

Strojevi za masovne zemljane radove na dionicama od 300 do 3.000 m

SKREJPERI –STROJEVI ZA PET RAZLIČITIH OPERACIJA

Skrejperi su jedini strojevi u građevinarstvu koji obavljaju i iskop, i utovar, tj. samoutovar, i transport i samoistovar u slojevima, a uz to mogu raditi i na zbijanju. Postoje različiti tipovi obzirom na kapacitet i pogonski traktor, a svaki ima svoje polje primjene gdje je najekonomičniji.

Koriste se samo za zemljane radove s velikim količinama materijala, pa često djeluju u grupi. Zato im je neophodna dobra koordinacija, što zahtjeva kvalitetno planiranje s posebnim računanjem trajanja pojedinih operacija i učinka za svaki stroj u konkretnoj situaciji primjene.

napisao: mr.sc. Držislav Vidaković, dipl.ing.građ.



Slika 1. –Moćni suvremeni skrejper (Caterpillar651-open-bowl)

Osnovna konstrukcija i vrste skrejpera

Skrejperi ili skreperi (engl. *bowl scraper*, *wagon scraper*; njem. *Schraper*, *Schürfkübelwagen*) su specifični strojevi za opsežne zemljane radove, koji dijele naziv s povlačnom (skrejperskom) košarom (engl. isto *scraper*, njem. *Schaber*, *Schleppschaufel*), jednim od radnih alata za neke bagere (dreglajne (*dragline*), kod nas znane i kao bageri "pecaroši").

Najkarakterističniji dio im je skrejperski sanduk ili košara, po kojem je cijeli stroj dobio ime. Izrađuje se od zavarenih čeličnih limova visoke otpornosti na habanje. Sanduk je ovješten na nosivom okviru i može se spuštati i podizati pri radu. S gornje strane je otvoren, prednja stranica (poklopac) se, ovisno o operaciji koja se obavlja, podiže i otvara ili pak zatvara, a najčešće se stražnja stijena može pomjerati naprijed i uz pomoć posebne opruge vraćati nazad. Na rubu donje plohe kod mjesta otvaranja sanduka nalazi se posebno oblikovani nož, također vrlo otporan na trošenje. S njim se horizontalno reže tlo u slojevima, te prema potrebi može mijenjati nagib.

Sanduci mogu biti različitih dimenzija, pa po njihovoj zapremnini skrejpere djelimo na one:

- male zapremnine (do 6 m^3),
- srednje zapremnine (od 6 do 15 m^3),
- velike zapremnine (više od 15 m^3).



Slika 1b. –Samohodni Caterpillarov skrejpere

Prema načinu pražnjenja sanduka razlikuju se skrejpere s istovarom naprijed, nazad i okretanjem ustranu, s tim da su se u proizvodnji do sada zadržali jedino oni čija je konstrukcija prethodno opisana. To su skrejpere s istovarom naprijed uz otvaranje njihovog dna u pokretu (*wagon scraper*, *open bowl scraper*). Na nekim takvim tipovima skrejpere za pomoć pri utovaru na sanduk se s prednje strane smješta elevator (*elevating scraper*) s nizom zahvatnih poluga (širokih lopatica) na beskonačnom lancu. Nakon punjenja elevator se odmakne da ne bi smetao pri istovaru, a uglavnom budu na hidraulički pogon.



Slika 1c. –Skrejpere u radu



Slika 2. –Samohodni skrejper s elevatorom (TerexS23-elevating)

Nekada su se koristili okretni skrejperi (*rotary scrapers*) koji su imali valjkasti sanduk s horizontalnom osi, isključivo manjih dimenzija ($0,5$ do $2,5 \text{ m}^3$). Mogao se otvarati na donjem dijelu, a da bi se ispraznio zaokretao se oko osi koja je okomita na pravac kretanja.

Postoje i skrejperi s korpom ($2,0$ do $7,0 \text{ m}^3$) za istovar unazad (također *wagon scraper*), kod kojih se njen zadnji dio može dizati po potrebi, te koristiti kao otvor za istovar tereta gravitacijom.

Za uklanjanje i transport velikog kamenja bio je posebno konstruiran jedan stariji model (proizvođač *Monclavi*) s korpom za istovar unazad i nizom poluhorizontalnih zuba rijača umjesto standardnog noža.

Prije nekoliko desetljeća još su izrađivani skrejperi s mehaničkim komandama (s vitlom), ima i skrejpera s električnim komandama (elektromotorima i generatorom) (npr. od *Le Tourneaua*), a danas su daleko najrasprostranjeniji oni s hidrauličnim uređajima.

Od dodatnih alata skrejperi ponekad imaju naprijed postavljen buldozerski nož, a postoje neki čak i s rukom dizalice.

Obzirom na povezanost s pogonskim traktorom postoje vučeni i samohodni skrejperi. **Vučeni skrejperi** imaju karakteristični skrejperski sanduk kukom zakačen za nezavisni vučni traktor, tegljač s motorom do 400 KW , koji je najčešće gusjeničar, ali može biti i točkaš. Brzina kretanja takve kompozicije je obično do 10 , najviše 13 km/h . Zapremina sanduka vučenih skrejpera bez nadvišenja je od $1,0$ (noviji minim. $3,0 \text{ m}^3$) do $41,5 \text{ m}^3$, a postavljen je na jednoj ili češće dvije osovine. Primjenjivani su kod sanduka sa sva tri načina istovara.

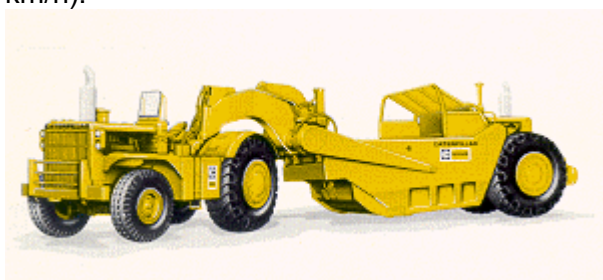


Slike 4 i 5 –Vučeni skrejperi u radu

–lijevo s gusjeničarom (gore Terexov, punjen povrh) na 2 osovine

–desno s traktorom točkašem, sa sandukom na jednoj osovini

Kod **samohodnih skrejpera** ili **moto-skrejpera** sve je jedna cijelina, gdje je naprijed vučni traktor, točkaš s pneumaticima, zglobnim okvirom, tzv. sedlom, povezan sa svoje stražnje strane sa skrejperskim dijelom na dva kotača. Sanduci im se prave isključivo s istovarom naprijed, a zapremina bez nadvišenja im biva od 1,5 (noviji minim. 5,5 m³) do 80,5 m³. Pogonski traktori, snage motora do 700 KW, su točkaši, s jednom ili dvije osovine, a kada su bez tereta tehnička brzina im je obično do 45 km/h (kod nekih može i više, npr. Caterpillar 621E –do 51 km/h, Caterpillar 631E –do 48 km/h).



Slika 6. –Model troosovinskog samohodnog skrejpera

Troosovinski moto-skrejper nastao je izbacivanjem prednje osovine vučenog skrejpera i upiranjem njegovog jarma u zadnji trap traktora točkaša. Ukidanjem i jedne osovine traktora napravljen je dvoosovinski spreg točkaša i skrepera, svaki s pojednom osovnom.

Osim standardnih moto-skrejpera s jednim, prednjim motorom, obzirom na nejednoliko korištenje snage tijekom radnog ciklusa, proizvode se i modeli s još jednim, pomoćnim motorom, tzv. tandemi. **Dvomotorni skrejperi** svojim drugim motorom dodanim odozada, ostvaruju pomoćno guranje. Pogon na stražnju osovину

uključuje se kada dolazi do najvećeg opterećenja u radu (prilikom iskopa, osobito u tvrdim tlima).

Danas prevladavaju upravo dvoosovinski skrejperi s pogonom na sve kotače, a vrlo često imaju i elevator.

Težina ovih strojeva se jako razlikuje, a literatura navodi da je to približno 750 - 950 kg za 1 m³ zapremnine njihovog sanduka, mada ih ima i s puno težim konstrukcijama. (Treba imati u vidu da specifična masa zemljanih gradiva s kojima skrejperi manipuliraju u rastresitom stanju bude negdje od 1.150 do 1.650 kg/m³).

Snaga motora traktora je cca 7,5 –12 kW po m³ zapremnine sanduka kod gusjeničara, a kod traktora na pneumaticima je potrebno oko 12,5 – 20 kW/m³.



Slika 7. –Suvremeni ruski skrejper -MoAZ6014 (11 m³ sanduk, max. brzina 44 km/h)

Moćni skrejperi, sa suvremenom opremom, od poznatih proizvođača, kada se kupuju novi premašuju cijenu od 300.000 \$.

Nekada su se proizvodnjom skrejpera bavile brojne tvrtke (*Moncalvi, Allis Chalmers, Euclid, Le Tourneau, Galignani, International Harvester, International Sterling, La Plant, Wooldridge* i dr.), ali danas su ostala samo dva poznatija, velika proizvođača - *Caterpillar Inc.* i *TEREX Eq. Ltd.* U Rusiji, na čijim prostranstvima uvijek ima potrebe za velikim zahvatima unutar zemljanih radova, također se zadržala proizvodnja ovih strojeva (MoAZ).



Slika 8. –Dozer skrejper s otvorenim sandukom

Dozer-skrejper

Posebna inačica skrejpera je njegova kombinacija, zapravo kombinacija njegovog sanduka i dozera, nazvana dozer-skrejper (engl. *scrape-dozer*, njem. *Schuerfraupe*). Ispod posebno uzdignute upravljačke kućice, između gusjenica dozera, smješten je manji ($4,0 - 6,5 \text{ m}^3$) skrejperski sanduk, koji funkcionira na uobičajeni način. Na prednjoj strani stroja je postavljen buldozerski nož, a on se pomakne da ne smeta kada se obavljaju skrejperske radnje. Pogodnost dozer-skrejpera je u tome što može dobro raditi poslove oba stroja koje objedinjuje. Operiraju na udaljenostima 50 do 500 m, a brzina im se kreće od 2,5 do 12 km/h.



Slika 9. – "Ekipa" dozer skrejpera na gradilištu

Način rada i područje primjene

Skrejperi sami obavljaju niz različitih, redoslijedom povezanih radnih operacija: površinsko kopanje, utovar u vlastiti sanduk, prevoz, istovar s nešto grubljim razastiranjem u sloju određene debljine, a moguće je i djelomično nabijanje s dodatnim poravnavanjem prethodno navežene zemlje.

Rade u ciklusima, sve u hodu. Prva radna operacija u ciklusu je iskop s istovremenim punjenjem vlastitih transportnih kapaciteta. Pri tome mu se sanduk otvara i prednjom stranom, na kojoj se nalazi nož, spušta na površinu zemljišta toliko da ga zasječe 25 – 40 cm (neki modeli mogu i znatno više, npr. *Intern. Sterling 50* – 90 cm). Kako se skrejper kreće naprijed odrezani sloj zemljanog materijal ulazi u sanduk. Neposredni iskop struganjem sličan je principu djelovanja prije spomenutih skrejperskih košara na bagerima.

Deformiranje zemlje prilikom rezanja najviše zavisi o granulometrijskom sastavu i sadržaju vode. Zemlja u plastičnom stanju sječe se u kontinuiranim slojevima dok se koherentna i suha zemlja lomi u komade. Prema Gorjačkinu otpor rezanja zemlje, izražen u mjernim jedinicama za silu, može se približno (zavisi i o nizu drugih, neuračunatih faktora) izraziti kao: $W_r [N] = K * A$,

gdje je A površina poprečnog presjeka skidanog sloja zemlje, tj. umnožak širine zahvata noža skrejpera (obično između 2,5 i 3,0 m) i visine sloja koji se kopa, a K koeficijent rezanja ($K = 30 - 50 \text{ KN/m}^2$ kod pijeska i pjeskovite gline; $50 - 100 \text{ KN/m}^2$ kod mekane, masne gline; $100 - 180 \text{ KN/m}^2$ kod teškog, zbijenog glinovitog pijeska; $200 - 300 \text{ KN/m}^2$ kod teške gline). Vrijednosti specifičnog otpora rezanja iznose za skrejpere:

- 2,5 do $4,0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ kod suhog, rastresitog pijeska (prema GN I ktg.);
- 5,3 do $10,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ kod pijeska, glinovitog pijeska i vlažne pjeskovite gline (prema GN II ktg.);

- 9,5 do 18,0 10^4 Pa kod pjeskovite gline, šljunka sa sitnim i srednjim zrnima, lake gline, vlažne i nezbijene (prema GN III ktg.);
- 15,0 do 25,0 10^4 Pa kod srednje teške gline ili teške nezbijene i glinca (prema GN III –IV ktg.);
- 25,0 do 39,0 10^4 Pa kod teške gline (prema GN III –IV ktg.).

Otpor rezanja raste s povećanjem brzine djelovanja, a ovisi i o razmaku oštrica noževa (ako ih je više).

Treba voditi računa i o otporu punjenja sanduka koji se povećava sa stupnjem njegove napunjenosti. Novoiskopani materijal koji ulazi u sanduk mora se probijati i zbijati prethodno utovareni, pa je otpor proporcionalan visini zemlje u sanduku, širini noža i otvora na ulazu, a ovisi i o dužini sanduka, vlažnosti i dr. Kada otpor koji se suprotstavlja ulaženju materijala postane toliki da je za zemlju lakše da izlazi sa strane nego da ulazi u sanduk, primjenjuje se postupak "pumpanja". Pod tim se misli na naglo spuštanje sanduka, uslijed čega nož dublje ulazi u teren i tako dolazi do iznenadne promjene sile. To u samom sanduku dovodi do nastanka jednog kratera kroz koji materijal ponovo može prodirati unutra.

Slično se radi i kod sipkih materijala kod kojih je punjenje otežano. Kada je otprilike napunjen do polovice, sanduk se malo podigne, pa se zatim pusti da naglo padne, dok se pri tome prednji poklopac drži skoro zatvoren.

Pomoć elevatora važna je pri radu s rastresitim materijalom, naročito pijeskom, da ne bi došlo do isipavanja van iz sanduka.

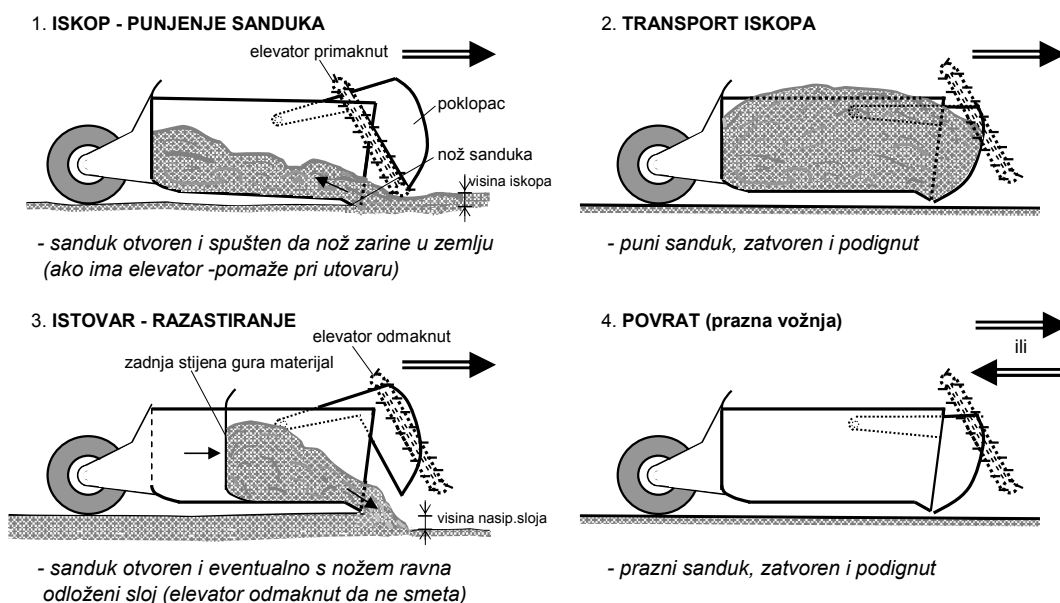
Treći otpor koji se javlja vezano za operaciju iskopa je otpor guranju zemlje pred nožem skrejpera. Kod tvrdih zemljišta (gline) nož treba spustiti toliko da se materijal ne nagomilava ispred njega, kako bi se osigurala povoljna brzina kretanja.

Duljina dionice na kojoj se obavlja iskop i punjenje sanduka ovisi o dimenzijama skrejpera (količini zemlje koja se smješta u sanduk) i debljini sloja iskopa, a obično je 30 do 60 m.

Kada se sanduk napuni, zatvara se prednja strana i podiže se da nebi zapinjao o neravnine na putu kojim prolazi, te se obavlja transport do mjesta istovara.

Prilikom istovara, kod modela koji su danas u upotrebi, sanduk se opet otvara, a materijal se iz njega potiskuje prema otvoru pomicanjem zadnje stijenke. Istovar se obavlja u sloju željene debljine - između 30 i 60 cm (neki tipovi imaju mogućnost maksimalne visine istovarenog sloja i preko metar).

Na crtežima je prikazan sanduk pri različitim operacijama koje skrejper obavlja.



HEME POLOŽAJA SANDUKA SKREJPERA (i elevatora ako je s njim opremljen) pri različitim operacijama

Efekt zbijanja može se postići prelaženjem s punim strojem preko u prijašnjem ciklusu istovarene zemlje, a još je može i dodatno ravnati dnom zatvorenog sanduka.

Skrejperi se koriste za rad s vezanim i nevezanim zemljanim materijalima, ali pretežno za masovno prebacivanje koherentnih (uglavnom glinovitih) materijala. Konstrukcija i radna obilježja suvremenih skrejpera omogućavaju njihovu primjenu i u prebacivanju sitno građiranih šljunkovitih, pa čak i sitnije miniranih kamenih materijala.

Rade pojedinačno ili u grupi s drugim skrejperima (uobičajeno 3 do 5), kao i strojevima koji izvršavaju dopunske radnje.

Skrejperi su općenito predviđeni za:

- skidanje humusa i otkrivanje pozajmišta,
- iskop i nasipanje lake zemlje (primarno za I i II ktg.),
- iskop i nasipanje srednje tvrdog i kompaktnog zemljišta (ali samo uz obveznu pomoć rijača ili gurača),
- razastiranje materijala u slojevima jednake debljine,
- izradu kanala (ukoliko je nivo podvodne vode niži od dna kanala),
- u slučaju nužde za utovar i transport kamenog agregata.

Najbolja alternativa kiperima na kraćim relacijama su skrejperi s istovarom unazad. Oni su prikladni za istovar u vodu, za popunjavanje rovova i slične situacije gdje pražnjenje treba izvršiti na putu male dužine.

Vučene skrejpere s gusjeničarom karakteriziraju male radne brzine, pa su stoga racionalni samo na relativno kratkim transportnim daljinama, prosječno do 300 -400 m. Kod primjene traktora točkaša optimalni domet vučenih skrejpera povećava se na 500 -600 m. Za veće udaljenosti, od 500 -600 m, pa do 1.500 m, sigurno su pogodniji samohodni. Neki izvori im granicu opravdane primjene procjenjuju čak na 2,0 -3,0 km, a na što nesumnjivo utječe povećanje brzine i zapremnine sanduka kod suvremenih modela.

Kod manjih transportnih daljina od 100 m učinak dozera nadmašuje skrejpera.

Rezultati iz prakse pokazali su da kod kraćih transportnih udaljenosti učinci ne rastu proporcionalno sa zapreminom sanduka, pošto su veliki strojevi slabije pokretljivi. Također se pokazalo da su moto-skrejperi pokretljiviji, pa s tim i produktivniji od vučenih čak i na kraćim relacijama, gdje njihova znatno veća brzina u vožnji ne dolazi toliko do izražaja.

Razumljivo, što su duže dionice transporta koriste se skrejpri s većim sanducima. U načelu, može se reći da svaka zapremina sanduka ima svoju optimalnu duljinu djelovanja, na kojoj su isplativiji od drugih. Danas se ekonomski opravdanim u građevinarstvu smatraju samo sanduci veći od 6 m³.

Standardni moto-skrejperi su najefikasniji na relativno ravnim terenima, dok kada su puni na usponima preko 5% postaju manje praktični, jer im se brzina drastično smanjuje. Zbog manje vučne sile nepogodni su za rad u kišnim uvjetima. Za rad na strmijim nagibima i usponima, kao i za rad tijekom cijele godine, zbog bolje primenljivosti u svim vremenskim uvjetima, najpogodniji su dvomotorni skrejperi.

Ipak, moćnu vuču, u određenim slučajevima neophodnu za efikasni rad, daju samo traktori gusjeničari. Gusjeničari imaju i manje pritiske na tlo, obično 5 –7 N/cm², a kod traktora na pneumaticima su oni 10 –20 (u nekim slučajevima i 30) N/ cm², s tim da se višestruko mogu smanjiti stavljanjem dvojnih guma (tada budu i samo 4N/cm²).

Ukoliko je vučna sila nedovoljna (a da bi se to utvrdilo treba sagledati sve opisane otpore pri kopanju i otpore kotrljanja i nagiba) ili se općenito želi ubrzati rad i povećati učinak skrejpera, primjenjuje se pomoćno guranje. Pomoćno guranje je posebno potrebno jednomotornim samohodnim skrejperima kod operacije iskopa, jer omogućuje rad u tvrdim i kompaktnijim zemljištima. Za dodatnu snagu koriste se tzv. "**gurači**" (*pushers*), što mogu biti i obični traktori ili često dozeri (*push dozer*). Oni

imaju na nožu namještenu ravnu ploču kojom upiru u odbojnik na stražnjoj strani moto-skrejpera, a ima i skrejpera s posebnom opremom, odnosno gredom u koju dozer može tiskati svojim nožem.



Slika 10. –Korištenje dozera kao gurača pri iskopu

Gurači sačekuju skrejpere u području iskopa građiva i njihovim guranjem u duljini iskopa osiguravaju snažnije prodiranje noža skrejpera u sraslo tlo, a time ujedno i njegovo brže punjenje.

U slučaju rada grupe skrejpera za određivanje potrebnog broja gurača ili tegljača mora se izračunati trajanje pojedinih radnih operacija svakog planiranog stroja, te ih onda vremenski rasporediti za taktno djelovanje. Za orijentaciju mogu poslužiti podaci iz tablice 1.

Snaga traktora		Kapacitet skrejpera m ³	Prosječna duljina dionice transporta					
gurača	vučnog		150 m	300 m	450 m	600 m	900 m	1.200 m
KS	KS		B R O J O P S L U Ź E N I H S K R E J P E R A					
68 -75	68 -75	3,0 - 4,6	3	4	4	-	-	-
140 -150	68 -75	4,5 - 6,0	3	3	4	-	-	-
90 -100	90 -100	6,5 - 10,0	2	3	4	4	-	-
140 -150	140 -150	9,1 - 12,4	2	3	4	5	6	-
140 -150	140 -150	12,4 - 14,0	2	3	3	4	5	-
140 -150	140 -150	11,0 - 17,2	2	2	3	3	4	5
140 -150	140 -150	17,2 - 22,5	-	2	3	3	4	5

Tablica 1. –Broj skrejpera koje pri iskopu, ovisno o transportnoj udaljenosti može ispomagati jedan dodatni traktor (izvor -Gabay)

Snaga gurača se određuje na osnovu vrste terena, veličine skrejpera i prema tome dali je vučni traktor točkaš ili gusjeničar.

Ponekad se primjenjuje i metoda udvajanja (*push-pull*), kod koje se tijekom iskopa dva moto-skrejpera međusobno ispomažu guranjem ili povlačenjem.



Slika 11. –Udvajanje skrejpera

Postoji i sistem tzv. vučnog pomagača (*pulling helper*), gdje se umjesto drugog traktora ili skrejpera koristi jedno motorno vitlo fiksirano na nekom mjestu, čije je čelično užde povezano za prednji dio radnog stroja tako da ga povlači. Tu se doduše neminovno gubi vrijeme za kačenje i otkačivanje sajle.

Kada je skrejperu pridodan elevator kod iskopa u lakšim materijalima (naročito pjeskovitim glinama) može se izostaviti upotreba gurača. Smatra se da elevatorski moto-skrejperi postižu optimalne učinke na kratkim i srednjim transportnim dužinama (do 1.000 m), pri iskopu i transportu zemljanih i šljunkovitih materijala. (To zato što je udio vremena iskopa, na koje elevatorom utječe, tu u ciklusu rada izraženiji nego na dužim stazama.)

Ako se radi na tvrdim glinovitim terenima može biti pogodna upotreba skrejpera koje vuče traktor opremljen s dozerskim nožem. Tada prvo dozerski nož kopa zemlju, a pri slijedećem prijelazu je skrejper utovaruje.

Pri radu skrejpera s materijalima kao što su masne gline i škriljci nekada se treba koristiti pomoć rijača ili ripera. Rijač raskopa zemljište da bi se ono rastreslo, čime se postiže znatno efikasniji rad skrejpera pri iskopu, tj. povoljnije i brže punjenje njegovog sanduka.

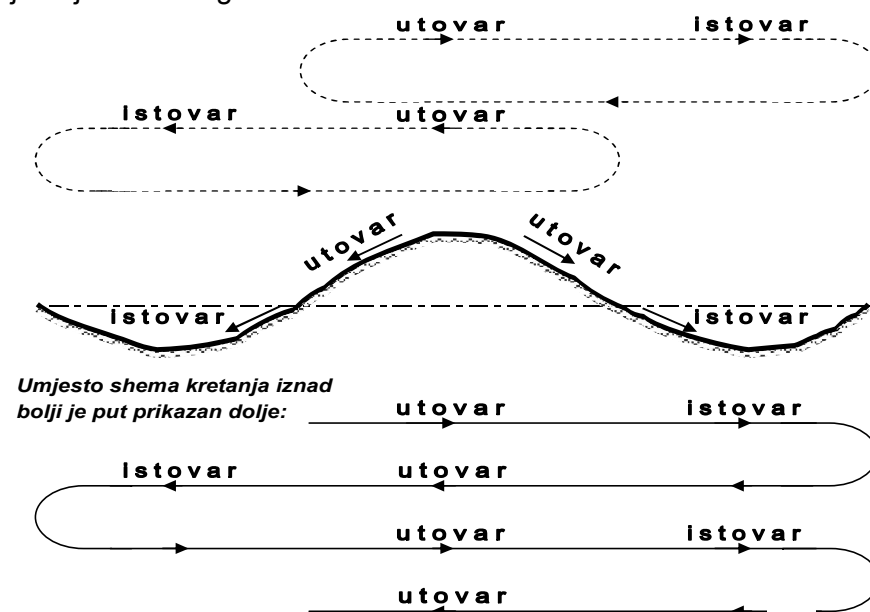
Organizacija rada skrejpera

Svojedobno je uvođenje skrejpera na gradilišta predstavljalo novi korak u razvoju tehnologije izvedbe zemljanih radova.

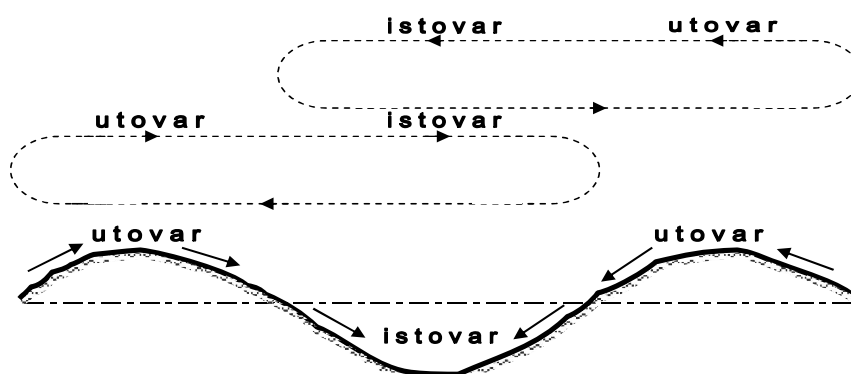
Kada se radi s većim brojem strojeva njihov rad treba biti precizno koordiniran i obvezno dobro usklađen. To pretpostavlja dobro postavljenu organizaciju na temelju kvalitetnog prethodnog planiranja, a za čega je nužno poznavanje praktičnog učinka. Treba imati na umu da se uvijek može računati samo učinak nekog određenog skrejpera, poznatih tehničkih karakteristika i u definiranim radnim uvjetima. Taj proračun je posebno kompliciran ako se radi o primjeni više skrejpera i ukoliko se vrši izravnjanje prebacivanjem zemljanog gradiva s nejednoliko raspoređenih mjesta iskopa na nejednoliko raspoređena mjesta odlaganja materijala (do čega dolazi na terenima nepravilne konfiguracije). Zbog toga se danas čak i na računalima, unaprijed simulira rad skrejpera, sve kako bi se programirala upotreba s njihovim optimalnim učinkom na prebacivanju zemljanih gradiva.

Masovni zemljani radovi izvode se kroz veliki broj ponavljanja ciklusa, pa ušteda na njihovom skraćanju može biti itekako značajna. Tako ima smisla punu pozornost obratiti na detaljniju razradu plana djelovanja, odnosno studiju kretanja skrejpera. Naime, u jednom njihovom radnom ciklusu prosječno samo oko 20% vremena otpada na iskop, pa je važno iznaći put djelovanja s minimalnim gubljenjem vremena u krivinama i na vraćanje bez tovara. Skrejperi u radu mogu ići stalno u jednom smjeru ili se uvijek vraćati u početni položaj. Put, odnosno ciklus rada, nastoji se skratiti kako to pokazuju sheme rada u dva karakteristična slučaja obzirom na

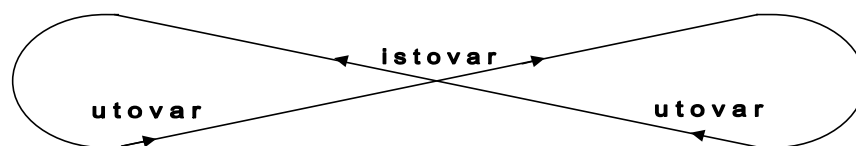
zahtjeve terena. Uvijek se teži postizanju kontinuiteta u vožnji jer je u interesu obaviti je najvećom mogućom brzinom.



HEMA KRETANJA SKREJPERA u slučaju jedne središnje zone utovara i dvije bočne zone odlaganja



Umjesto shema kretanja iznad racionalniji je put prikazan dolje:



HEMA KRETANJA SKREJPERA u slučaju dvije bočne zone utovara i jedne između za odlaganje

U situacijama kada postoji jedna određena zona iskopa i jedna točno ograničena zona razastiranja, najpovoljnije će biti raditi po dužini. Za potrebe kretanja skrejpere na radnom putu se izvode odgovarajuće rampe, a doprinos povećanju produktivnosti stoji i u održavanju puteva u dobrom stanju.

Kada teren nije horizontalan, logično je da je bolje izvoditi iskop u kretanju nizbrdo, a transport u povratku, s praznim sandukom, po usponu.

Pri premještanju na novi radni ciklus skrejper je poželjno pomicati za dvije širine, tako da između dva iskopa ostane srednji trak, koji se kopa naknadno uz uštedu energije (posljedica ulaganja noža u materijal i lakšeg punjenja).

Da bi se došlo do prosječne veličine planskog učinka (U_p) u predviđenim praktičnim uvjetima prvo je potrebno odrediti trajanje ciklusa. Trajanje tipičnog radnog ciklusa

jednog skrepera sastoji se od vremena potrebnih za operaciju iskopa sa samoutovarom (t_{isk}), transporta materijala (t_{tr}), pražnjenja sanduka, odnosno odlaganja zemlje (t_{ist} je isto što i t_{odl}) i praznog hoda koji podrazumjeva vraćanje u položaj za otpočinjanje novog ciklusa (t_{pov}), kao i vremena za sva potrebna manevriranja (t_{man}). Stoga se praktični satni učinak može planirati prema izrazu:

$$U_p \left[\frac{m^3}{h} \right] = \frac{60 * q \left[m^3 \right]}{(t_{isk} + t_{tr} + t_{odl} + t_{pov} + \sum t_{man}) \left[\min \right]} * k_i ,$$

gdje je q zapremnina skrepperskog sanduka, k_i koeficijent ispravke teorijskog (tehničkog) učinka, a suma ispod razlomačke crte predstavlja trajanje jednog ciklusa (T_C) u odgovarajućim vremenskim jedinicama.

Vrijeme iskopa s punjenjem sanduka ovisi o karakteristikama obrađivanog zemljišta, uvježbanosti rukovatelja stroja, o tome ima li skreper jedan ili dva motora, ima li pomoć gurača i kakvoga (upotreba drugog traktora vrijeme potrebno za utovar smanjuje približno na polovicu) i dr, a brzina kojom se to radi je obično 2 -3 km/h. Za pojednostavljeni pristup proračunu može se pretpostaviti da to vrijeme iznosi pola minute u jako povoljnim uvjetima, 0,6 min u prosječnim, a u nepovoljnim punu minutu. Neke stručne publikacije su rezervirane, pa predviđaju trajanje od 0,8 do 2,0 min (u prosječnim prilikama 1,2 min) u radu s ispomoci gurača, te oko 25% duže bez njega.

Pražnjenje sanduka s odlaganjem tj. razastiranjem prevoženog materijala u pravilu se izvodi pri brzini 4 -5 km/h, a može se aproksimativno uzeti da traje između 0,4 min, (jako povoljni uvjeti), i 1,1 min (nepovoljni uvjeti), odnosno 0,6 min u prosječnim situacijama.

Da bi se izračunao ciklus potrebno je uzeti u obzir i sva okretanja i namještanja, odnosno manevriranja. Manevri mogu trajati od 0,1 min u jako povoljnim uvjetima do 0,8 min u nepovoljnim uvjetima (0,5 min u prosječnim), a zbroj svih manevara u jednom cijelom radnom ciklusu obično iznosi do 3,0 -3,5 min.

Trajanje operacija transporta materijala (puni sanduk) i dolaska na mjesto početka slijedećeg ciklusa (prazni sanduk) dobiva se dijeljenjem prosječne dužine puta s brzinom kretanja koju stroj postiže na njemu. Za razliku od duljine iskopa i istovara, koje proizlaze prije svega iz količine materijala koja stane u sanduk i visine i širine sloja kopanja, tj. odlaganja u jednom prolazu, dionice vožnje su zadane veličine, diktirane topografijom terena.

U stvarnosti skreperi se ne kreću stalno konstantnom brzinom, a proračun se samo pojednostavljuje obračunavanjem pripadnih srednjih brzina. Do brzina se može doći "otprilike", na temelju iskustvenih podataka ili eventualno nekom pouzdanijom metodom, uz podjelu ukupne duljine transportnog puta na pojedine dionice koje se međusobno razlikuju prema stanju podloge i nagibu. To primjerice može biti umanjivanjem maksimalno ostvarljive brzine (za 5 -65%) s faktorom brzine koji ovisi o duljini svake pojedine dionice vožnje i o tome kako stroj ulazi u nju (-da li ulazi u nju već u kretanju ili u njoj počinje vožnju). Tako, što je dionica dulja to je za očekivati da će se brzina kretanja skrepera približiti, dostići i imati vrijednost njegove najveće moguće brzine kretanja na toj dionici.

Precizan postupak proračuna potrebnog vremena vožnje prikazan je u tablici 2 za jedan samohodni skreper vlastite težine 11,6 t, s prevoženim teretom od 9,5 t (G), s motorom snage 108 KW (N_O) i ukupnim koeficijentom redukcije snage motora 0,664 (η).

Broj dion. puta	Dužina dionice m	Nagib dionice	Otpori		Maksimalna brzina $v = \frac{3670 \cdot N_o \cdot \eta_i \cdot \eta_u \cdot \eta_t}{G_{ukup} \cdot (\omega_k + / - \omega_u)}$	Redukc. brzine	Eksploat. brzina km/h	Vrijeme transp. min
			kotrlj. ω_k	uspona ω_u				
1.	400	horizont.	80	0	15,6	0,60	9,4	2,55
2.	400	uspon	40	50	13,9	0,70	9,7	2,47
3.	500	horizont.	80	0	15,6	0,75	11,7	2,56
Trajanje vožnje punog skrejpera =								7,58
3.	500	horizont.	80	0	28,4	0,70	19,9	1,51
2.	400	pad	40	-50	40,0*	0,70	28,0	0,86
1.	400	horizont.	80	0	28,4	0,75	21,3	1,13
Trajanje vožnje praznog skrejpera =								3,50

* -kod ukupno negativne vrijednosti otpora usvojena je max. tehnička brzina vozila

Tablica 2. –Primjer proračuna brzine i vremena rada jednog skrejpera na putu vožnje od 2*1.300 m

Brzina se još može i očitati, prema masi skrejpera s teretom i bez tereta (u povratku), ukupnom otporu kotrljanja i uspona i vučnoj sili stroja, iz krivulje radnih performasi, tzv. "vučnog pasoša" skrejpera (postoje i za druga transportna sredstva).

U slučaju negativne vrijednost ukupnih otpora uspona i kotrljanja (vožnja na terenu u padu) brzine se ne mogu očitati, pa se pretpostavlja brzina skrejpera kao pri kretanju uzbrdo, ali bez ikakve redukcije, ili se ograniči primjerice na 10-15 km/h kada je vozilo puno, odnosno na 20-40 km/h kada je vozilo prazno (približno odgovara maksimalnoj tehničkoj brzini; kao što je učinjeno u tabelarno obrađenom primjeru).

Za dobivanje praktičnog učinka potrebno je vrijednost teorijskog učinka reducirati s odgovarajućim koeficijentima ispravke. Kod skrejpera je k_i umnožak općih koeficijenata: iskorištenja radnog vremena (obično iznosi oko 0,8), organizacije rada strojeva na gradilištu i dotrajalosti stroja, još s koeficijentom punjenja. Mogućnost punjenja ovisi o vrsti materijala (najmanja je kod guste teške gline i pijeska pomješanog s oblucima), a u cilju što većeg učinka sanduk treba puniti najviše što se može. **Upotrebom gurača pripadni kapacitet punjenja se u nekim slučajevima može povećati i do 35%.** Tako koeficijent punjenja može biti i veći od 1,0, što je njegova vrijednost za "normalno" punjenje. Maksimalna moguća vrijednost mu proizlazi iz dozvoljene korisne nosivosti skrejpera i specifične mase utovarenog materijala, s tim da je punjenje "povrh" ograničeno na maksimalno 20% ($k_p=1,2$).

Ako se količina učinka želi izraziti u odnosu na sraslo stanje (tzv. zemlju zdravicu)

potrebno je obračunati i rastresitost (r), preko njenog koeficijenta: $k_r = \frac{1}{1 + \frac{r [\%]}{100}}$.

Praktični učinak skrejpera u ekonomski opravdanim situacijama primjene varira od 15 do 190 m³/h, a može dostići i 320 m³/h. Najveći učinci sa skrejperima dobivaju se u lakim koherentnim materijalima, kao što je pjeskovita ilovača. Vrijednosti učinaka ostvarenog s nešto starijim tipovima skrejpera dane su u tablici 3.

Snaga traktora	Nominal. kapacitet	Efektivni kapacitet	Pomoć pri iskopu	Prosječna duljina dionice transp.			
				160 m	306 m	400 m	600 m
KS	m ³	m ³		UČINAK u m ³ /h			
30,00	1,50	0,90	bez gurača	27	15	12	9
60,00	6,00	3,50	bez gurača	52	32	27	20
75 -80	11,20	8,40	s guračem	110	63	52	38
120 -130	11,20	7,70	bez gurača	98	64	53	40
120 -130	12,50	7,50	bez gurača	134	73	60	44
140,00	20,60	14,50	bez gurača	190	100	100	75
140,00	20,50	16,00	s guračem	205	140	112	83

Tablica 3 –Prosječne vrijednosti učinaka različitih skrejpera na određenim dionicama djelovanja

Praćenje skrejpera na konkretnim radnim zadacima ukazuje na mogućnost postizanja i do 50% većeg učinka samo uz angažiranje dovoljnog broja gurača (utjecaj pomoći gurača vidljiv je i iz nekih veličina navedenih u tablici 3).

Dnevna izvedba sa suvremenim dozer-skrejperima može biti do 3000 m³.

Učinak skrejpera ponekad se zna izražavati i u m³ po m³ zapremnine

$$\text{sanduka} \left(\frac{U_p \left[\frac{m^3}{h} \right]}{q \left[m^3 \right]} \right).$$

Opravedanost izbora skrejpera u konačnici treba potvrditi kroz manje sveukupne troškove po 1 m³ iskopanog, transportiranog i ugrađenog (razastrtog) zemljanog gradiva. Ta jedinična vrijednost je proporcionalna koštanju sata rada stroja, dok je to manja što je praktični učinak veći. Zato treba dobro analizirati sve izdatke do kojih će doći pri korištenju skrejpera, a u svezi s tim imati u vidu da nešto noviji modeli imaju procijenjeni broj eksploatacijskih sati oko 11.000, dok se godišnje u pravilu planira s oko 1.400 sati rada. Nabavna cijena novih, učinkovitih skrejpera je velika, održavanje im nije osobito komplicirano, ali zbog opisane složenosti rada za rukovanje iziskuju isključivo posebno obučenog strojara (prema GN radnik VIII ktg., tj. VKV) s adekvatnom satnicom. Također mora se računati i na jednokratne troškove transporta (isti su bez obzira na urađenu količinu posla na određenom gradilištu), koji je za skrejpere, posebno one većih dimenzija, prilično zahtjevan jer se izvodi sa specijalnim transportnim vozilima.





Slika 12. –Prijevoz velikog skrejpera specijalnim transporterom

Iz toga je jasno zašto je isplativost skrejpera moguća samo kod velikih količina radova i zašto se uostalom rijetko vide na gradilištima u Hrvatskoj. S druge strane, u današnje vrijeme ih pomalo potiskuje iz upotrebe kombinacija nekoliko drugih, vrlo jakih strojeva –hidrauličnog bagera za iskop (eventualno dozera s utovarivačem) i dampera ili kiperu za transport (proračunatog broja tako da glavni stroj ne mora čekati na njih).

No, u nekim projektima rad skrejpera ima niz prednosti koje, uz optimalnu organizaciju, mogu rezultirati znatno manjom cijenom, i to treba znati prepoznati.