje pasivnih RFID tagova, služe za primanje, čitanje i obradu podataka s RFID tagova te prijenos tih podataka na računalo.
- Također, mogu služiti za zapis podataka na RFID tag.



## RFID računalo:

- Računalo umrežuje RFID čitače sustava te prikuplja, skladišti i obrađuje podatke.

# Senzori

- **Senzori su mjerni pretvornici, odnosno uređaji koji detektiraju i kvantificiraju neku mjerenu fizikalnu veličinu.**
- **Svojstva materije i energije koja se mogu mjeriti, nazivaju se mjerljiva svojstva ili fizikalne veličine. Neke fizikalne veličine su masa, temperatura, volumen, tlak, vlažnost zraka, itd.**
- **Vrijednosti fizikalnih veličina mogu se dobiti pretvaranjem mjerene fizikalne veličine u oblik pogodan za daljnu obradu, obično u električnu veličinu kao što je napon, jakost električne struje, električni naboj ili frekvencija.**



## • Laseri

- Laser je skraćenica od skupa riječi *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (LASER), a predstavlja specifičan izvor koherentne, monokromatske i paralelne emisije zračenja.
- Lasersko zračenje ima široku primjenu u raznim djelatnostima, a neke od brojnih primjena lasera su mogućnosti obrađivanja materijala laserom, zatim precizno mjerenje pomoću lasera, lasersko navođenje te primjena lasera u biologiji i medicini.
- Laser se također, može koristiti u kombinaciji s GPS-om, posebno u uvjetima nepristupačnih terena ili u područjima gdje nema GPS signala, kao i za sigurno mjerenje u blizini prometnica i sl., jer korištenjem GPS-a s laserom nije potrebno fizički pozicionirati GPS prijamnik na točku koja se želi snimiti.



# ŠTO JE TO MOBILNA TEHNOLOGIJA KOD GRAĐEVINSKIH STROJEVA?



- **informacijski sustav za upravljanje, administraciju i nadzor građevinskih strojeva**
- **sustav koji je prilagodljiv i jednostavan za korištenje**
- **objedinjuje suvremene mobilne komunikacije, poput GPS i GSM tehnologije, naprednu digitalnu kartografiju (GIS), Internet i računalna aplikacija**

# ULOGA INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA U GRAĐEVINARSTVU

- Smanjenje vremena izvedbe i ukupnom trošku gradnje
- Smanjenje troškova korištenje i održavanja (**npr. fleet management**)
- Smanjenje nedostataka na građevinama (**npr. BIM**)
- Smanjenje broja nesreća na radu (**npr. daljinsko upravljanje**)
- Smanjenje otpada (**npr. BIM**)
- Povećanje produktivnosti (**npr. RFID praćenje rada, Onboard Weigh Systems mjerenje težine dampera**)
- Povećanje predvidljivosti

# DIJELOVI SUSTAVA ZA MOBILNO PRAĆENJE

- **Mobilni uređaj** za praćenje
- **Senzore** za prikupljanje raznih podataka o stroju
- **Serverski sustav za mobilno praćenje** koje prikuplja i obrađuje podatke
- **Računalna aplikacija** za mobilno praćenje

# BEŽIČNE MREŽE

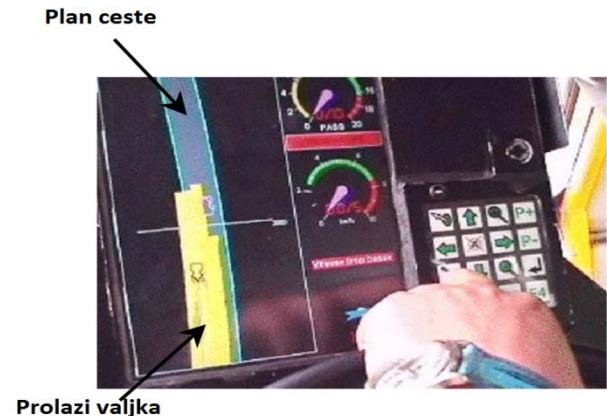
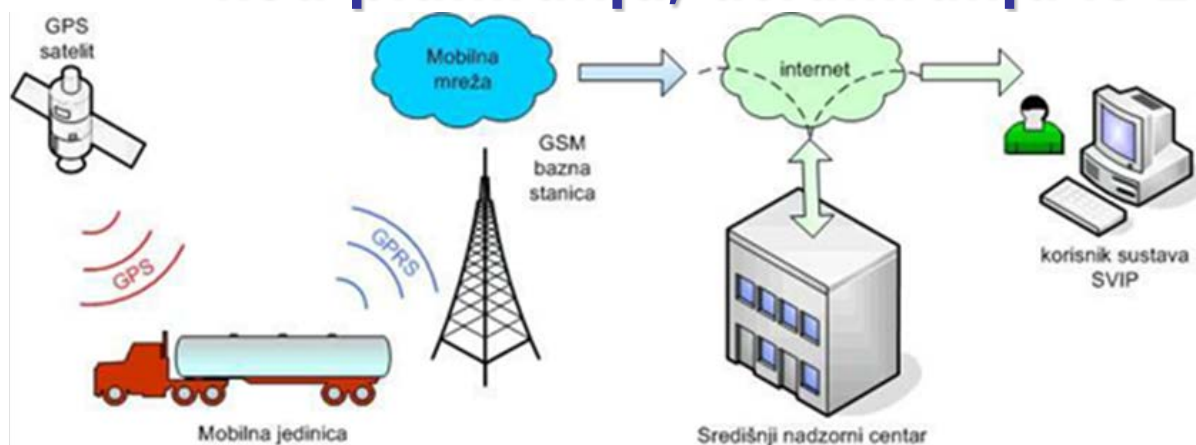
- **Koriste radio-valove ili infracrvene zrake** kao prijenosnike signala između stacionarnih i mobilnih uređaja
- **Osnovne prednosti:** prilagodljivost, lako postavljanje, male dimenzije, velika otpornost
- **Osnovni nedostatak :** manja brzina prijenosa nego kod ožičenih mreža





# GPS - GLOBAL POSITIONING SYSTEM

- Omogućuje pouzdano pozicioniranje, navigaciju i vremenske usluge u svim vremenskim uvjetima
- Sastoji se od triju segmenata: **svemirskog, kontrolnog i korisničkog sustava**
- Relative Kinematic Positioning GPS – povećana preciznost
- **Koristi se kod velikih količina zemljanih radova, kod planiranja, asfaltiranja te zbijanja**



# RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION DATA (RFID)

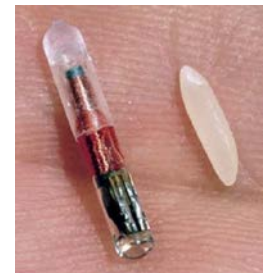
- **bežični elektromagnetski valovi**
- **prikupljanje velikog broja podataka**
- **za radove u kojima je osim navođenja stroja važno znati i podatke o operacijama ugradnje materijala koji se ugrađuje (npr. asfaltiranje)**
- **ograničenost prostorom zbog postavljanja antena**



RFID antena za kontrolu strojeva

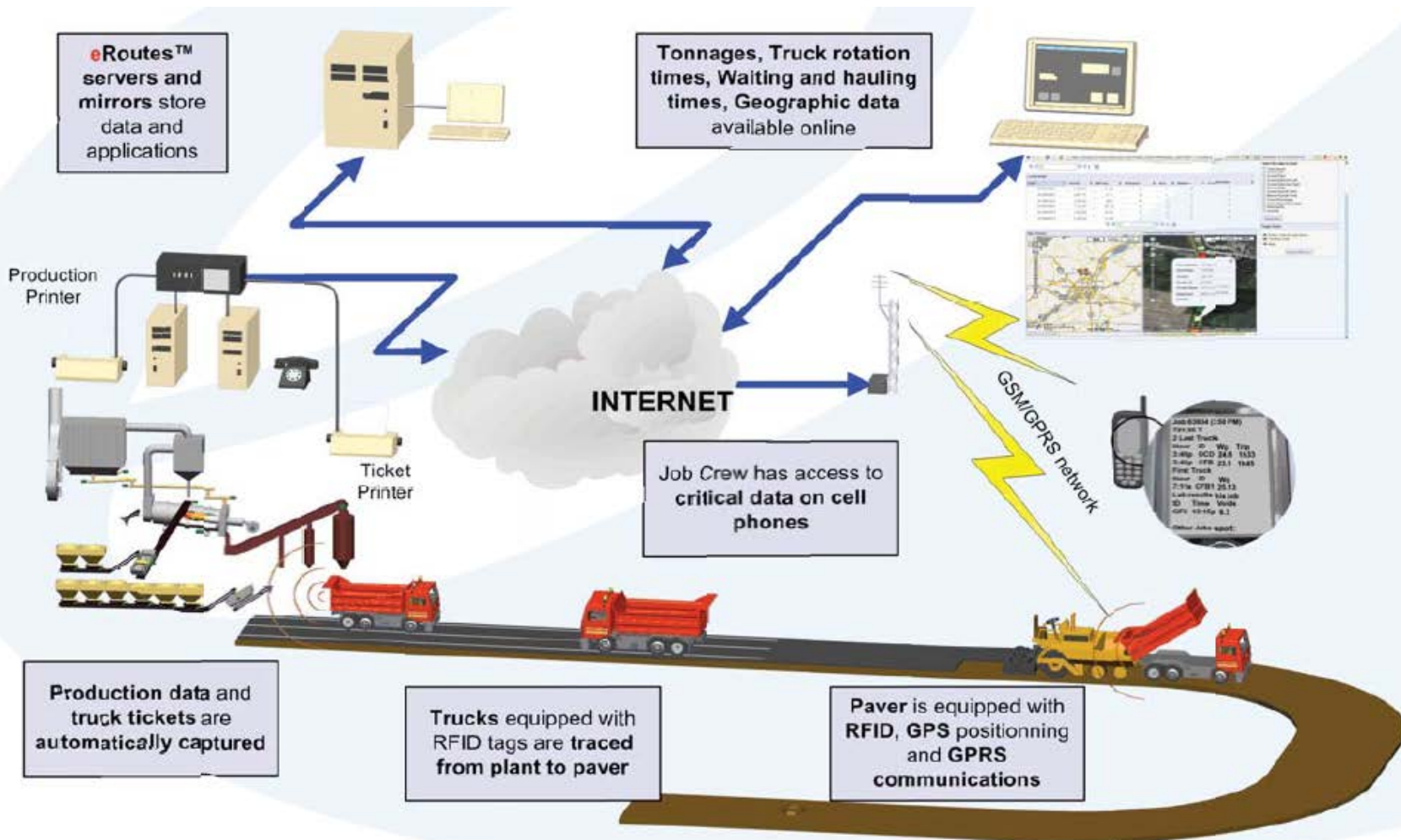


Primjena u hotelijerstvu



Veličina RFID čipa

# RFID – primjer - Intelleflex

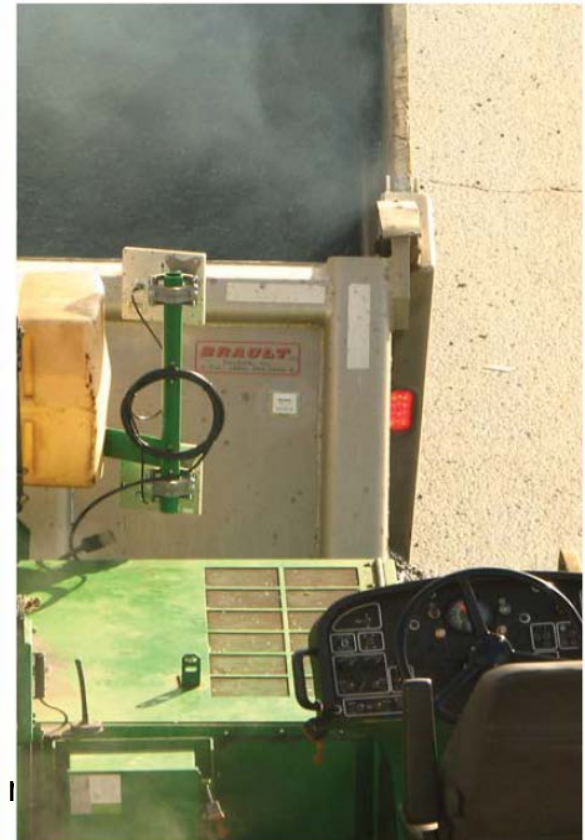


# RFID – primjer - Intellex

RFID antena



RFID čip



# RFID – primjer - Intellexflex

http://eroutes2.info/content.php?mid=PAVELOG&rid=MAP&date\_start=2007-11-01&time\_start=00%3A00

1/1 6

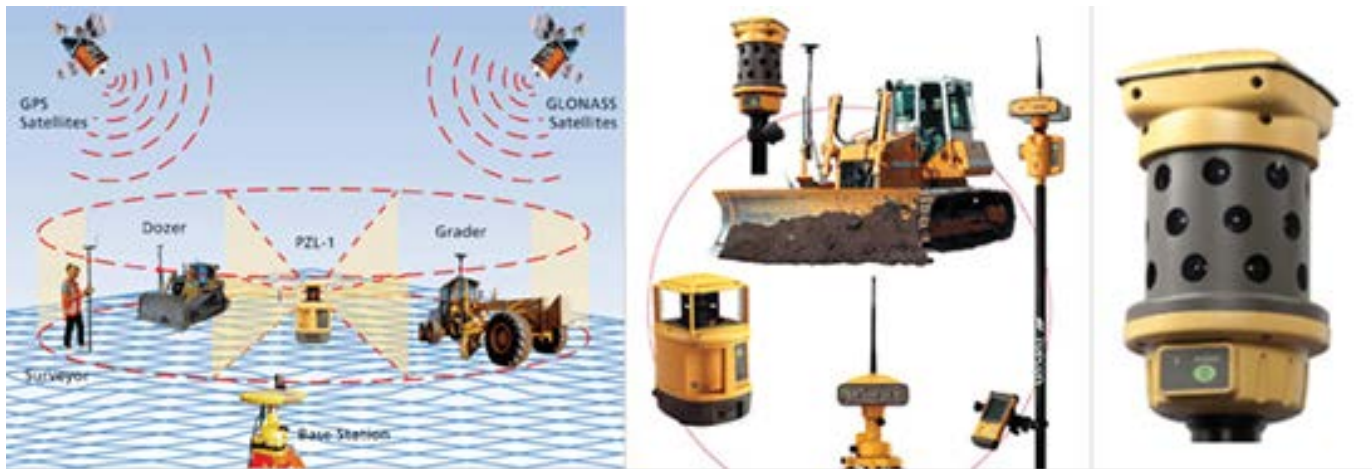
Loads details							
Load	Truck Id	Net Tons	Avg kg/m2	Area	Distance	Avg temperature	
301086388-0	L155338	21.26	0	0	0	0	
301086389-0	L401141	21.1	0	0	0	0	
301086391-0	L157220	20.6	0	0	0	0	
301086392-0	1-22-04	20.13	0	0	0	0	
301086393-0	L352528	20.81	0	0	0	0	
301086401-0	L155338	21.54	0	0	0	0	

1/11 6



# OSTALE TEHNOLOGIJE

## Laserska tehnologija i ultrazvučna/infracrvena tehnologija



Za potrebe izvedbe **radova velike preciznosti.**

# PRIMJERI IZ PRAKSE

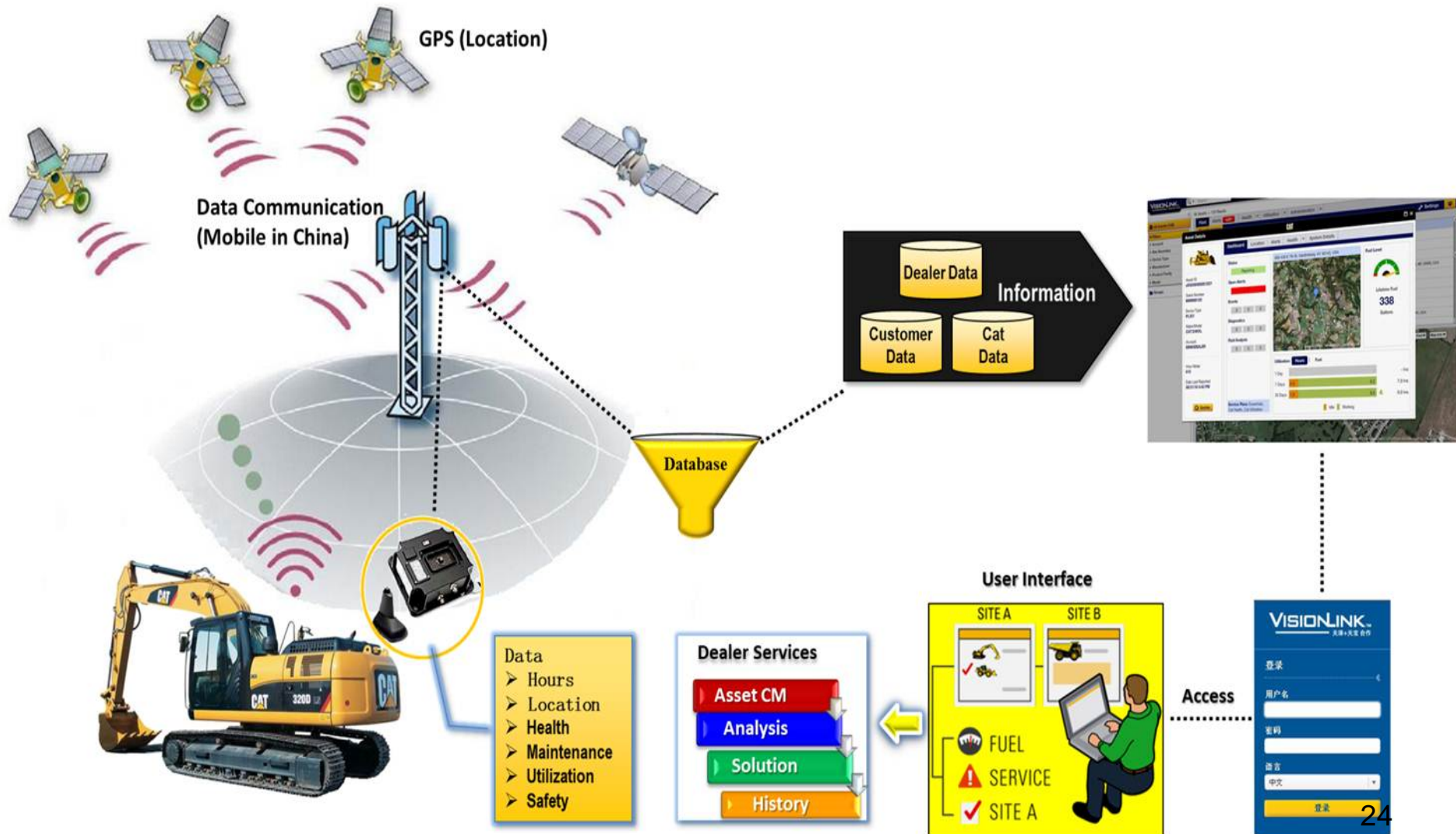
Razvojem tehnologije i zahtjevnijim zadacima na terenu, brojni proizvođači uvidjeli potrebu za razvojem sustava praćenja strojeva.



## CAT PRODUCT LINK

- **Mapira strojeve** i prenosi mješovite sposobnosti voznog parka
- Informacije obrađuje preko sučelja VisionLink, a **prenosi ih putem mrežne aplikacije**
- **Mogućnosti:**
  - **Trenutna lokacija stroja**
  - **Sati rada stroja, vrijeme praznog hoda**
  - **Sve informacije o potrošnji goriva**

# CAT SUSTAV ZA MOBILNO PRAĆENJE





# GRADE CONTROL SYSTEM – AccuGrade

- razvijen za CATERPILLAR-ove **grejdere**
- za **najmasovnije zemljane radove** - prometnice
- olakšava izradu pokosa, povećava produktivnost stroja za 40% (prema CAT-u)
- Pomoću tri senzora izračunava točan položaj noža
  - **Automatski pomiče i podešava nož**
  - **Sve radnje i promjene pokazuje na ekranu u kabini**



**Senzor kuta noža  
(lijevo) i senzor rotacije  
noža (desno)**



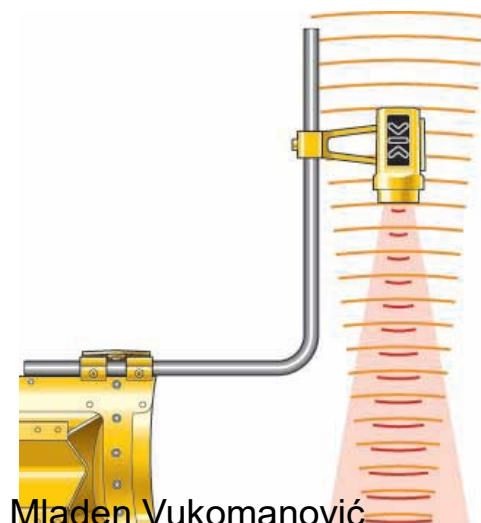
# AccuGrade<sup>®</sup> Sonic



- Napravljen za **kontroliranje visine rada stroja**
  - Na principu **ultrazvučnih senzora**
  - Sve informacije na **2D ekranu**
- **Održava nož na fisnoj visini u odnosu na referentnu točku**
  - **Prilagođava se uvjetima rada i nije osjetljiv na vibracije**



**Sonic senzor  
(lijevo) i princip  
rada Sonic  
sustava (desno)**



## AccuGrade<sup>®</sup> Laser

- Pruža informacije o nagibu i visini tla kojeg stroj obrađuje
- Omogućuje točno pozicioniranje noža

## Dvije mogućnosti:

Automatic/Manual Mode Button - odabir automatskog ili ručnog unosa zahtjeva

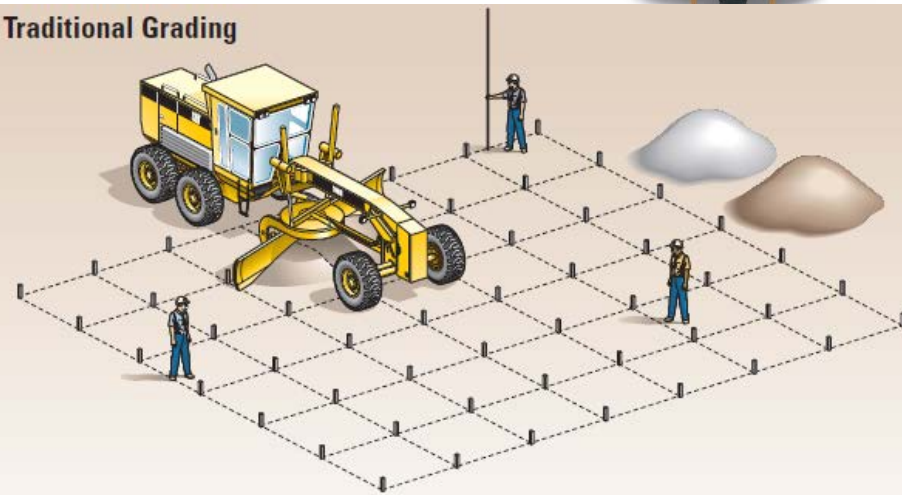
Remote Offset Switch - postavljanje

karakteristika terena zadanih projektnim planom za dubinu iskopa, nagib noža

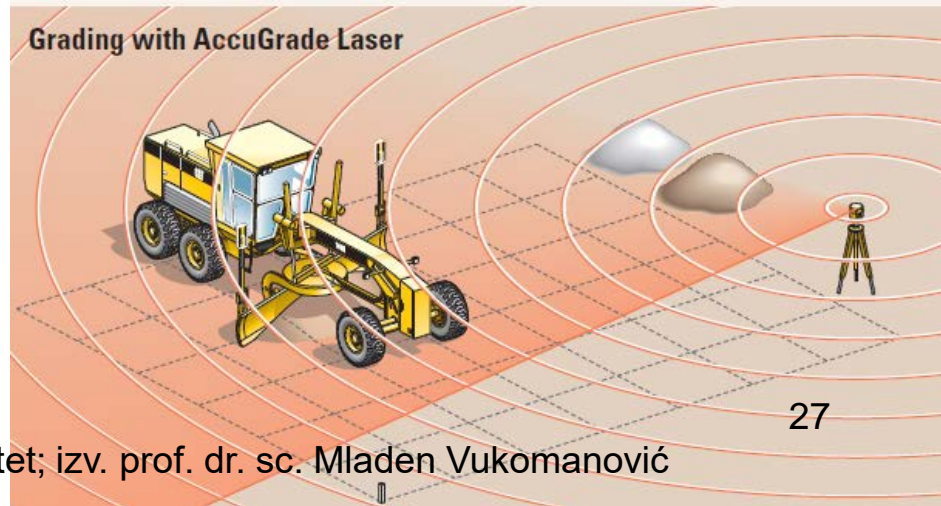
**CATERPILLAR<sup>®</sup>**



Traditional Grading



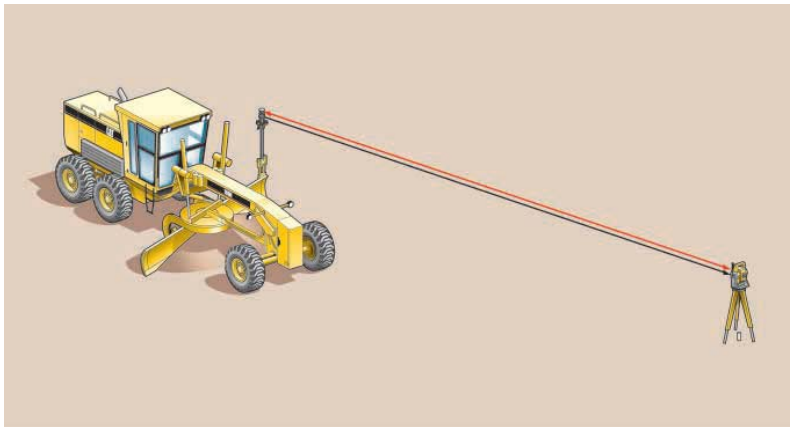
Grading with AccuGrade Laser



## AccuGrade® ATS

- Koristi Advanced Tracking Senzor (ATS) za praćenje položaja noža (visine)
- ATS instrument je robotska postaja za vrlo precizna mjerenja udaljenosti, visine i azimuta

## ATS TARGET



**ATS TARGET prizma i LED**

## Radio ATS

- Dva radio prijamnika - ATS instrumenti
- Šalju informacije o ciljnim položajima



**ATS Radio uređaj**

## AccuGrade® GPS

- koristi ranije spomenutu RTK GPS tehnologiju
- Kao Laser i ATS sustavi, i ovaj sustav sam vrši manje pomake noža te prikazuje informacije na displeju

## Dual GPS System

- pruža 3D kontrolu planiranja duž cijele širine noža
  - automatska kontrola visine planiranja te kontrola na križnim padinama za različite stupnjeve nagiba

## 3D DESIGN SOFTWARE

- Mogućnost dizajniranja radne površine terena



# CAT VIMS (Vital Information Management System)

- Širok raspon **informacija o vitalnim funkcijama stroja**
- Ugrađeni brojni **senzori već u proizvodnji stroja**
- Smanjuje troškove održavanja i rizik od velikog kvara stroja  
- **SENZORI NAPORA STROJA**
  
- Ugradnja na CAT damperima
  - **Vrijeme punjenja, vožnje, utovara, istovara, povratka**
  - **Prati vrijeme kašnjenja tj. odstupanja od plana**
  - **Izradom grafikona i analizom poboljšava učinkovitost rada**

# SITEVISION GPS



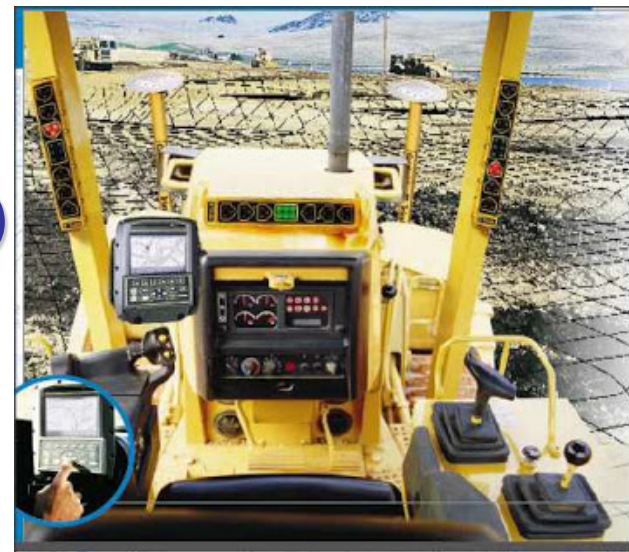
- Vrlo sličan Caterpillar-ovom **AccuGrade GPS**
- Osim visine i nagiba, na ekranu prikazuje i **položaj građevinskog stroja za lakšu orijentaciju na gradilištu**

## SiteVision Auto

- **Povezuje GPS sustav i hidrauliku stroja**
- **Preuzima sve kontrole uz nadzor preko ekrana**
- **Drastično smanjuje rasipanje materijala**

## SiteVision GPS for Scrapers (single-antenna)

- **Prilagođen skrejperima**
- Primjena i na cijeli vozni park
- Rad **bez oslanjanja na geodete**
- Rad **bez pauze za provjeravanje obrađenog terena**



# LOADRITE



- Sustav koji **važne materijal prilikom iskopa** ili transporta građevinskim strojem
- **Podaci se mogu odmah ispisati**, ili se šalju na server
- Prijenos podataka: **radiovalovima, GSM signalom, Wi-Fi mrežom**



## Trimble TirePulse

- **Nadzor tlaka i istrošenosti pneumatika**



- **Cat LINK Locator** omogućuje praćenje lokacije strojeva na gradilištu, u svrhu saznanja je li stroj u upotrebi, te za zaštitu stroja od nepravilne upotrebe, vandalizma, krađe ili drugih neželjenih radnji.
- **Cat LINK Basic**, osim navedenih usluga koje pruža *Cat LINK Locator*, omogućuje i razne izvještaje o iskorištenosti stroja, radnim satima te satima mirovanja stroja, potrošnje goriva, sprječavanje nepotrebnih zastoja u radu itd.
- **Cat LINK Essentials** omogućuje razna sigurnosna i informacijska upozorenja prilikom neispravnog upravljanja strojem, kao i za razne pogreške i kvarove, u svrhu prepoznavanja potencijalnih problema prije samog otkazivanja stroja.



**CATERPILLAR**®



All Assets > 41 Results

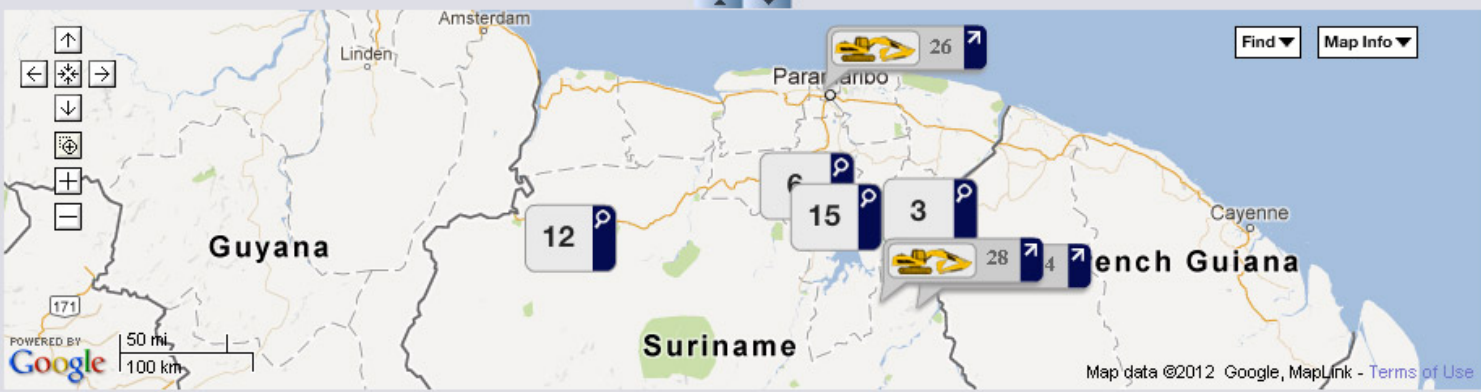
All Assets (41)

Filters

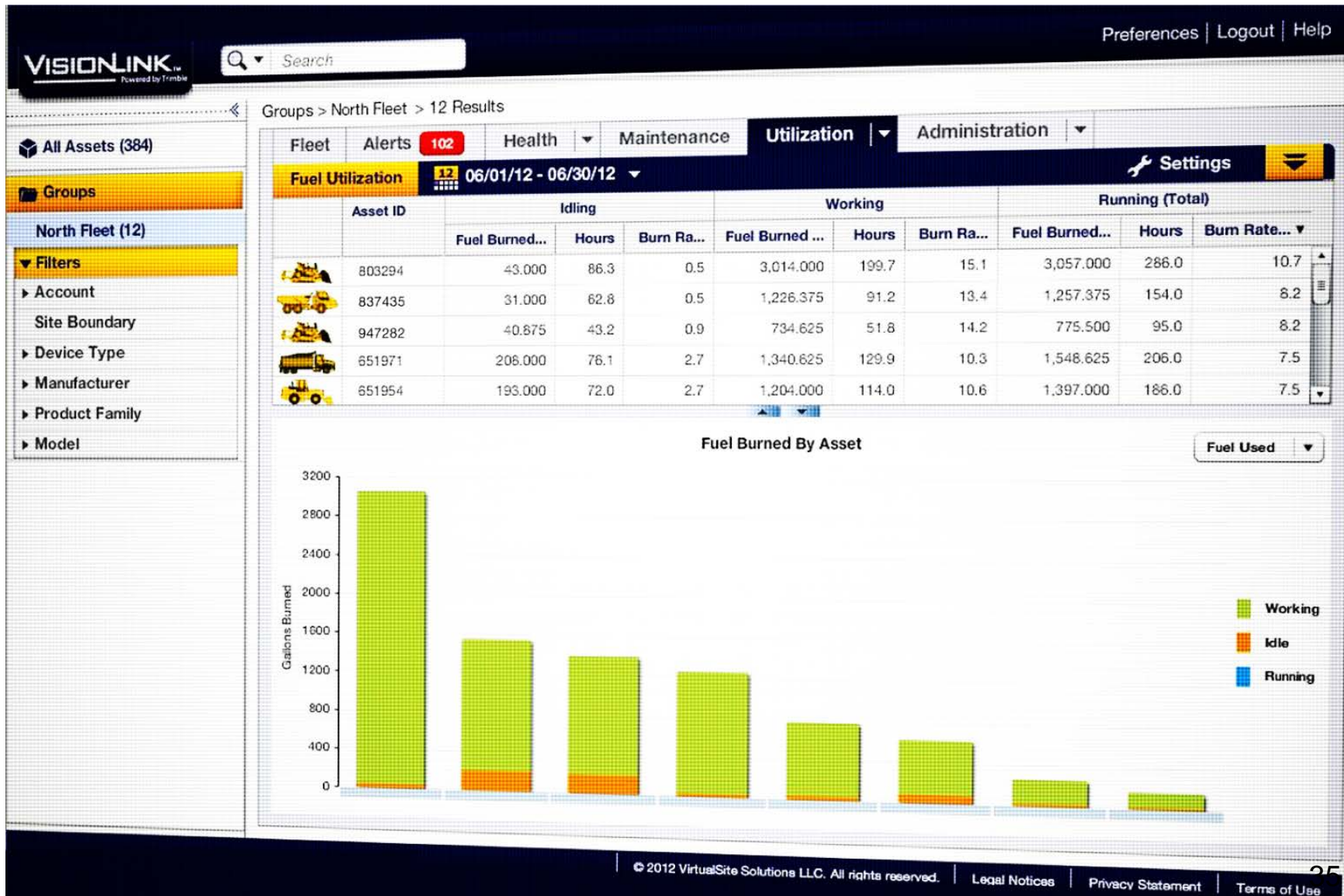
- ▶ Account
- ▶ Site Boundary
- ▶ Device Type
- ▶ Manufacturer
- ▶ Product Family
- ▶ Model

Groups

Fleet	Alerts <span style="color: red;">54</span>	Health	Maintenance	Utilization	Administration	Settings	
Fleet Summary							
	Asset ID	Make/Model	Hour Meter	Last Known Status	Date Last Reported	Alerts	Location
	HE 0303	CAT 740B	5,470	Asset On	12/04/12 6:40 AM	16	N 05° 08' 05" W 55° 12' 47"
	-	CAT D6TXL	292	Reporting	12/04/12 4:03 AM	9	N 05° 15' 54" W 55° 26' 06"
	HE 0304	CAT 740B	5,330	Asset On	12/04/12 7:02 AM	7	N 05° 04' 42" W 55° 09' 20"
	S K2	CAT 525C	507	Not Reporting	11/24/12 7:20 AM	5	N 04° 59' 59" W 55° 09' 10"
	HE 0206	CAT D6T	221	Asset Off	12/04/12 4:32 AM	4	Martin Luther Kingweg, Suriname
	HE 0302	CAT 740B	5,601	Asset On	12/04/12 6:40 AM	4	N 05° 08' 05" W 55° 12' 45"
	SK9	CAT 525C	605	Reporting	12/03/12 3:34 PM	2	Jfk Hwy, Suriname
	-	CAT 325DL	4,191	Reporting	12/03/12 8:58 PM	2	-
	-	CAT 325DL	6,339	Reporting	12/03/12 8:19 PM	2	-
	HE 0101	CAT 349D	6,345	Asset Off	12/04/12 6:58 AM	1	N 05° 07' 31" W 55° 15' 16"



# VISIONLINK sučelje



## Cat GRADE tehnologije za dozer su:

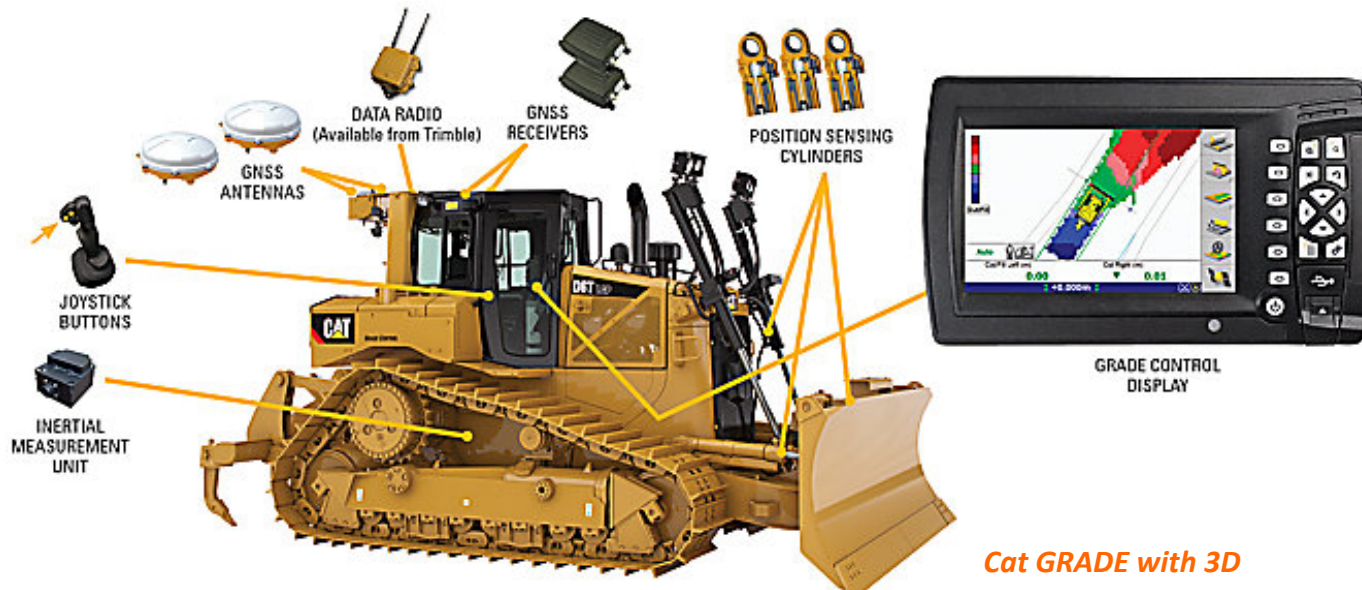
- **Cat Grade with Slope Assist** – Tehnologija koja omogućuje neprekidno održavanje odabranog položaja noža dozera, duljine trajanja prema potrebi zahvata, olakšavajući strojaru upravljanje strojem. Omogućuje povećanje kvalitete i preciznosti prilikom izvedbe, što rezultira bržem izvođenju radnog zahvata, nižoj potrošnji goriva te smanjenju postupaka ponavljanja i zamora materijala. Dostupna je u dva načina rada, osnovni i napredni način rada. Osnovni način održava zadnju zadanu naredbu položaja noža, dok strojar samo kontrolira održavanje položaja noža. Napredni način rada objedinjuje osnovni način rada s automatiziranim mogućnostima, poput ponovnog podešavanja noža u neku programiranu poziciju, zamjenu smjera nagiba noža te automatsko prilagođavanje noža dozera nagibu terena.
- **Cat Grade with 3D** – Tehnologija upotrebljava satelitsku tehnologiju *Global Navigation Satellite System* (GNSS) za podešavanje nož dozera, s centimetarskom preciznošću, u željeni položaj noža u odnosu na teren. GNSS antene su montirane na vrhu kabine dozera, ne zahtijevajući potrebne dodatke na nožu dozera. *Cat Grade with 3D* automatski prilagođava pomicanje, nagib i položaj noža situaciji na terenu. Kako bi komponente sustava bile zaštićene i optimizirane za trajnost, pouzdanost i sigurnost te imale realizaciju brzog odgovora na zadanu naredbu, tehnologija *Cat Grade with 3D* ugrađuje se tvornički u stroj, prilikom njegove proizvodnje.
- **Cat AccuGrade** – tehnologija za radove planiranja, a može se koristiti u dvije opcije, *Cat AccuGrade 2D* te *Cat AccuGrade 3D*. Opcija *Cat AccuGrade 2D* koristi lasere za planiranje terena i prikladna je za radove planiranja s jednonagibnim ili dvonagibnim površinama terena. Opcija *Cat AccuGrade 3D* za dozere je dostupna u dvije mogućnosti, *Cat AccuGrade GPS* te *Cat AccuGrade ATS*. *Cat AccuGrade GPS* koristi tehnologiju *Global Positioning System* (GPS) i omogućuje radove planiranja neravnih terena, dok *Cat AccuGrade ATS* koristi tehnologiju *Advanced Tracking Sensor* (ATS) za finu obradu tla vrlo visoke preciznosti i kvalitete.

Cat Grade with Slope Assist:





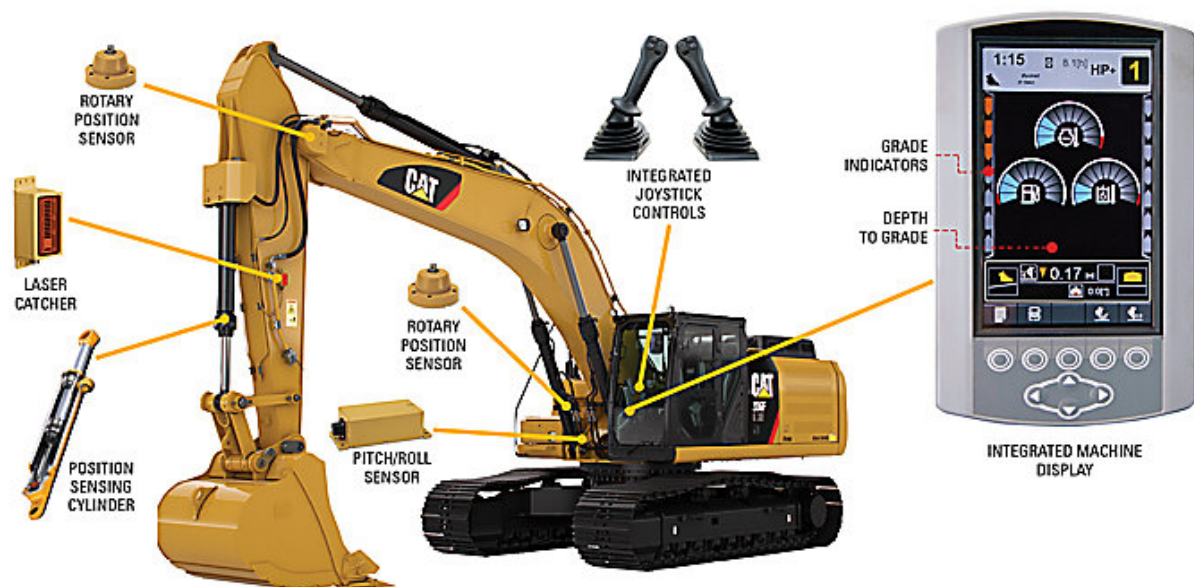
*Cat GRADE with Slope Assist*



*Cat GRADE with 3D*

## Cat GRADE tehnologije za bager su:

- **Cat Grade with Depth & Slope** – Tehnologija koja korištenjem kombinacije senzora određuje i, na zaslonu mobilnog računala u kabini bagera, prikazuje trenutni položaj lopate bagera, u odnosu na željeni. Također, pruža vizualne smjernice za rad te upozorava strojara na prepreke.
- **Cat Grade with Assist** – Tehnologija koja „zaključavanjem“ željenog kuta lopate, omogućuje precizno i učinkovito planiranje jednostavnih ravnina ili padina, prilikom iskopa.
- **Cat Grade with 3D** – Tehnologija koja upotrebljava satelitsku tehnologiju *Global Navigation Satellite System* (GNSS) za precizno određivanje položaja stroja i lopate bagera.
- **Cat AccuGrade GPS** – Tehnologija koja, kao i kod dozera, koristi tehnologiju *Global Positioning System* (GPS) za radove planiranja s lopatom bagera.



**Cat GRADE with Depth & Slope**

**Cat GRADE with Assist:**



## **Cat GRADE tehnologije za grejder su:**

- **Cat AccuGrade 2D** – Opcija *Cat AccuGrade 2D* za grejdere je dostupna u tri mogućnosti, *Cat AccuGrade Laser*, *Cat AccuGrade Cross Slope* te *Cat AccuGrade Sonic*.

*Cat AccuGrade Laser*, kao i kod rada dozera, koristi lasere za planiranje terena i prikladna je za radove planiranja s jednonagibnim ili dvonagibnim površinama terena.

*Cat AccuGrade Cross Slope* je tehnologija koja, korištenjem ugrađenih senzora, može izračunati potreban položaj noža, za izvedbu željenog križnog nagiba površina, kao i automatski prilagoditi jedan kraj noža na mjestu kod križnog spajanja površina.

*Cat AccuGrade Sonic* koristi ultrazvučni senzor za održavanje pozicije noža na istoj visini, u odnosu na neki vanjski referentni pokazatelj na gradilištu.

- **Cat AccuGrade 3D** – Opcija *Cat AccuGrade 3D* za grejdere je dostupna, kao i kod dozera, u dvije mogućnosti, *Cat AccuGrade GPS* te *Cat AccuGrade ATS*, ali samo putem naknadne ugradnje.

*Cat AccuGrade Cross Slope:*



## **Cat GRADE tehnologija za asfaltni finiše i glodalicu je:**

- **Cat Grade with Grade and Slope** – Tehnologija je tvornički ugrađena, zapečaćenih komponenti izdržljivih na toplinu, vlagu i vibracije, a korištenjem raznih senzora omogućuje preciznu obradu asfaltnih površina

*Cat Grade with Grade and Slope za asfaltni finiše:*



# Cat COMPACT:

*Cat COMPACT* predstavlja tvornički ugrađene tehnologije u strojeve za zbijanje, u svrhu brzog, ravnomjernog i s manje prolaza potrebnog, kvalitetnog i preciznog zbijanja podloge.

Zaslon mobilnog računala u kabini stroja pruža informaciju dovoljne zbijenosti materijala, kako bi se sa strojem moglo prijeći na sljedeću dionicu.

Alati za izvješća i dokumentaciju omogućuju prikaz progresa zbijenosti u stvarnom vremenu, kao i zapis rezultata zbijenosti.

Tehnologija *Cat COMPACT* je dostupna i za starije strojeve putem naknadne ugradnje, kao i za strojeve drugih proizvođača.

*Cat COMPACT* tehnologija je dostupna za tandem valjke, ježeve te za glatke valjke.

- Kompaktor je univerzalni građevinski stroj, a predstavlja posebnu vrsta ježa, koji s prednje strane može imati dozerski nož ili utovarnu lopatu. Kotači kompaktora presvučeni su plaštevima valjaka s bodljama. Rabi se uglavnom za razastiranje, grubo planiranje glinovitih materijala te za zbijanje otpadnog materijala na odlagalištima smeća.





## Cat COMPACT tehnologije za tandem valjak su:

- **Cat Compact with Auto Adjustable Compaction (AAC)** – Tehnologija za optimizaciju zbijanja, automatskim podešavanjem veličina amplitudi, kada se zbijanje vrši vibracijama. Automatsko podešavanje veličina amplitudi omogućuje postizanje maksimalno moguće amplitude, tako ostvarujući brže zbijanje i sprječavanje nedovoljnog ili prekomjernog zbijanja podloge
- **Cat Compact with Compaction Meter Value (CMV)** – Tehnologija dostupna za glatki valjak i tandem valjak, a temelji se na akelerometru koji mjeri stupanj zbijenosti materijala, kada se zbijanje odvija putem vibracija.
- **Cat Compact with Mapping** – Tehnologija koja, na zaslonu mobilnog računala u kabini, omogućuje prikaz rada stroja na mapi, vizualizira dionice prolaska stroja i identifikaciju kritičnih mjesta, tako osiguravajući ujednačeno zbijanje materijala i obuhvat cjelokupnog područja uz mogućnosti raznih analiza ili dokumentacije podataka.
- **Cat Compact with Pass-Count & Temperature Mapping** – Tehnologija koja pruža vizualni prikaz broja prijelaza dionica zbijanja, a infracrvenim sensorima omogućuje određivanje optimalne temperature asfalta za početak zbijanja.
- **Cat Compact with Connectivity** – Tehnologija koja ostvaruje komunikaciju i sinkronizaciju podataka između strojeva, u slučajevima kada više strojeva istovremeno vrši zbijanje, tako omogućujući praćenje trenutnog progressa obrađenih dionica zbijanjem, kao i broja prijelaza.



Cat COMPACT za tandem valjak:



## Cat COMPACT tehnologije za kompaktor konstruiranog za zbijanje otpadnog materijala:

Cat COMPACT tehnologije za kompaktor, konstruiranog za zbijanje otpadnog materijala, su *Cat Compact with Compaction Algorithm* te tehnologije, dostupne kao i za tandem valjak, *Cat Compact with Mapping* i *Cat Compact with Connectivity*.

Tehnologijama *Cat COMPACT* za kompaktor, koji vrši zbijanje otpada, postiže se maksimalna gustoća otpada s minimalnim brojem prolaza, smanjuje se potreba za zaustavljanjem radova zbog ručnog udjela rada ili geodetskih izmjera te odlagalište otpada čini sigurnijim mjestom za rad.

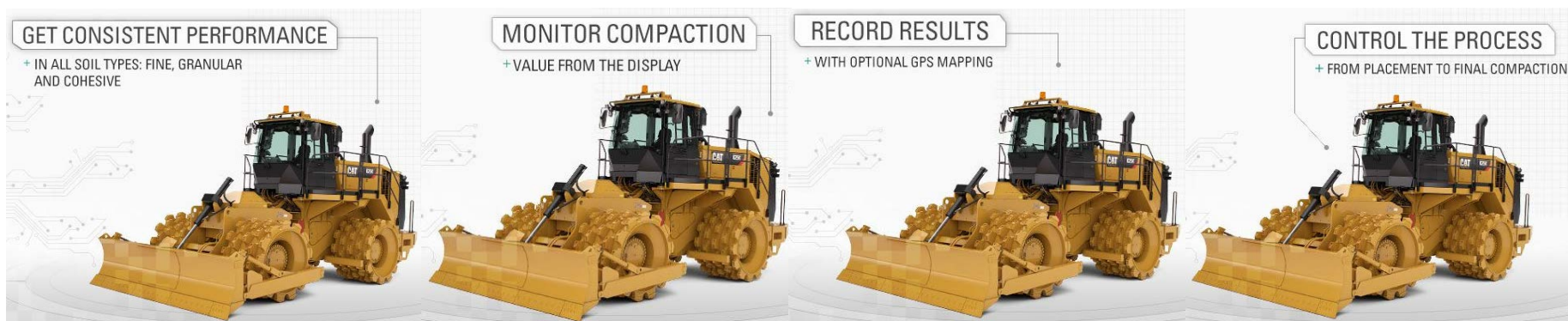
- ***Cat Compact with Compaction Algorithm*** – Tehnologija koja se tvornički integrira, a omogućuje mjerenje zbijenosti otpada. Također, obuhvaća mogućnosti za navođenje strojara na područja koja treba zbijati te može bilježiti podatke zbijanja za razne izvještaje, analize i dokumentaciju. Tehnologija koristi satelitsku tehnologiju *Global Navigation Satellite System* (GNSS). GNSS antene su montirane na vrhu kabine, a rad stroja i navođenje se prikazuje na mapama, na zaslonu računala, unutar kabine. Mape mogu biti niske preciznosti s prikazom broja prijelaza, ili visoke preciznosti s prikazom i visine slojeva uz prikaz broja prijelaza.



## Cat COMPACT tehnologije za kompaktor konstruiranog za zbijanje kohenzivnih, glinovitih materijala:

Cat COMPACT tehnologije za kompaktor, konstruiranog za zbijanje kohezivnih, glinovitih materijala su *Cat Compact with Machine Drive Power* te tehnologije, dostupne kao i za tandem valjak, *Cat Compact With Mapping* i *Cat Compact With Connectivity*.

- **Cat Compact with Machine Drive Power** – Tehnologija koja je namijenjena za glatke valjke ili ježeve, težine preko 10 tona. Pogodna je za upotrebu pri zbijanju nevezanih, kamenih materijala, koji se zbijaju valjcima, kao i pri zbijanju vezanih, glinovitih materijala, koji se zbijaju ježevima. Tehnologija *Cat Compact With Machine Drive Power* pruža informaciju o zbijenosti materijala, a može se primjenjivati pri radu stroja s uključenim zbijanjem s vibracijama, ili pri zbijanju bez vibracija, statičkim zbijanjem. *Cat Compact With Machine Drive Power* u kombinaciji s tehnologijom *Cat Compact With Mapping*, prikazuje područje zbijenog materijala, prati broj prijelaza i proces zbijanja, omogućujući strojaru vizualni prikaz progresa zbijanja te identifikaciju kritičnih područja.



**Cat COMPACT with  
Machine Drive Power:**



# Cat PAYLOAD:

*Cat PAYLOAD* je tehnologija koja se tvornički integrira u utovarivače na kotačima, bagere, dampere, zglobne dampere i skrejperere, a omogućuje precizan izračun težine materijala u lopati ili sanduku, za precizan izračun količine iskopa ili precizno punjenje sanduka dampera, zglobnih dampera te skrejpera. Dostupna je na novim strojevima te u slučajevima naknadne ugradnje.

*Cat PAYLOAD* tehnologija koristi podatke, očitane preko ugrađenih senzora, koji se potom u stroju računalno obrađuju. Zaslone mobilnog računala u kabini stroja daje pregled težine lopate ili sanduka, informaciju kada je sanduk napunjen do kapaciteta korisne nosivosti te potrošnju goriva. Na damperima i zglobnim damperima vanjska lampa zelenim ili crvenim svjetlom pruža strojaru, koji upravlja utovarivačem ili bagerom, signalnu informaciju o stanju utovara.

Sanduk treba biti napunjen do kapaciteta korisne nosivosti. Preopterećen sanduk uzrokuje prekomjerno trošenje guma, koje mogu dovesti do skupog oštećenja i nesreća, zatim preopterećen sanduk uzrokuje i veću potrošnju goriva, povećava mogućnosti mehaničkog kvara i opasnosti zbog ispadanja materijala iz sanduka, dok nedovoljno napunjen sanduk rezultira niskom produktivnošću. Svrha *Cat PAYLOAD* tehnologije je smanjenje skupih pogrešaka preopterećenosti sanduka i prepravljajućih radnji.



**Cat PAYLOAD:**



# Cat DETECT:

Tehnologije *Cat DETECT* su *Cat Detect for Personnel*, *Cat Detect Machine Security System* te *Cat Detect with Vision for Construction*.

- ***Cat Detect for Personnel*** – Tehnologija u svrhu zaštite i sigurnosti radnika, koji rade u blizini strojeva. Koristi tehnologiju *Radio Frequency IDentification* (RFID), tako da se u reflektirajući prsluk ili u kacigu radnika zalijepi pasivni RFID tag u obliku naljepnice, dok se na stroj postavlja RFID čitač kod područja „mrtvog kuta“. Ako se pasivni RFID tag, odnosno radnik, nalazi unutar potencijalno opasnog područja, u blizini stroja, RFID čitač će detektirati RFID tag te aktivirati alarm unutar kabine da obavijesti strojara, te alarm izvan kabine da obavijesti radnika, o potrebnom pojačanom oprezu prilikom izvođenja radova. Tehnologija se također može koristiti i za sprječavanje sudara, ako će se u blizini stroja, na kojem je postavljen RFID čitač, nalaziti neki drugi stroj ili fiksni objekt. U tu svrhu potrebno je na drugi stroj, odnosno fiksni objekt postaviti RFID tag.
- ***Cat Detect Machine Security System*** – Tehnologija, koja korištenjem jedinstvenog i odgovarajućeg elektroničkog ključa za pokretanje stroja, sprječava neovlašteno korištenje stroja te vandalizam ili krađu stroja. Ako elektronički ključ s jedinstvenim identifikacijskim brojem za pokretanje stroja nije prepoznat ili odgovarajući, sve funkcije stroja su onemogućene.
- ***Cat Detect with Vision for Construction*** – Tehnologija koja obuhvaća postavljanje jedne do četiri kamere na stroj, na područja „mrtvog kuta“. Kamere imaju ugrađene grijače za uklanjanje kondenzacije, snijega ili leda s leća kamere, zatim omogućuju panoramske poglede te su otporne na oštećenja i ogrebotine. Zaslون mobilnog računala u kabini stroja, povezan je s kamerama i automatski prikazuje okruženje stroja, ovisno o smjeru kretanja stroja.



***Cat Detect with Vision for Construction:***



# Cat COMMAND:

Cat COMMAND je suvremena i napredna tehnologija daljinskog upravljanja strojem izvan kabine. Tehnologija je trenutno omogućena za utovarivač i dozer. Budući da se tehnologija tvornički ugrađuje, dostupna je samo za nove utovarivače i dozere.

Strojem se može upravljati izvan kabine, direktno na gradilištu, s udaljenosti do oko 400 m, korištenjem konzole za bežično upravljanje strojem, koja se nosi preko ramena. Konzola za bežično upravljanje strojem je primjenjiva za kratkoročno ili nužno korištenje na gradilištu, kada su uvjeti za izvođenje radova izrazito opasni, poput nestabilnih površina, strmih padina, zatim na područjima gdje postoje opasnosti od obrušavanja materijala na stroj, ili općenito, kada je sigurnost strojara upitna.

Strojem se može upravljati izvan kabine i preko upravljačke postaje u virtualnoj kabini s udaljenosti od čak oko 2000 km. Preko upravljačke postaje u virtualnoj kabini može se, za razliku od konzole za bežično upravljanje strojem, dulje vremena upravljati radom stroja, a za rad tehnologije potrebna je video i audio podrška visoke kvalitete te internetska veza najvećih brzina rada.

Cat COMMAND tehnologija predstavlja začetak razvoja autonomnih i potpuno automatiziranih građevinskih strojeva.

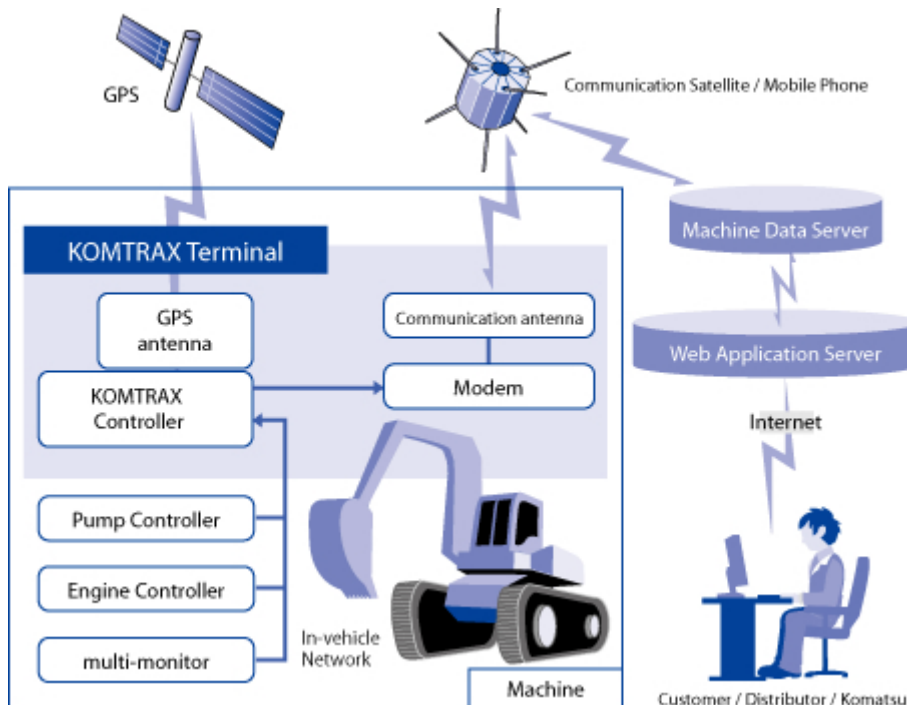


Upravljanje strojem preko upravljačke postaje u virtualnoj kabini:



## KOMTRAX (Komatsu Tracking System)

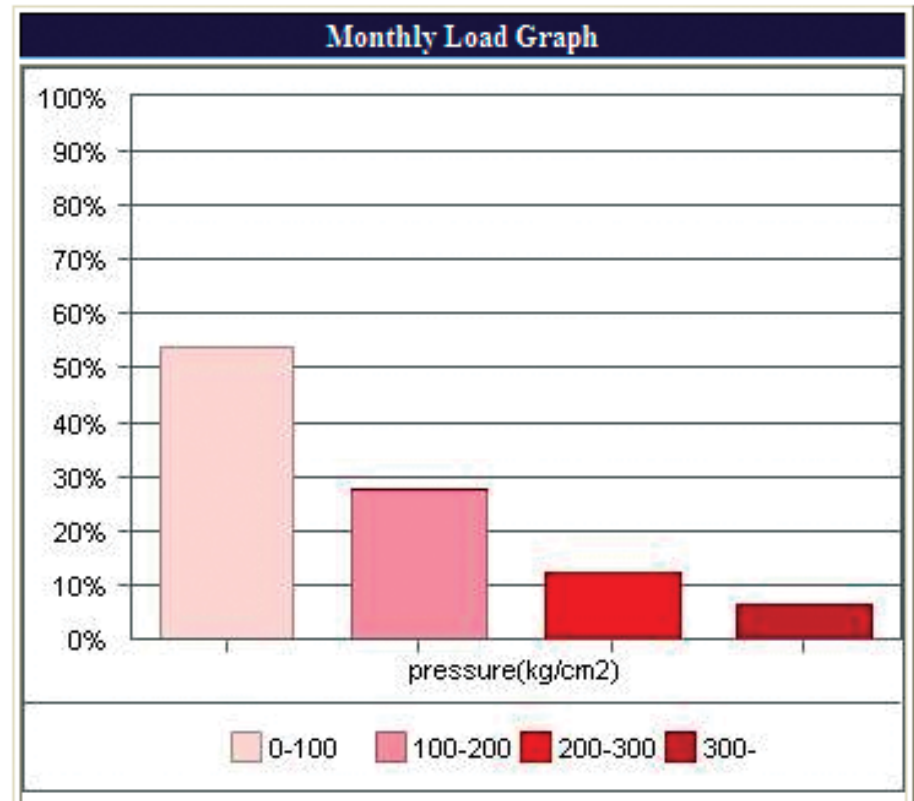
- Dio **standardne opreme na mnogim Komatsu strojevima**, moguća i dodatna nadogradnja
- Postaja montirana na stroj, **šalje podatke o stroju putem radio valova**, a prima ih Komatsu CPU ploča
- U računalnom centru pohranjuju se podaci i šalju internetom



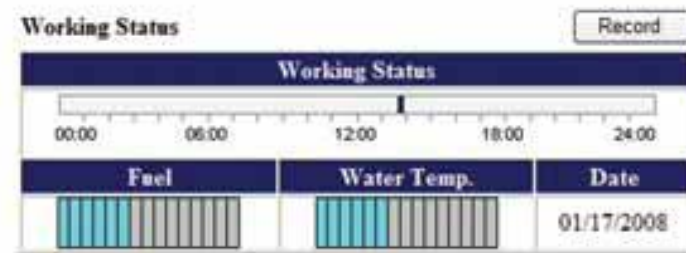
**Praćenje strojeva tijekom transporta- KOMTRAX**

## Funkcije:

- Lokacija stroja
- Brojilo usluga
- Vrijeme rada motora
- Zaključavanje motora
- Putni alarm
- Karte flote
- Izvještaj o upotrebi
- E-mail izvještaji
- Grafovi opterećenja
- Potrošnja goriva
- ...



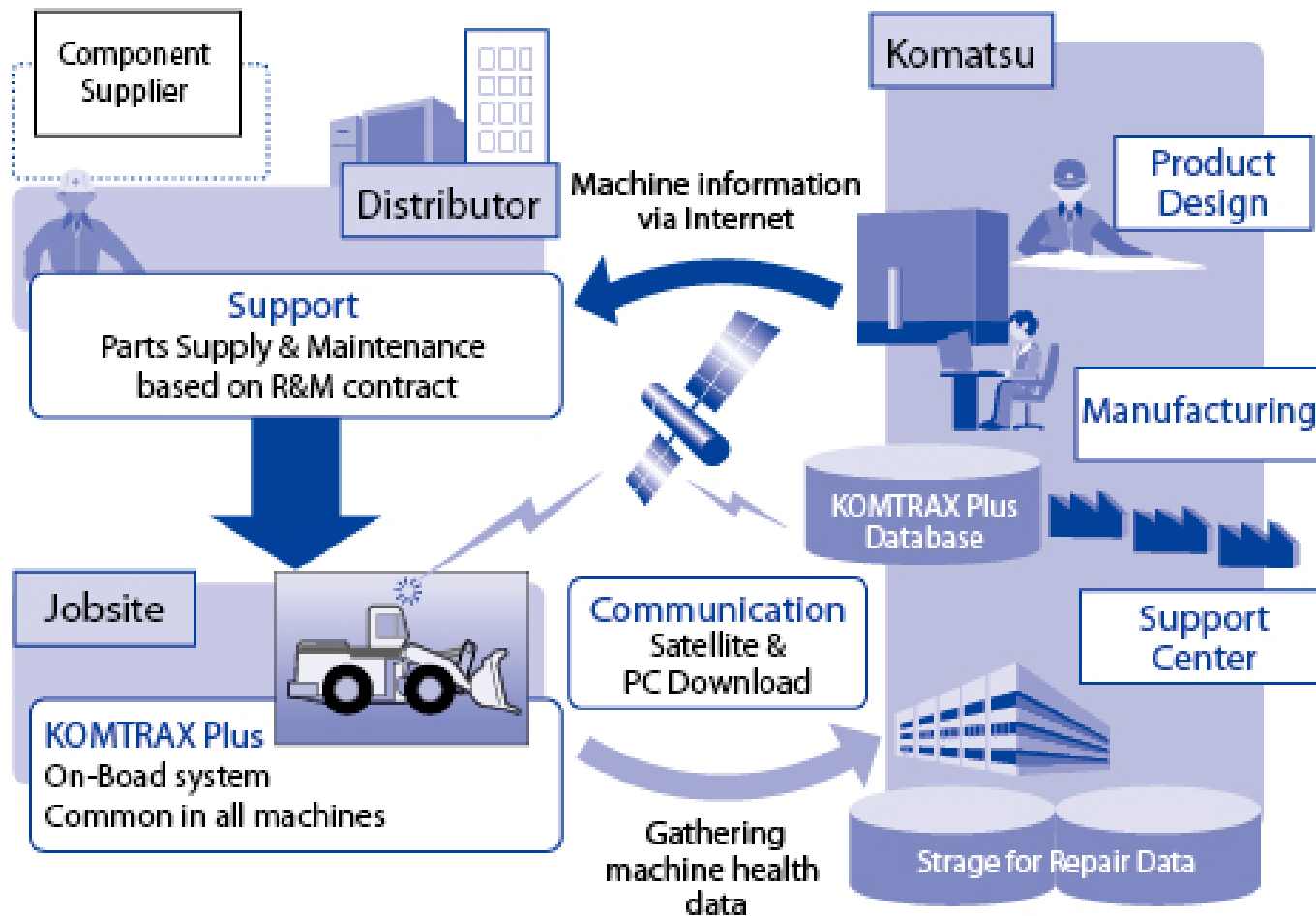
Graf mjesečnog opterećenja stroja- KOMTRAX



## Kontrola vitalnih tekućina u stroju- KOMTRAX

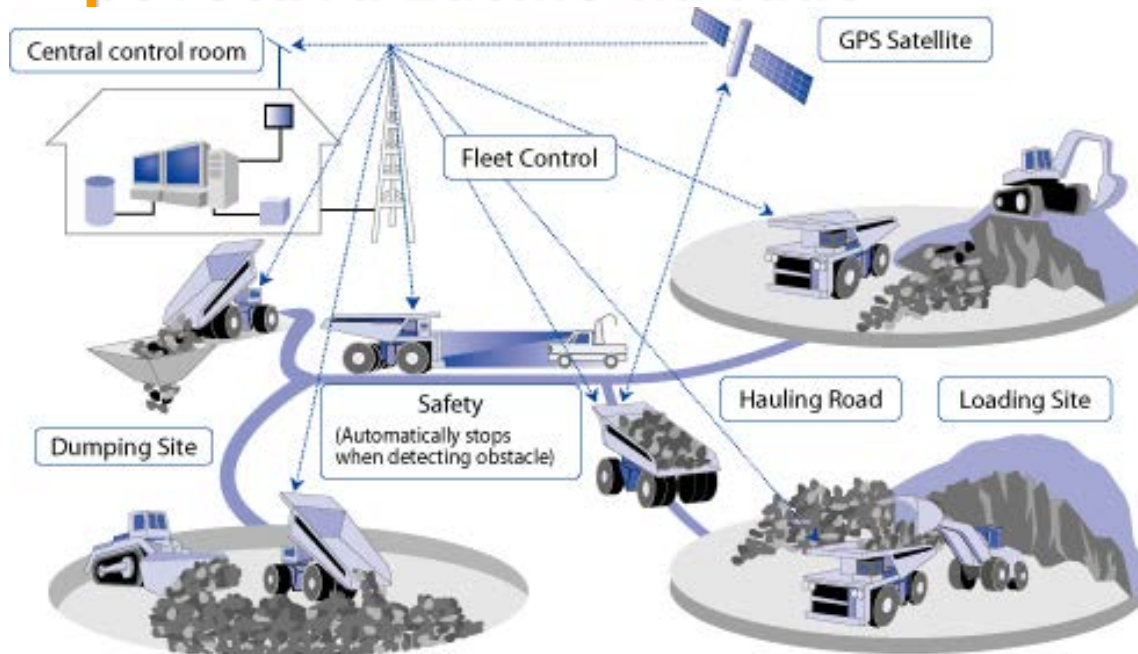


## KOMATSU MANAGEMENT SYSTEM

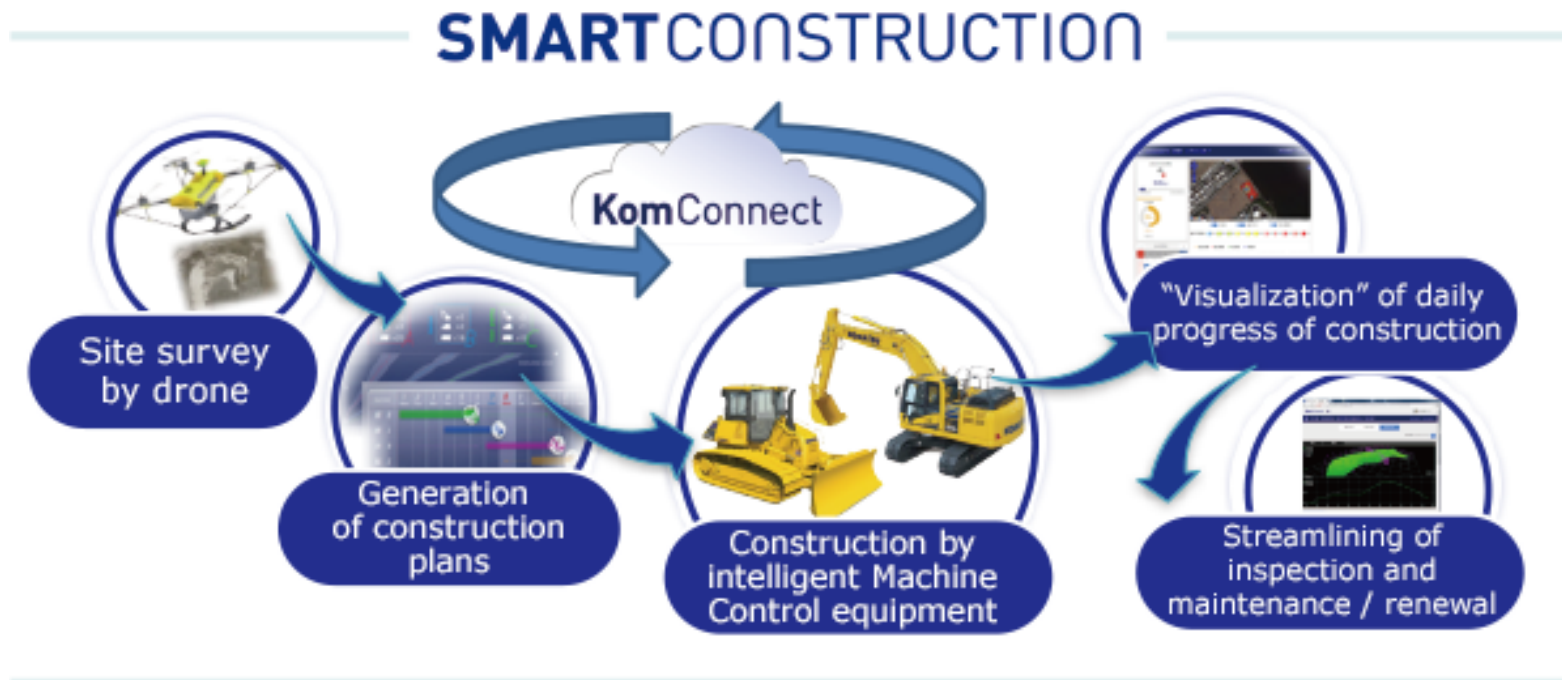


# KOMTSU AUTONOMOUS HAULAGE SYSTEM (AHS)

- **AHS** je mobilni sustav za **daljinsko upravljanje iznimno** velikim strojevima za masovne zemljane radove
- Nalazi primjenu u radovi koji uključuju **miniranje – povećava zaštitu na radu**



- **SMARTCONSTRUCTION** – Tehnologija prikuplja, obrađuje i analizira sve podatke vezane za gradilište, poput radnika, strojeva te terena i uvjeta koji vladaju na gradilištu. Podaci se snimaju uz pomoć kamera postavljenih na strojeve, zatim dronovima, a rad strojeva se prikazuje u 3D simulacijama, u stvarnom vremenu, prilikom izvođenja radova.



- Rješenja tvrtki *Trimble, Leica Geosystems, Topcon i Modular Mining System*



- *Trimble, Leica Geosystems, Topcon i Modular Mining Systems* su tvrtke koje predlažu svoja napredna rješenja i usluge te jedinstvene aplikacijske softvere za široki raspon djelatnosti.
- Njihovi proizvodi sastoje se od primjena mobilnih i informacijsko komunikacijskih tehnologija. Neka od njihovih naprednih rješenja za gradilište, obuhvaćaju tehnologije za precizno pozicioniranje strojeva, kao i tehnologije koje olakšavaju rad prilikom iskopa, planiranja, zbijanja i asfaltiranja te omogućuju izvedbu radova uz visoku kvalitetu i točnost.
- Softverska rješenja za gradilište obuhvaćaju brzo i jednostavno kreiranje gradilišta u 3D modelu. Softverska rješenja omogućuju postizanje vrhunskih rezultata zahvata, GIS analize, razne izračune poput količina iskopanog ili nasipnog materijala, zatim pregleda lokacije, mehaničkog stanja te produktivnosti strojeva uz praćenje napretka izvedenih radova.

*Trimble:*



*Topcon:*



# ZAKLJUČAK

- **Građevinski strojevi opremljeni suvremenim mjernim sustavima i softverskim rješenjima za daljinsko praćenje i kontrolu rada, ostvarit će točne i brze radne procese te imati visoku produktivnost.**
- **Nedostatak im je visoka cijena koštanja, a proizvođači ne otkrivaju njihovu radnu metodologiju, radi svog vlastitog profita.**
- **Razvoj mobilnih i informacijsko komunikacijskih tehnologija doveo je do mogućnosti upravljanja građevinskim strojevima izvan kabine preko upravljačkih postaja u virtualnoj kabini.**
- **Skora budućnost građevinskih strojeva vodi k razvoju autonomnih i potpuno automatiziranih građevinskih strojeva.**
- **U takvim uvjetima, prilikom izvođenja zemljanih radova, sigurnost ljudi će biti napokon u potpunosti zadovoljena?**

# ZAKLJUČAK

**Veliko poboljšanje u radu i teži se masovnijoj primjeni ovih sustava:**

- **Povećanje produktivnosti, pouzdanosti i sigurnosti,**
- **Smanjenje troškova goriva i održavanja**
- **Velika preciznost i bolja kvaliteta izvedenih radova**
- **Smanjenje potrebnog radnog vremena**
- **Racionalnija ugradnja materijala**
- **Opušteniji rad rukovatelja strojem**

# **MOBILNE TEHNOLOGIJE KOD GRAĐEVINSKIH STROJEVA – video primjeri**

## **CATLINK:**

<https://www.youtube.com/watch?v=avbCZAmP78Q>

<https://www.youtube.com/watch?v=1ldSmQYrTbU>

## **TRIMBLE:**

<https://www.youtube.com/watch?v=0auflPyS6GY>