

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Studijní program: Zemědělská specializace
Studijní obor: Dopravní a manipulační prostředky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Téma:
Analýza závislosti výkonnosti dozerů na technologii pracovní činnosti a na technických parametrech

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor:
Trojan Aleš

2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Aleš TROJAN**
Osobní číslo: **Z11115**
Studijní program: **B4106 Zemědělská specializace**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační prostředky**
Název tématu: **Analýza závislosti výkonnosti dozerů na technologii pracovní činnosti a na technických parametrech.**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cíl práce:

Cílem práce je provést analýzu pracovních operací prováděných dozery při realizaci rozmanitých pracovních operacích a stanovit návrhy a zásady pro výpočet skutečné výkonnosti dozerů ve vazbě na prováděné pracovní operace.

Metodický postup:

1. Analýza prováděných pracovních operací dozery;
2. Analýza technických parametrů dozerů s vazbou na velikostní kategorii a konstrukci dozeru;
3. Sběr dat pro stanovení skutečných časů pracovních cyklů v závislosti na prováděných pracích;
4. Určení faktorů, které ovlivňují výkonnost dozerů při prováděných konkrétních pracovních operacích na základě sběru dat;
5. Stanovení skutečné výkonnosti vybraných konstrukcí dozerů a na velikostních kategoriích dozerů v závislosti na prováděných pracovních operacích.

Rozsah grafických prací: **fotografie, obrázky dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **60 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Celjak, I: Strojní zařízení pro realizaci stavebních prací. ZF JU České Budějovice, 2009, 133 s.;

Jeřábek, K.: Stroje pro zemní práce, silniční stroje. Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava, 1996. 464 s.;

Vaněk, A.: Strojní zařízení pro stavební práce. Sobotáles Praha, 1999, 299 s.;

Vaněk, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha, Academia, 2003. 526 s.;

Tlapák, V.: Stroje pro zemní a meliorační práce. VŠZ, Brno, 1986, 222 s.;

Katalogy firem:

Phoenix-Zeppelin ,www.p-z.cz/;

Volvo Stavební stroje s.r.o, www.volvo.com.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivo Celjak, CSc.**

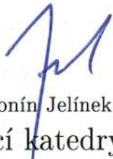
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **14. ledna 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2014**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 8. března 2013

Abstrakt

V práci se zabývám vysvětlením technologických prací dozerů a rozdělením pracovních orgánů vlastního dozeru. Cílem práce je navrhnout zásady pro výpočet skutečné výkonnosti dozerů ve vazbě na prováděné pracovní operaci. Práce může být vhodným dokumentem, který mohou využívat stavební firmy pro přesnější výpočty výkonnosti dozeru, a tím dosáhnout zlepšení a optimalizace ve vazbě na další pracovní operace.

Abstract

The paper deals with the explanation of technological works of dozers and the division of operational institutions of a dozer. The aim of this work is to propose principles for the calculation of the actual performance of dozers in relation to operations. This work can be a useful document that can be used by construction companies for accurate calculations of dozer efficiency and thereby achieve improvement and optimization in relation to other operations.

Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 11.dubna 2014

.....
Trojan Aleš

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za poskytnuté materiály a cenné rady při zpracování této bakalářské práce. Dále bych poděkoval mé rodině za podporu při studiu, stavebním firmám a jejich zaměstnancům za možnost detailně pozorovat pracovní operace.

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl a metodika.....	2
2.1 Cíl.....	2
2.2 Metodika.....	2
3 Analýza prováděných pracovních operací dozery.....	3
3.1 Vykopávka s vodorovným přemístěním výkopu.....	4
3.2 Hrnutí horniny na skládky.....	5
3.3 Rozhrnování horniny a materiálů.....	6
3.4 Urovnání terénu	7
3.5 Realizování odvodňovacích žlabů s tiltdozerovou radlicí.....	8
3.6 Vyhrnování usazenin z rybníků.....	8
3.7 Zahrnování výkopů, prohlubní.....	9
3.8 Provádění výkopů na šířku radlice.....	9
3.9 Klučení pařezů a kácení stromů	9
3.10 Demoliční práce nízkých objektů.....	10
3.11 Rozrývání horniny vyšší třídy rozpojitelnosti.....	10
3.12 Rozrušení dřevitých porostů tzv. nálety.....	10
3.13 Stavba dočasných cest.....	11
3.14 Srovnávání vyjetých kolejí cest.....	12
3.15 Zahrnování a shrnování navážky na skládkách.....	12
3.16 Tažný prostředek pro jiné mechanismy.....	12
3.17 Vyprošťování techniky	13
3.18 Tažení břemen navijákem nebo přímo hákem v málo únosném terénu.....	13
3.19 Nakládání zemin dozerem na vozidlo.....	13
3.20 Přehled strojů pro zemní práce s přiřazením relevantních charakteristik z hlediska technologie.....	14
4 Porovnání dozerů	15
4.1 Konstrukce dozeru.....	15
4.1.1 Stoupavost a stabilita.....	17
4.2 Druhy podvozku dozerů.....	17
4.3 Konstrukce pracovního zařízení dozerů – radlice.....	21
4.3.1 Používané dozerové radlice.....	22

4.3.2 Kinematika pohybu horniny před radlicí.....	22
4.4 Konstrukce pracovního zařízení dozerů- rozrývač.....	24
4.5 Konstrukce pracovního zařízení dozerů - naviják.....	26
4.6 Rozdělení dozerů podle velikostní kategorie.....	26
4.7 Porovnání pásových dozerů Caterpillar v závislosti na velikostní kategorii.....	27
4.8 Porovnání technických údajů dozerů velikostní kategorie III.....	28
4.9 Porovnání kolových dozerů Caterpillar v závislosti na velikostní kategorii.....	29
5 Kompaktory.....	30
5.1 Technický popis kompaktoru.....	30
5.2 Předpokládané využití kompaktorů.....	30
6 Sběr dat pro stanovení skutečné výkonnosti dozerů.....	32
7 Staveniště Okružní ulice.....	33
7.1 Stroje na staveništi.....	33
7.2 Kvalita horniny staveniště.....	34
7.3 Naměřené hodnoty.....	35
8 Staveniště Homole.....	36
8.1 Kvalita horniny na staveništi.....	37
8.2 Stroje na staveništi.....	37
8.3 Naměřené hodnoty.....	38
9 Staveniště Veselí nad Lužnicí.....	39
9.1 Stroje na staveništi.....	39
9.2 Naměřené hodnoty.....	40
10 Staveniště Nové Hodějovice.....	42
10.1 Stroje na staveništi.....	42
10.2 Naměřené hodnoty.....	43
12 Faktory ovlivňující výkonnost dozerů.....	44
12.1 Teoretický pracovní cyklus.....	44
12.1.1 Výpočet teoretického pracovního cyklu.....	45
12.1.2 Doba pracovního cyklu stroje	46
12.2 Provozní výkonnost	47
12.2.1 Výpočet provozní výkonnosti.....	48
12.3 Pracovní výkonnost	48
12.3.1 Výpočet pracovní výkonnosti.....	49

13 Výpočet skutečných výkonností dozerů z nasbíraných dat a teoretických výkonností.....	50
13.1 Staveniště Okružní ulice.....	50
13.2 Staveniště Homole.....	54
13.3 Staveniště Veselí nad Lužnicí.....	56
13.4 Staveniště Nové Hodějovice.....	58
14 Návrhy pro výpočet skutečné výkonnosti dozeru.....	60
15 Závěr.....	62
Legenda.....	64
Seznam zdrojů.....	65
Zdroje obrázků.....	66
Seznam obrázků.....	67
Seznam tabulek.....	67

1 Úvod

Zvyšující se populace lidské společnosti klade vysoké nároky na zemědělství, stavebnictví, strojírenství a další odvětví hospodářství. Díky rostoucím nárokům a potřebám obyvatelstva se zvyšují nároky na úpravu zemědělských ploch, cest, obnovu a rekultivaci pozemků. Pro tyto terénní úpravy již není možno zvyšovat počty pracovníků. Práce, kterou by lidské zdroje musely vykonat, by byla jak velmi fyzicky náročná, tak i ekonomicky a časově zcela nevýhodná. Tím by se rozvoj kulturní a životní úrovně společnosti zpomaloval a nedocházelo by tak k novým technickým pokrokům a objevům.

Lidskou pracovní sílu chceme využívat v moderní době lépe, efektivněji a pro jiné operace než pro fyzicky namáhavé práce. Pro tyto těžké pracovní operace se budoucnost orientuje na vývoj technologických procesů, zlepšování organizace a logistiky stavebních prací. Samozřejmě, že pokud upravujeme plochy úměrné rozlohy, je vhodnější z ekonomického a paradoxně i z časového hlediska používat lidskou práci spolu s prostředky k tomu určenými, jako jsou například hrábě, lopaty apod.

Při zemních pracích se využívá mnoho rozmanitých strojů. Jejich převážná část je specializovaná na konkrétní druh práce a pracuje v součinnosti s dalšími stroji. Hojně využívaným strojem pro zemní práce je dozer. Jeho přednosti byly objeveny již na začátcích minulého století. Dozer byl tehdy sestaven na pásových podvozcích, které zajišťovaly jeho dobrou průchodnost terénem a velkou výkonnost. Tím si získal oblibu a zdokonaloval se. V moderní době je tento stroj oblíbený, jelikož jeho pracovní adaptéry umožňují velmi širokou a rozmanitou škálu využití. Dozer dokáže nahradit práci, kterou by muselo jinak dělat několik desítek či stovek lidí nebo jiné stroje, které by ale nedosahovaly takových časových a ekonomických úspor jako při použití dozeru.

2 Cíl a metodika

2.1 Cíl

Cílem této práce je sestavit přehled pracovních operací vykonávaných dozery a následně pak stanovit návrhy a zásady pro výpočet skutečné výkonnosti stroje v závislosti na vykonávaných pracovních operacích.

2.2 Metodika

Metodika práce je rozdělena do základních bodů:

1. Rozbor technologií prováděných prací dozery.
2. Rozdělení dozerů z hlediska konstrukce a provozních parametrů.
3. Výběr technologií pracovní činnosti a velikostní kategorie dozerů pro sběr dat.
4. Výběr a popis staveb pro měření dílčích časů pro výpočet skutečné výkonnosti.
5. Dohovor a schválení vstupu na stavbu a stanovení podmínek při realizaci měření.
6. Sběr dat z oblasti prostředí na stavbě při pracovní činnosti dozerů a sběr dat pro výpočet skutečné výkonnosti dozerů.
7. Na základě naměřených hodnot stanovení skutečné výkonnosti dozerů v závislosti na technologii pracovní činnosti a na velikostní kategorii dozerů.
8. Porovnání skutečné výkonnosti s teoretickou výkonností dozerů.
9. Návrh pro výpočet skutečné výkonnosti dozerů.

3 Analýza prováděných pracovních operací dozery

Dozer (traktor s dozerovým pracovním zařízením - radlicí) je samojízdný pásový nebo kolový stroj, používaný na vynakládání tlačné nebo tažné síly prostřednictvím namontovaného dozerového pracovního zařízení. Tento stroj může nést i další pracovní zařízení, například rozrývač, naviják či tažný závěs. Základní stroj je traktor bez pracovního zařízení, který je vybaven potřebnými montážními elementy pro připevnění jednoho nebo několika pracovních zařízení. Pracovní zařízení je soubor komponentů namontovaných na základní stroj pro vykonávání základních funkcí, pro které je stroj určen. Tímto pracovním zařízením je radlice. [1]

Vzhledem k technologii práce se dozery používají nejčastěji na stavbách pozemních a vodních děl, při stavbě komunikací, na povrchových dolech a lomech, ale také velmi často k manipulaci se sypkými materiály na skládkách. Mohou hloubit výkopy pro stavební základy, meliorační kanály, příkopy, těžít horninu, rozhrnovat ji, ukládat do náspu, urovnávat terén a částečně ho i hutnit, případně zasypávat příkopy apod. Podíl dozerů na vykonávaných zemních prací je patrný z tabulky číslo 1.

Dozery se užívají pro další pomocné práce, např. k odstraňování porostů, pařezů, kácení stromů, odstraňování sněhu, k postrku nebo tažení jiných strojů pro zemní práce v extrémně těžkých podmínkách, k vyprošťování atd. [2]

Dozery jsou použitelné při jízdě do sklonu 25°/30° (nahoru/dolů) a příčně do 25°. Ekonomická přepravní vzdálenost u pásového dozeru je do 50 m, u kolového až dvojnásobná. Kolové dozery, vycházející konstrukčně z kolových nakladačů, jsou obecně rychlejší než dozery pásové, nepoškozují povrch a mohou být přepravovány „po ose“. V obtížných terénních podmínkách je však nasazení kolových dozerů problematické nebo dokonce nemožné. [14]

Tabulka 1 Podíl strojů na provádění zemních prací

Podíl strojů na provádění zemních prací v %						Zhutňování zeminy v %
Lopatová rýpadla	Dozery	Skrejpry	Lopatové nakladače	Ostatní	Ruční práce	
39,16	35,16	2	19,5	2,22	1,96	23,7

Zdroj: Jeřábek 1996 [2]

3.1 Vykopávka s vodorovným přemístěním výkopu

Vykopávka s vodorovným přemístěním výkopu často nazývaná jako skrývka ornice se provádí na začínajících stavbách před započítím velkých zemních prací. Dnes už je i toto ošetřeno zvláštním právním předpisem Ministerstva zemědělství O ochraně zemědělského půdního fondu. Ornice je drahá a musí se odklidit ze staveniště na místo, kde nebude překážet a tak, aby mohla být při dokončování stavby použita zpět. Při odebírání ornice by nemělo dojít k promísení s neúrodnými vrstvami půdy.

Na určeném místě je již většinou hotové zaměření skrývky a vykolíkové vymezené území. Obvykle se shrnuje vrstva do hloubky 0,3 m, ale vrstva může být i větší, pokud je pozemek např. v údolí, v úrodném kraji apod.

Před započítím práce se určí, jak velké budou hromady (přibližná výška, šířka a délka) a na kterých budou místech. Velikost hromady je dána typem bagru či nakladače. Pokud budou nakládat bagry, ornice se v místě pod haldou nemusí zbytečně rozrývat, bagr materiál nabere i tak. Tím se ušetří práce, protože půdorysné rozměry nahnuté a nakypované ornice jsou někdy docela zajímavé a ne zcela zanedbatelné. [9] Pracovní cyklus dozeru při vykopávce s vodorovným přemístěním výkopu může probíhat třemi technologiemi:

1. Technologie těžení a hnutí, častěji používaná technologie. Dosahuje se také lepších výkonností dozerů. Pracovní operace se skládá z :
 - Spouštění a udržování radlice v náležité poloze;
 - Odřezávání vrstvy zeminy;
 - Přemíst'ování (hnutí) zeminy k místu skládky;
 - Skládání zeminy (zdvihání radlice);
 - Návrat zpětným chodem se zdviženou radlicí k místu nabírání.
2. Technologie těžení po celé délce trasy. Těžení a hnutí zeminy po celé délce trasy z místa zahloubení radlice až k místu skládky, přičemž jezdí stále v tomtéž pruhu. Zahloubení radlice je takové, aby na konci dráhy byl před radlicí co největší objem hnuté horniny. Vznikající hrázky podél pruhu napomáhají k tomu, aby nedocházelo k bočním ztrátám hnuté horniny podél radlice. Při použití této technologie se zahlubuje radlice přibližně 0,1m.

3. Zemina se těží na krátké trase do naplnění objemu radlice, přičemž se začíná u skládky. Po vzniklém vytěženém pruhu se hornina hrne v dalších jízdách. Zahloubení pod úroveň terénu předchozími jízdami pomáhá k tomu, aby nedocházelo k únikům horniny do stran. Při použití této technologie se radlice zahlubuje do maximální možné hloubky v závislosti na druhu horniny.



Obrázek 1 Výsledek technologie vykopávka s vodorovným přemístěním výkopu [1]

3.2 Hrnutí horniny na skládky

Při novostavbě na ploše je třeba odklidit ornici, písčité podloží nebo jiný druh podloží a materiálu, který vznikl při demolici předchozího objektu. Tato pracovní operace vyžaduje přemístit určitou vrstvu horniny a nashromáždit ji na daném místě tak, aby byla možná nakládka a odvoz materiálu. Nejčastěji používaným strojem je přímý dozer, který má řeznou hranu radlice rovnoběžnou s povrchem, na kterém dozer pracuje. Obsluha dozeru musí vytvořit šikmý nájezdový svah, po kterém dále nahrnuje materiál díky opakovaným cyklům vytvoří nahromadění materiálu v okolí nájezdového svahu a za ním. Při správném uložení materiálu bude skládka rovnoměrná a bude možné ji dobře a rychle naložit a odvézt. [6]

3.3 Rozhrnování horniny a materiálů

Při přípravě nové plochy pro stavbu se často používá odlišných materiálů různých tříd rozpojitelnosti. O dopravu na stavbu se starají nakladače, proto je na stavbě místo, kam se materiál ukládá. Odtud je dozer rozmístí a rozvrství po stavbě v dané vrstvě. Podle třídy rozpojitelnosti je dozer vybaven různými radlicemi. Pro hrnutí zeminy s nízkou třídou rozpojitelnosti, například písek, štěrk apod., se využívají radlice s bočními štíty, které zvyšují objem hrnuté zeminy, a zvyšují tak výkon dozeru. Dobré uplatnění zde nacházejí dozery na kolovém podvozku, které mohou zeminu rozhrnout na větší vzdálenost za kratší čas díky své pohyblivosti. U rozhrnování těchto materiálů může dozer rozhrnovat i do svahu o stoupání 25 %. Při rozhrnování hornin s vyšší třídou rozpojitelnosti nebo hutných materiálů se používají rovné nebo lomené radlice a pásové podvozky dozerů. Je zde také předpoklad, že se zemina nebude rozhrnovat do větších svahů. Rozhrnování materiálů se provádí i na skládkách odpadů, kde se k této práci hojně využívají kompaktory. Někdy se spolu s nimi používají také dozery, které rozhrnují přivezený materiál. [6]



Obrázek 2 Rozhrnování horniny [3]

3.4 Urovnání terénu

Při navezení materiálu nebo při stávající situaci v krajině může dozer rozvrstvit materiál nebo upravit půdu tak, aby se nikde nevyskytovaly prohlubně či navršeniny. Při tom dozer zároveň zeminu zhutňuje, a tak usnadňuje následnou práci válce nebo jiného pracovního prostředku. Díky nové technologii je také možné vytvořit přesné sklony na nově budované ploše. Dnes máme různé moderní technologie, které nám umožní lépe a přesně urovnat terén, například:

- 1) Automatické řízení příčného sklonu
- 2) Laserové snímání
- 3) Ultrazvukové snímání

ad 1) Automatické řízení příčného sklonu

Pro automatické řízení příčného sklonu radlice dozeru je třeba vybavit stroj senzorem sklonu, který vyhodnocuje příčný sklon radlice dozeru. Naměřená hodnota je porovnána se zadanou hodnotou v řídicí jednotce umístěné v kabině stroje. Hydraulický válec provede automaticky nastavení radlice do požadované hodnoty.

ad 2) Laserové snímání

Pro srovnání rozsáhlých ploch v rovině nebo ve spádu, jako jsou například parkoviště, sportovní plochy a haly, je ideální vybavit dozer dvěma laserovými senzory, které zajistí vysokou produktivitu a umožní, aby se stroj pohyboval v libovolném směru bez ohledu na osu spádu upravované pláně. Samozřejmě je možné kombinovat jeden laserový senzor s automatickým řízením příčného sklonu radlice, ale v tomto případě je dozer omezený ve svém pohybu, protože může pracovat pouze rovnoběžně nebo kolmo na osu spádu. Referenční rovinu, podle které je řízena výška radlice, vytváří rotační laser umístěný na stativu.

ad 3) Ultrazvukové snímání

Ultrazvukový senzor umožňuje přesné kopírování fyzické referenční roviny, jako je například nivelační lanko, obrubník, stávající vrstva nebo přídlažba. U nivelačních systémů pro dozery však z důvodů špatné manévrovatelnosti s radlicí není ultrazvukový senzor příliš často využíván. [7]

3.5 Realizování odvodňovacích žlabů s tiltdozerovou radlicí

Radlice se vykloní pod požadovaným úhlem na jednu stranu a podél cesty vytvoří žlab pro odvod dešťové vody. Tyto odvody jsou důležité proto, aby voda nestékala po cestě, ale ve žlabu. Tím se nenaruší povrch cesty a zvýší se její životnost. Nemusí se také jednat o vytvoření nového odvodňovacího žlabu, ale o údržbu již vytvořeného. [9]

3.6 Vyhrnování usazenin z rybníků

Pro vyhrnování usazenin z rybníků se používají pásové dozery s větší styčnou plochou pásu, aby nedocházelo k zapadání dozerů do málo únosného podloží. Dozer má za úkol nahnout usazeniny ze dna rybníka na hráze nebo jiné předem určené místo, kde usazeniny mohou být naloženy a odvezeny na skládku nebo na jinou vymezenou plochu, kde bude zem použita pro různé účely. Tato pracovní operace má podobné prvky jako skrývka ornice. Dozer prvně spustí radlici do určité hloubky. Radlici následně udržuje v dané poloze a odřezává vrstvu usazenin. Přemísťuje tím usazeniny k místu, kde bude následně naložena na nákladní vozidlo a odvezena. Následně se vrací zpětným chodem a se zdviženou radlicí zpět k místu nabírání. [6]



Obrázek 3 Vyhrnování usazenin z rybníků pomocí dvou dozerů [4]

3.7 Zahrnování výkopů, prohlubní

Zahrnování výkopů je specifická operace, při které musí být obsluha maximálně opatrná a zkušená. Výkopy jsou různě hluboké a stěny výkopu nemusí být vždy zcela stabilní. Pokud by obsluha dozeru byla neopatrná, mohla by se snadno propadnout na dno výkopu. V jiném případě by mohla ve výkopu někoho zasypat. Proto je dobré vyžádat si pomocníka, který bude okolí výkopu a dozer hlídat. Obsluha dozeru totiž nemá moc dobrý výhled přes radlici.

Při zahrnování výkopu musí dozer opatrně zahrnovat, neboť se ve výkopu mohou nacházet kabely, potrubí nebo jiné inženýrské sítě, které by měly být obsypané ochranou vrstvou písku, ale při rychlém zasypání by ochranná vrstva nemusela stačit a mohlo by dojít k deformaci inženýrských sítí. Zpočátku nenajíždí obsluha dozeru na hranu výkopu pásy, ale pouze nechá přečnivat hranu radlice tak aby se neutrhla stěna výkopu. Po zasypání výkopu musí obsluha přejet po výkopu, aby si zemina tzv. sedla, a mohl dále nevršit zeminu. [6]

3.8 Provádění výkopů na šířku radlice

V místech, kde je hornina s nízkým nebo středním koeficientem rozpojitelosti, lze pomocí dozeru vytvořit výkopy. Obsluha dozeru zahlubí radlici do povrchu a jízdou vpřed vytvoří zářez. Dozer může mít spuštěn rozrývač, který usnadní další přejezd a vyhrnutí zeminy. Tento proces se opakuje, dokud se nevytvoří výkop v požadované hloubce.

3.9 Klučení pařezů a kácení stromů

Klučení pařezů je pracovní operace, při níž odstraňujeme pařez i s kořenovým systémem. Při této práci můžeme využít všechny pracovní zařízení dozeru. Je možné využít radlici, která se zaryje do určité hloubky a při pojezdu kořen odstraní. Dále je možné využití rozrývače, který kořen vyrýpne. Pro velké kořeny a zbytky stromů se

využívá také naviják, lano se ováže kolem stromu. Při spuštění navijáku je strom i s kořenovým systémem vytažen. Pro lepší podmínky se může dozer zapřít radlicí, kterou spustí a zaryje do určité hloubky.

Při kácení stromů větších průměrů se obecně používá postupu, při kterém se kolem stromu odstraní do určité hloubky zemina a v jednom směru se vytvoří nájezd. Dozer vyjede na nájezd a radlicí se zapře o strom, který vyvrátí. [6]

3.10 Demoliční práce nízkých objektů

Pro snížení ekonomických nákladů se používá dozer i pro demolici nízkých objektů. Vzhledem k velikosti dozeru se určuje i velikost demolovaného objektu. Je důležité, aby objekt nebyl zhotoven z kompozitního materiálu, například železobetonu. Zde by mohlo dojít k poškození radlice nebo samotného dozeru. Demolice může být provedena pomocí najetí radlice do objektu nebo pomocí navijáku, kterým je objekt stržen. [6]

3.11 Rozrývání horniny vyšší třídy rozpojitelnosti

K rozrývání horniny se často používá rozrývač. Rozrývač je rám připevněný k zadní části základního stroje pomocí montážní konzoly a je vybaven jedním nebo více zuby. [1] Po najetí na místo spustí obsluha rám se zuby do povrchu. Při jízdě zuby rozrývají půdu a tím usnadňují rozpojení horniny pro další operace. Podle třídy rozpojitelnosti horniny je použit vhodný typ rozrývače pro co nejvyšší účinnost.

3.12 Rozrušení dřevitých porostů tzv. nálety

Na budoucím staveništi často bývají malé stromky do průměru kmenu 150 mm, různé druhy keřů a plevelů tzv. nálety. Aby se urychlila příprava budoucí stavby, odstraňují se tyto dřeviny pomocí radlice dozeru. Dozer spustí a udržuje radlici v určité

výšce nad zemí, jízdou vytrhává nálety a shromažďuje je na kraji stavby. Zde nálety mohou být dále zpracovány nebo naloženy a odvezeny na skládku. Díky této pracovní operaci se sníží náklady, které by byly vynaloženy na přepravu, použití mulčovače a jiných zařízení. Dozer je již na stavbě a po odklizení náletu může dále pracovat například na skrývce ornice apod. [6]

3.13 Stavba dočasných cest

Dozery se používají i pro vytvoření dočasných cest. Stroj spustí radlici a vytvoří zářez o šířce radlice. Podle používaných strojů na stavbě zářez může rozšířit. Dočasné cesty se obvykle nedělají více široké, než musí být proto, aby se po vykonání práce mohl obnovit původní ráz krajiny. Pokud cesta není dostatečně široká, musí projektant, popřípadě obsluha stroje, myslet na místa, kde se stroje budou vyhýbat. Díky hmotnosti dozeru se cesta již částečně zhutní při jejím vytváření. Někdy za sebou dozer vleče válec, kterým se cesta dále zhutní a tím se zvýší se její únosnost. Je vhodné podél cesty vytvořit zářezy pro odvod dešťové vody. [9]



Obrázek 4 Ukázka vytvořené cesty dozerem [3]

3.14 Srovnávání vyjetých kolejí cest

Obsluha dozeru má za úkol upravovat cesty, které vedou stavenišťem. Pokud se jedná o velkou stavbu, je tato činnost velmi důležitá, jelikož je zde mnoho strojů, které se musí přemísťovat. Pokud se na stavbách pracuje i za deště, je úkolem dozeru udržovat cesty průjezdné, popřípadě vyprošťovat zapadlé stroje. Jestliže obsluha ostatních strojů bude jezdit ve stejných vyjetých kolejích po cestě, může se životnost velmi zkrátit a obsluha dozeru již nebude schopna cesty udržet v průjezdném stavu. Na životnosti cesty má také vliv druh horniny, ze které je vytvořena. Pokud bude obsluha dozeru cesty udržovat bez velkých vyjetých kolejí, bude celá stavba fungovat i za vytrvalého deště. [9]

3.15 Zahrnování a shrnování navážky na skládkách

Na stavbách s velkým počtem výkopů se při provádění zemních prací musí někde provizorně nebo i nastálo uložit velké množství přebytečné zeminy. K tomuto účelu slouží určené místo, tzv. „skládky“, kam se bude vytěžený materiál vozit, a kde se bude uskladňovat. [2] Obsluha dozeru tlačí před radlicí zeminu, kterou se skládka zavazuje. Postupně radlici přizvedává a opakovanými pracovními cykly tak vytváří šikmý nájezd na skládku. Po tomto nájezdu hrne zeminu na vrchol skládky, kde vytváří náhorní plošinu. Zarovnává, zhutňuje vrchol skládky a rovnoměrně rozhrnuje zeminu i do stran tak, aby nedocházelo k nežádoucímu odletování materiálu ze skládky. [6]

3.16 Tažný prostředek pro jiné mechanismy

Dozer je díky své robustní konstrukci vhodný pro tažení a vytahování břemen nebo jiných prostředků na stavbě. K dozeru může být připojen přívěs nebo různé válce pro zhutnění půdy. Dozery se také často používají zapojeny spolu se skrejpry. Pokud nemá skrejpr dostatečně velkou sílu, popřípadě adhezi, a není na stavbě druhý skrejpr, je vhodné ho zapojit k dozeru. Díky tomu dojde k navýšení výkonu skrejpru, který může odebírat větší třísku zeminy a udržovat, popřípadě zvýšit, svou výkonnost.

3.17 Vyprošťování techniky

Naviják umístěný v zadní části dozeru se používá jak pro demolici nízkých objektů, tak i pro vyprošťování zapadlé stavební techniky. Dozer se ve vhodné vzdálenosti a ve vhodném úhlu od zapadlého stroje zaparkuje a zabrzdí. Je možné spustit radlici a tím zvýšit zapření dozeru. S ohledem na velikostní kategorii dozeru jsou naviják, lano i hák dostatečně silné, aby mohly vyprostit jiný dozer nebo jinou pracovní techniku. Naviják se také mnohdy používá při uvíznutí samotného dozeru, na kterém je namontován.

3.18 Tažení břemen navijákem nebo přímo hákem v málo únosném terénu

Další pomocnou prací dozeru je přemísťování břemen. Tato operace je často prováděna pásovými dozery, které mají menší měrný tlak na půdu, a nedochází tak k zapadání dozeru i v málo únosném terénu. V zadní části dozeru je namontován naviják nebo je zde konstrukční řešení přímo pro hák, za který je možno připevnit přívěs či jiný pracovní orgán.

3.19 Nakládání zemin dozerem na vozidlo

Nákladní vozidlo je možné nakládat i za pomoci dozeru. Při této pracovní operaci je nutné, aby staveniště bylo vybaveno rampou, po které bude dozer hrnout zeminu. Konstrukce rampy musí být dostatečně dimenzovaná, aby byla schopna udržet hmotnost stroje a hmotnost zeminy. Zároveň se na ní přenáší boční síly. Z toho důvodu musí být dostatečně ukotvena k podloží. Horní okraj rampy by se měl nacházet výše než horního okraj korby největšího nákladního vozidla, které se na stavbě používá k odvozu zeminy. Někdy se také místo rampy využívá terénu okolí stavby. Například v kamenolomech, kde jsou skalnaté okraje, nedochází tak k sesuvu materiálu na vozidlo. Dozer nakládá drobné kameny a štěrk přes skalnatý okraj na vozidlo. Tento způsob využití dozerů je však okrajový a v dnešní době je téměř nevyužívaný. [6]

3.20 Přehled strojů pro zemní práce s přiřazením relevantních charakteristik z hlediska technologie

Z hlediska volby technologie zemních prací je důležitá znalost některých vlastností a parametrů strojů. Jejich přiřazení k jednotlivým strojům je uvedeno v tabulce číslo 2. [2]

Tabulka 2 Přehled strojů pro zemní práce s přiřazením relevantních charakteristik z hlediska technologie

Stroje pro plošnou těžbu	1 [m]	2 [Pa]	3 [%]	4	5	6	7 [m]
Buldozer s pásovým podvozkem	30-75	0,5 >	0-100	5	malá	Hladký Vlnitý Pahorkatovitý Značně nerovný	3-5
Angledozer s pásovým podvozkem	3-30	0,5 >	0-100	5	malá	Hladký Vlnitý Pahorkatovitý Značně nerovný	3-5
Buldozer s kolovým podvozkem	75-300	10-15	50	3-4	střední-velká	Hladký Vlnitý Pahorkatovitý	3-5
Jednomotorový skrejpr	300-2000	10-15	25	3-4	velká	Hladký Vlnitý	5-10
Jednomotorový skrejpr s postrkem	300-2000	10-15	25	4	střední - velká	Hladký Vlnitý	10-15
Dvoumotorový skrejpr	300-2000	15-30	30	4	velká	Hladký Vlnitý Pahorkatovitý	15-20
Autogrejdř	30-75	15-30	15	3	velká	Hladký Vlnitý	do 6
Skrejprdozer	75-300	0,5-10	30	5	malá-střední	Hladký Vlnitý Pahorkatovitý	do 5

- 1 Přepravní vzdálenost
- 2 Minimální požadovaná únosnost terénu
- 3 Maximální možná stoupavost
- 4 Přípustná třída rozpojitelosti zemin
- 5 Citlivost na povětrnostní podmínky
- 6 Povrch jízdní dráhy
- 7 Minimální šířka stavební plochy

Zdroj: Jeřábek 1996 [2]

4 Porovnání dozerů

4.1 Konstrukce dozeru

Konstrukce a zhotovení musí zabezpečit spolehlivý provoz v klimatické oblasti N 13 podle ČSN 03 8805 pro rozmezí teplot $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Požadavky na jiné rozmezí teplot a korozní agresivitu musí být dohodnuty mezi výrobcem a dodavatelem. Konstrukce strojů určených pro provoz na pozemních komunikacích musí vyhovovat podmínkám provozu vozidel na pozemních komunikacích.[1]

Hlavní pracovní zařízení tvoří tlačná ramena, radlice a mechanismus jejího ovládání. V zadní části stroje bývá umístěno rozrývací zařízení s příslušným počtem rozrývacích zubů, naviják a bočně výkyvný nebo pevný závěs pro tažení přívěsů a tažených pracovních mechanismů.

Traktory jsou vyráběny pro práci s přímou radlicí, s radlicí pro stranové natáčení (angledozer) a pro naklápění radlice jednou stranou pod rovinu pojezdu (tiltdozer). Jsou to stroje s cyklickým způsobem práce, u kterých dochází k rozpojování horniny pojezdem celého stroje. Jejich výkonnost je značně závislá na trakčních schopnostech strojového spodku.[1]

Rozdělení dozerů podle ovládání radlice:

- 1) Přímý dozer - buldozer
- 2) Angledozer
- 3) Tiltadozer
- 4) Univerzální dozery
- 5) Speciální dozery

ad 1) Přímý dozer - buldozer

Přímý dozer je pracovním zařízením, kde čelní radlice, která je udržovaná v poloze, ve které je řezná hrana rovnoběžná s povrchem, na kterém traktor stojí, resp. pracuje a kolmá na rovinu, která prochází osou stroje. [1] Stroje jsou určeny pro plošnou těžbu berou třísku tloušťky 10 až 40 cm a hrnou zeminu na ekonomickou vzdálenost 50 až 60 m. [4]

ad 2) Angledozer

Angledozer je stroj, jehož radlice může měnit polohy tak, že řezná hrana svírá s rovinou, která prochází osou stroje, úhel - nejčastěji o 30° na levou nebo pravou stranu. Uplatňuje se všude tam, kde je nutné hrnutý materiál odsouvat do strany (zahrnování rýh, odklizení sněhu, plošné urovnávání povrchu). Těžba hornin vyšších tříd rozpojitelnosti angledozerem je vyloučena vzhledem k bočním reakcím při šikmém nastavení radlice. Radlice angledozeru je širší než u přímého pracovního zařízení, protože musí i při maximálním šikmém nastavení přesahovat šířku podvozku. Proto v případě, že traktor s angledozerovým zařízením pracuje v kolmé poloze, bude její měrná rypná síla menší. Našikmení a kloubové zavěšení rovněž snižuje tuhost celého ústrojí. [1]

ad 3) Tiltadozer

Tiltadozer je vlastně angledozer, u něhož se může poloha radlice měnit tak, aby řezná hrana svírala úhel s rovinou rovnoběžnou s rovinou pojezdu. Radlici je možno natočit v rovině vertikální v obou směrech, radlice tedy rýpe jedním sníženým koncem a vytváří rýhu. To se používá při zahájení záběru do svahu, při dobývání pařezů a stromů, při hloubení rýh pro uložení žlabovek nebo při budování dočasného odvodnění podél cest. [1]

ad 4) Univerzální dozery

Univerzální dozery jsou dozery, jejichž radlice má všechny shora uvedené možnosti nastavení, popřípadě je výměnná za jiný pracovní nástroj. Převážná část dozerů má pracovní zařízení univerzálního charakteru.

ad 5) Speciální dozery

Nejpoužívanější jsou dozery šípové, jejichž radlice má dvě křídla, otočná a stavitelná kolem své osy. Může pracovat jako šípový pluh, angledozer či buldozer. Do této skupiny patří také dozerové nakladače, vybavené čelist'ovou radlicí upevněnou na hydraulicky ovládaném pákovém systému. Čelist s radlicí tvoří otevíratelnou lopatu, se kterou se dá pracovat obdobně jako s nakladačem, skrejprem či drapákem. Turnodozery, tj. dozery používané jako kontinuální překladače dálkové pásové dopravy na lomech patří do skupiny speciálních dozerů. Jsou používány při stavbě ropovodů, plynovodů apod. (tzv. turboklady), kde na jeřábku je umístěna překládací hlava. [14]

4.1.1 Stoupavost a stabilita

Stroje musí být konstruovány tak, aby byly schopny pracovat bez omezení na svahu se sklonem pojezdové roviny nejméně :

25° - u nosičů na pásovém podvozku

10° - u nosičů na kolovém podvozku

Stoupavost strojů na rovném a tvrdém povrchu musí být nejméně:

35° - u nosičů na pásovém podvozku

20° - u nosičů na kolovém podvozku

Stroj musí být vybaven v kabině umístěným zařízením pro kontrolu pojezdové roviny (sklonoměrem) se stupnicí nejméně do maximálního dovoleného sklonu pojezdové roviny.

4.2 Druhy podvozku dozerů

Stroje pro zemní práce se při práci pohybují v těžkém terénu, musí překonávat stoupání i příčný sklon, otáčejí se a manévrují ve stěsnaných podmínkách. Proces rozpojování zemin u radlicových strojů vyžaduje přenos značných sil ve styčných plochách aktivních částí podvozků a terénu. Podvozek musí zajistit strojům rovněž potřebnou stabilitu a průchodnost v terénu, takže je možno uvést, že význam jakéhokoliv podvozku zemních strojů je následující:

- Přenos hmotnosti a všech vnějších existujících sil na pojezdovou podložku.
- Zabezpečení stability stroje při práci, pohybu a zabezpečení dovoleného měrného tlaku na podložku.
- Přemístění stroje na jiný úsek.

Pro tyto podmínky se využívá u dozerů následujících podvozků:

1) Pásový podvozek

- S řízením prokluzem pásů
- S řízením nezávislým pohybem pásů

2) Kolový podvozek

- S řízením předními koly
- S řízením zadními koly
- S řízením kloubovým rámem
- S řízením prokluzem kol

ad 1) Pásové podvozky

Pásové podvozky se vyznačují malými hodnotami tlaků na stykové ploše pásu a podložky. Mají velký záběrový účinek, tzn. že mohou přenášet značné hnací a brzdě síly. Jejich nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady a náklady na údržbu a opravy, značná hmotnost. Velmi rozšířené jsou podvozky s jedním hnacím kolem (Turas) a jedním vodícím kolem (1+1) :

- Podvozky v normálním (standardním) provedení mají měrné tlaky 40-60 kPa.
- Verze s prodlouženými podvozky s nízkým měrným tlakem na půdu tj. 20-30 kPa.
- Speciální podvozky s měrnými tlaky 10-20 kPa jsou určeny pro málo únosné půdy.



Obrázek 5 Pásový dozer New Holland [6]

Další významnou skupinou podvozků, která je v dnešní době velice rozšířená a nahrazuje předchozí řešení, jsou podvozky delta (1+2). Pás běží mezi třemi koly. Jedním hnacím kolem a dvěma vodícími koly (jedním vpředu a jedním vzadu). Tato konstrukce má množství výhod v tom, že:

- podvozek je řešený jako stavebnice, takže při poruše lze libovolnou část snadno demontovat a vyměnit bez toho, aby bylo nutné odvážet stroj do dílny,
- přemístěním hnacího turasového kola do vyšší polohy se zlepší provozní vlastnosti stroje, především když stroj pracuje v nepříznivých podmínkách (rozbahněný terén), ve kterých se jinak turasové kolo brodí, a mechanismus je značně opotřebováván,
- podpěrné kladky pásu, uchycené na kyvných vahadlách, v každé poloze tlačí pás, který musí neustále sledovat nerovnost terénu, zvyšují se tahové síly stroje i jeho výkonnost při těžení. Výkonnost těchto nových strojů oproti dosavadním se zvýšila o 20 až 30%.



Obrázek 6 Pásový dozer Caterpillar s podvozkem delta [7]

ad 2) Kolové podvozky

Kolové dozery, vycházející konstrukčně z kolových nakladačů, jsou obecně rychlejší než dozery pásové, nepoškozují povrch a mohou být přepravovány „po ose“. V obtížných terénních podmínkách je však nasazení kolových dozerů problematické nebo dokonce nemožné. Podvozek musí spolehlivě přenášet zatížení vyvolaná činností pracovního nástroje, pohybem stroje v těžkém terénu v různých klimatických podmínkách aj. Podvozek dává stroji rovněž manévrovací schopnosti, které buď přímo nebo nepřímo ovlivňují provozní výkonnosti stroje. V případech, kdy požadujeme vysokou pohyblivost a časté přemísťování stroje, je vhodné použít kolového podvozku. Použití kolových podvozků je však omezeno na menší a střední stroje z hlediska únosnosti pneumatik, kontaktního tlaku a přenosu sil mezi kolem a půdou. Při jízdě do svahu a při práci dochází ke značnému zvýšení tlaku na některou z náprav, resp. na některá kola. [2]

Kolové podvozky mají ve srovnání s pásovými podvozky také výhodu, že jejich hmotnost z celkové hmotnosti stroje tvoří asi 20 %, zatímco podvozek pásového stroje tvoří 30-40 %. Tím je kolový dozer při stejném výkonu motoru lehčí, má menší spotřebu paliva a menší ekonomické nároky. [5]



Obrázek 7 Kolový dozer Caterpillar velikostní kategorie VI. [7]

4.3 Konstrukce pracovního zařízení dozerů – radlice

Dozerové zařízení sestává z radlice, tlačných ramen, vzpěr a mechanismu ovládání. Radlice je univerzální pracovní nástroj, který horninu rozrušuje, přemísťuje, ukládá, popřípadě rozprostírá. Je charakterizována geometrickým tvarem a rozměry.

Materiálem používaným při výrobě radlice bývá ocel, přední část je z jednoho nebo dvou dílů, přičemž spodní část, silně namáhaná, je skříňová s výstužnými žebry. Tloušťka plechu se pohybuje v rozmezí 10 až 20 mm. Ve spodní části je zakončena přišroubovaným nožem (břitem), který je z kvalitní oceli, vzdorující otěru, případně má ostří opatřeno návarem. Úniku zeminy do stran se dá zabránit bočními plechy nebo křídly. Pro plynulý odchod horniny po boku radlice, např. angledozeru, je nejvhodnější kruhový tvar o stálém poloměru zakřivení.

U angledozerů a u univerzálních dozerů je radlice uprostřed podepřena kulovým čepem v tlačném rámu a poloha je fixována vzpěrami nebo hydraulickými válci na bocích. Při lanovém ovládání musí mít radlice dostatečnou hmotnost, aby docházelo k jejímu zahloubení. [2]

U některých tiltdozerů se používá výstužná diagonální vzpěra což je masivní ocelová trubka, uvnitř které je přímočarý hydromotor, jehož uchycení na levé straně přední části nosiče a na pravé spodní části radlice umožňuje funkci tiltdozeru. [1]

Radlice je nesena dvěma tlačnými rameny u přímých dozerů. K ramenům je přichycena otočně pomocí šroubových vzpěr, případně hydraulických válců. Spolu s nosným mechanismem plní mechanismus ovládání následující úkoly:

- zvedá a spouští radlici
- mění úhel řezu
- natáčí radlici v horizontální rovině – angledozer
- natáčí radlici ve vertikální rovině – tiltdozer
- natáčí křídly u šípových radlic.

K přítlaku radlice je kromě vlastní tíhy využívána i síla přímočarých hydromotorů zvedání a spouštění nosného mechanismu. Tlaky v hydraulických obvodech ovládání se pohybují v rozmezí 12 – 18 MPa. Příkon hydrogenerátoru při plném zatížení činí až 20% výkonu motoru. [1]

4.3.1 Používané dozerové radlice

Rovné

Rovné radlice jsou nejčastěji používané, i když ztráty zeminy jsou největší. Snížení ztrát zeminy se dá dosáhnout hnutím v rýhách nebo součinností dvou vedle sebe jedoucích dozerů.

Lomená

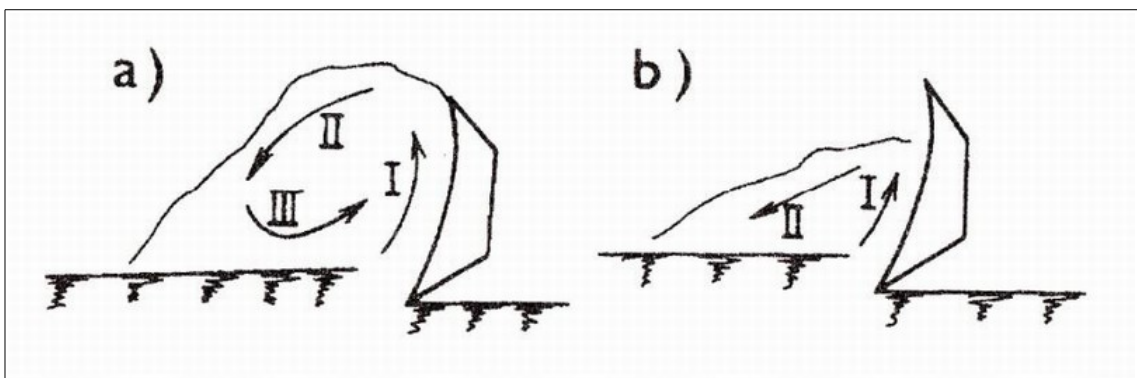
Radlice snižuje ztráty zeminy a zvyšuje objem hnuté zeminy. Je velmi tuhá, proto snese velké zatížení. Je výrobně složitější, proto je její pořizovací cena vyšší.

Radlice s bočními štíty

Boční štíty zvyšují výkonnost dozeru, svírají-li se směrem pojezdu úhel 45° . V této poloze však musí být výškově odsazeny tak, aby nebyly během těžení v činnosti (malá tuhost). Použití této radlice je praktické pro sypké a lehké materiály. [3]

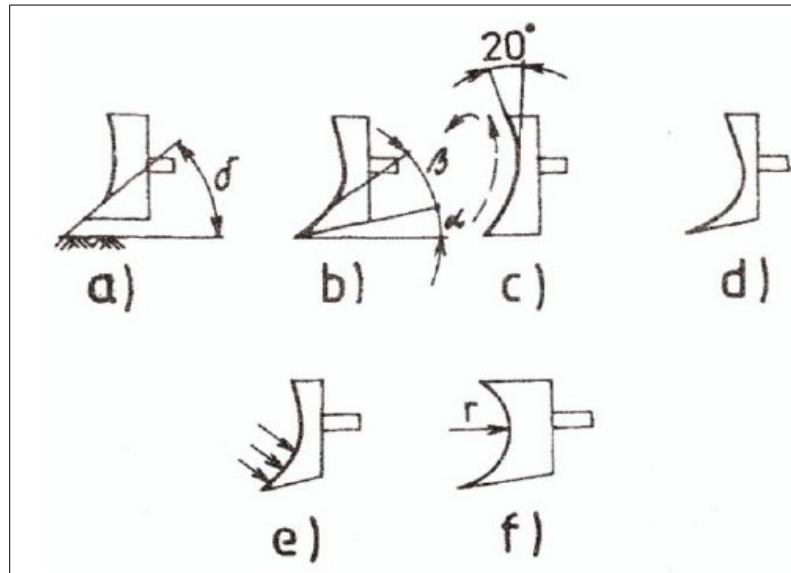
4.3.2 Kinematika pohybu horniny před radlicí

Na obrázku 8 je znázorněn pohyb horniny při rýpání radlicí v soudržné a sypké hornině. Soudržná hornina je v první fázi tlačena a nabíhá na radlici. Proud horniny je unášen vzhůru (fáze I) a je usměrněn povrchem zakřivené radlice, až se v její horní části zlomí (fáze II) a padá před radlici, odkud je pak odtlačen vzhůru (fáze III). Vytváří tak svitek. U sypké horniny vzniká stejný proud pohybující se vzhůru (fáze I), ale pro malou soudržnost zeminy je pak hornina hrnuta pod sypným úhlem až před radlicí (fáze II). [2]



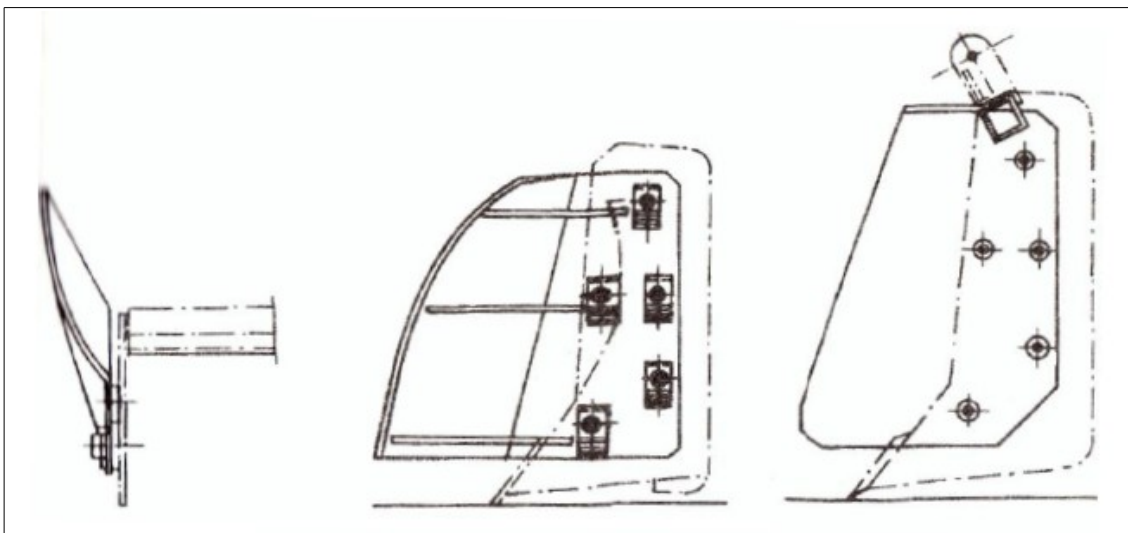
Obrázek 8 Pohyb zeminy při rýpání, a) soudržná zemina b) sypká zemina [2]

Radlici je třeba navrhnout tak, aby hrnula horninu s minimálním odporem, a aby se hornina na radlici nelepila. Tak tomu je při správném pohybu horniny před radlicí. Základní tvary radlic jsou na obrázku 9.



Obrázek 9 Konstrukční řešení dozerových radlic [2]

Radlice pro zahlubování (obr. 9a) dobře vniká do horniny, je-li řezný úhel δ do 60° . Radlice pro řezání tenkých třísek (obr. 2b) má řezný úhel menší a úhel hřbetu α se pohybuje v mezích 5° až 8° . Při malém úhlu hřbetu vzrůstá rypný odpor. Úhel ostří β musí být minimálně 25° s ohledem na životnost radlice. Řezný úhel je pak minimálně 30° až 38° , doporučuje se 42° až 60° a prakticky bývá v mezích od 50° do 55° . Tečna k hornímu zakřivení radlice má být skloněna vpřed asi o 20° (obr. 9c), aby se hornina obrátila, dobře plnila radlici, byla radlicí dobře držena a nenastávaly ztráty po stranách. Tomu odpovídá profil radlice na (obr. 9d), který horninu částečně nese. Únikům zeminy do stran se dá též zabránit bočními plechy nebo křídly (viz obrázek 10). Pro plynulý odchod horniny po boku radlice, např. u angledozeru, je nejvhodnější kruhový tvar radlice o stálém poloměru zakřivení (obr. 9f). Univerzální radlice vzniká kompromisem mezi tvary a) až f). [2]



Obrázek 10 Boční křídla radlic [2]

4.4 Konstrukce pracovního zařízení dozerů- rozrývač

Základní části rozrývače jsou: nosič pracovního zařízení, pracovní zařízení, rozrývací nůž. Obvyklé jsou čtyři varianty základní konstrukce rozrývačů montovaných na pásové nosiče:

- 1) Radiální rozrývač
- 2) Paralelogramový rozrývač
- 3) Nastavitelný paralelogramový rozrývač
- 4) Nastavitelný radiální rozrývač

ad 1) Radiální rozrývač

Nože jsou upevněny v otočném rámu, otáčejícím se kolem čepu na nosiči. Montuje se až 5 nožů na posuvný rám, takže je možné měnit hloubku řezu i jeho počáteční úhel řezu. Úhel řezu je vůči rámu stálý, není možné ho v průběhu pracovní operace přizpůsobit měnícím se podmínkám.

ad 2) Paralelogramový rozrývač

Nůž je umístěn ve vahadle paralelogramu, jehož poloha je hydraulicky ovládána z nosiče. Při rozrývání je možné udržovat stálý úhel řezu bez ohledu na hloubku rozrývání. Nevýhodou je, že při zahlubování nemá nůž vhodný úhel.

ad 3) Nastavitelný paralelogramový rozrývač

Jedná se o zlepšenou variantu předchozího typu. Kromě konfigurace paralelogramu umožňuje hydraulicky měnit nastavení nože. Vyrábí se v jednonožovém nebo vícenožovém provedení. Jednonožový rozrývač je vhodný do nejtěžších pracovních podmínek.

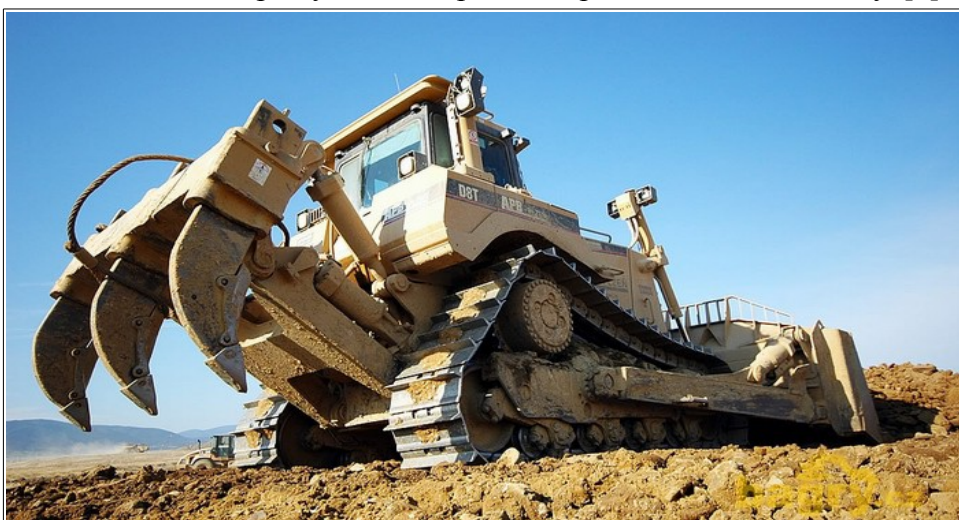
ad 4) Nastavitelný radiální rozrývač

Má výhody radiálních rozrývačů, navíc umožňuje změnu řezného úhlu během rozrývání ve větším rozsahu. V průběhu řezu je možná automatizace změny úhlu řezu s případnou optimalizací nastavení.

Používané rozrývací nože jsou přímé a zahnuté. Přímé nože jsou vhodnější pro pevné horniny a materiály, zahnuté pro méně pevné horniny, neboť kladou menší odpor při rozrývání. Stojna nože se zahnutou částí nože horninu nadzdvihuje a dále ji drtí.

Ostří nože je třeba chránit, aby se prodloužila jeho životnost. Proto se u nožů dělají buď vyměnitelné špičky nebo chrániče. Špičky nožů jsou tvarovány podle druhu horniny, pro kterou jsou určeny. Při rozrývání kompaktních a pevných hornin, málo nebo normálně abrasivních, jsou k použití krátké, střední a dlouhé zešíkmené špičky. Pro abrasivní horniny a materiály jsou určeny rovné špičky. Oba typy špiček jsou kované, dobře vnikají do horniny a samy se ostří. Všeobecně platí:

- krátké špičky – pro extrémní pracovní podmínky,
- střední špičky – pro normální pracovní podmínky,
- dlouhé špičky – pro málo pevné abrasivní horniny. [2]



Obrázek 11 Dozer s nastavitelný paralelogramový rozrývačem [3]

4.5 Konstrukce pracovního zařízení dozerů - naviják

Naviják je tvořen rámem, v němž je uchycen buben, na kterém je navinuto lano různého průměru a délky. Bývá umístěn vzadu na stroji.

- Naviják s ručním ovládním - jeho činnost se uskutečňuje ručně ovládanou brzdou a spojkou.
- Naviják se strojním ovládním - činnost navijáku se uskutečňuje hydraulicky nebo strojní spojkou a brzdou. [1]

4.6 Rozdělení dozerů podle velikostní kategorie

Dozery pracují v rozmanitých podmínkách a nacházejí uplatnění v širokém spektru pracovních operací. Proto je na trhu poptávka po rozmanitých velikostech dozeru. Z toho důvodu většina výrobců produkuje dozery v různých velikostních kategoriích (viz tabulka 3).

- Dozery velikostní kategorie I. až II. jsou určeny pro těžení hornin třídy 1 až 3, rozpojování horniny třídy 1 až 5 a přemísťování rozpojitelných hornin všech tříd podle ČSN 73 3050 hrnutím.
- Dozery velikostní kategorie IV. až VI jsou určeny pro těžení hornin třídy 1 až 4, rozpojování hornin třídy 1 až 6 a přemísťování rozpojitelných hornin všech tříd podle ČSN 73 3050. [1]

Tabulka 3 Velikostní rozdělení dozerů

Kategorie	Čistý výkon motoru [kW]	¹ Provozní hmotnost [kg]	Objem radlice [m ³]
I.	do 60	do 11 000	1,7-3,5
II.	61-110	do 18 000	3,5-6,2
III.	111-180	do 25 000	6,2-11,5
IV.	181-350	do 55 000	11,5-21,5
V.	351-500	do 70 000	21,5-34,5
VI.	nad 500	nad 70 000	nad 34,5

Zdroj: Celjak [1]

¹ Hmotnost základního stroje s pracovním zařízením dle specifikace výrobce, s obsluhou o hmotnosti 75kg, plnou palivovou nádrží a naplněnými mazacími soustavami, hydrauliky a chlazení

4.7 Porovnání pásových dozerů Caterpillar v závislosti na velikostní kategorii

V závislosti na velikostní kategorii jsou rozmanité i parametry dozerů. V tabulce 4 jsou uvedeny stroje firmy Caterpillar a jejich velikostní parametry pro představu tak, jak se od sebe liší jednotlivé velikostní kategorie nejen vzhledem k výkonu motoru, objemu radlice a hmotnosti, ale také rozměrů a dalších parametrů.

Tabulka 4 Parametry dozerů v závislosti na velikostní kategorii

Velikostní kategorie	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Typ dozeru	D3K	D6N	D7E	D9T	D10T	D11T
*)Provozní hmotnost [t]	8	16	27	48	66	98,5
Měrný tlak [kPa]	45	52	69	110	120	149
Motor						
Čistý výkon motoru [kW]	60	110	175	305	482	634
Celkový zdvihový objem motoru [cm ³]	4400	6600	9300	18100	27000	32100
Max. Rychlost [km/h]	10	10	10	15	15,8	16
Max. tažná síla [kN při 1km/h]	120 kN při 1km/h	320 kN při 3km/h		720 kN při 4km/h	1000,9 kN při 4km/h	1320Kn při 4km/h
Rozrývák						
Závěs	paralelogram	paralelogram	paralelogram	paralelogram	paralelogram	paralelogram
Počet zubů	3	3	3	1	1	1
Max. rypná hloubka[m]	0,35	0,5	0,65	1,25	1,49	1,6
Rozměry [m]						
Celková délka	4,3	6,0	7,0	8,5	9,3	10,5
Výška traktoru	2,7	3,0	3,4	4,0	4,3	4,7
Šířka traktoru	1,9	2,5	2,8	3,0	3,7	4,3
Šířka radlice	2,6	3,2	3,9	4,5	5,3	6,3
Výška radlice	0,9	1,2	1,4	1,9	2,1	2,8
Objem radlice [m ³]	1,5	3,5	5,16	16,5	22	34,4

Zdroj: Katalog Phoenix-Zeppelin [5]

4.8 Porovnání technických údajů dozerů velikostní kategorie III

Výrobci dozerů ve stejné velikostní kategorii, a téměř ve stejném výkonu motoru, mají rozdílné rozměry svých strojů. Tím je zajištěno optimální pokrytí trhu. Firmy si tak mohou vybrat stroj podle svých požadavků a téměř nemusejí dělat kompromisy ve svých požadavcích. Tabulka 5 porovnává čtyři dozery od hlavních výrobců pásových dozerů.

Tabulka 5 Porovnání pásových dozerů jednotlivých výrobců

Typ stoje	D65EX-15	D180C	D6T	PR 734
Výrobce	Komatsu	New Holland	Caterpillar	Liebherr
Provozní hmotnost [t]	22,1	21,3	21,0	22,8
Čistý výkon motoru [kW]	155	156	149	150
Max. rychlost [km/h]	12,9	13,1	14,6	neuveдена
Rozrývák				
Počet zubů	3	3	3	3
Max. rypná hloubka [m]	0,595	0,57	0,457	0,507
Rozměry [m]				
Celková délka	5,4	5,5	6,1	5,7
Výška traktoru	3,2	3,1	3,1	3,3
Šířka traktoru	1,9	2,25	2,6	3,0
Šířka radlice	3,5	3,3	3,2	3,4
Výška radlice	1,4	1,1	1,1	1,4
Objem radlice [m ³]	5,61	5,43	5,31	5,56
Typ podvozku	Turas	Turas	Delta	Turas

Zdroj: [5,10,11,12]

4.9 Porovnání kolových dozerů Caterpillar v závislosti na velikostní kategorii

V závislosti na vývoji trhu se vyvinuly i kolové dozery. Oproti pásovým jsou velmi pohyblivé, viz předchozí kapitoly. Stále existuje jen málo výrobců, kteří by kolové dozery nabízeli. Proto je v tabulce 6 přehled kolových dozerů firmy Caterpillar v závislosti na velikostní kategorii. Výrobce kolové dozery velikostní kategorie I. a II. nenabízí, neboť by jejich rozsah použití byl velmi malý díky malým výkonům.

Tabulka 6 Porovnání kolových dozerů Caterpillar

Typ stoje	814F	824H	834H	854G
Velikostní kategorie	IV.	IV.	V.	VI
Provozní hmotnost [t]	21,7	28,7	47,1	99,4
Čistý výkon motoru [kW]	189	299	413	597
Max. rychlost [km/h]	34,9	36,6	38,5	23,2
Rozměry [m]				
Celková délka	6,88	8,22	10,47	13,41
Výška traktoru	3,35	3,70	4,10	5,52
Šířka traktoru				
Šířka radlice	3,60	4,50	5,07	6,32
Výška radlice	1,1	1,23	1,46	2,18
Objem radlice [m ³]	2,66	4,67	7,9	25,4

Zdroj: Katalog Phoenix-Zeppelin [5]

5 Kompaktory

Kompaktory jsou zvláštním druhem dozerů. Jsou to samojízdné stroje na speciálním kolovém podvozku vybavené pracovním zařízením s radlicí a se zvláštními úpravami pracoviště operátora (nízká úroveň hluku a vibrací, přetlakový systém větrání a vytápění, klimatizace a těsnost kabiny) a podvozkových částí (dokonalé zakrytí chránící agregáty před poškozením). [1]

5.1 Technický popis kompaktoru

Kolový podvozek je tvořen ocelovými koly, jejichž obvodová plocha je vybavena speciálními výstupky pro drcení, hnětení a rozměňování materiálu. Kompaktor je vybaven zpravidla čtyřmi koly a řízení je realizováno kloubem.

Stroj nese prvky dozeru a sanitárního válce. Vzhledem k jiné oblasti využití je radlice a její mechanismus rozdílně provedený. Radlice je nižší a je v horní části opatřena mříží. Stroj není určen k rozpojování hornin, může ale být použit pro přesun hornin. Díky kinematice radlice a jejímu tvaru je zaručena zvýšená efektivita přesunu materiálu. Kompaktory mohou být vybaveny nakládací lopatou pro hnutí i další manipulaci s navezeným materiálem. [1] Oproti dozerům pro stavební práce je kompaktor vybaven ochrannými prvky, které zabráňují nashromáždění škodlivého materiálu v prostoru motoru a v dolní oblasti stroje. Chladicí systém je dimenzovaný pro ztížené podmínky pro nasazení na skládkách a lze ho snadno čistit. [5] Dále je zde kladen velký důraz na těsnost kabiny a na její systém větrání. Na skládkách je velký výskyt nebezpečných plynů, ale také různých parazitů, kteří by mohli obsluhu stroje po vdechnutí nebo po vniknutí do kabiny způsobit vážné zdravotní potíže. Kompaktory mají různé velikostní kategorie, stejně jako kolové dozery.

5.2 Předpokládané využití kompaktorů

Kompaktory jsou především určeny pro pracovní činnosti na skládkách komunálního odpadu. Díky svým ocelovým kolům materiál na skládkách drtí a částečně zhutňují materiál při rekultivacích skládek a omezeně pro provádění zemních prací.

Pracovní proces kompaktorů na skládkách komunálního odpadu zahrnuje:

1. současné rozhrnování, drcení a zhutňování materiálu, po kterém pojezdí;
2. při jízdě dochází k redukci materiálu o 60 - 70 % původního objemu na skládkách;
3. zvýšení objemové hmotnosti komunálního odpadu z 400 kg.m^{-3} na 1000 kg.m^{-3} .

Další možnosti pracovního nasazení kompaktorů jsou:

1. likvidace nežádoucích nárostů a potěžebních zbytků a jejich zpracování;
2. zahrnování redukovaného odpadu vrstvou jiného materiálu;
3. urovnávání krycího materiálu do konečné podoby pro setí.

Při výpočtu výkonnosti kompaktorů lze obecně postupovat jako u dozerů v případě shrnování radlicí a při rozprostírání horniny. Při zhutňování, resp. redukci objemu komunálního odpadu lze postupovat obdobně jako u válců. K tomu je potřeba znát šířky ocelových kol (běhouny válců). [1]



Obrázek 12 Kompaktor firmy Caterpillar [7]

6 Sběr dat pro stanovení skutečné výkonnosti dozerů

Data pro praktickou část práce byla sbírána na staveništích v okolí Českých Budějovic a Veselí nad Lužnicí. Mou snahou bylo nalézt rozmanitá staveniště s různými pracovními technologiemi. Proto, aby data mohla být důkladně a hlavně legálně nasbírána, bylo nutné navštívit stavební firmy a požádat je o možnost pozorování a natáčení. Stavební firmy samozřejmě mohou klást podmínky, které je třeba dodržovat. Obecné podmínky, které stavební firmy požadovaly, jsou:

- 1) neuvádět název firmy;
- 2) nasbíraná data používat pouze pro psanou bakalářskou práci;
- 3) obsluha dozerů musí o natáčení vědět;
- 4) příchod na staveniště nahlásit odpovědné osobě, obvykle stavbyvedoucímu;
- 5) na stavbě se pohybovat s reflexní vestou;
- 6) na stavbě se pohybovat s maximální opatrností, vyvarovat se nebezpečných míst a pracovních prostorů strojů;
- 7) odchod ze staveniště nahlásit odpovědné osobě.

Pozorování a sběr dat byly realizovány v různých klimatických podmínkách, tj. déšť, vítr, slunečno. Práce dozerů byla měřena v různých časech pracovního dne, aby bylo zjištěno, zda se výrazně projevuje únava obsluhy na výkonnosti dozeru. Samozřejmě toto pozorování nemůže být prováděno u každé stavby a v delším časovém rozsahu než jeden týden, protože podloží na stavbách často není homogenní v celém rozsahu.

U některých pracovních operací závisela časová náročnost práce nejen na obsluze dozeru a výkonnosti dozeru, ale také na ostatních členech stavby a jejich kvalitě odvedené práce. Například při rozhrnování horniny, kdy je hornina na staveniště dopravována nákladními vozidly, může dojít ke snížení výkonnosti dozeru kvůli prostojům při čekání na nákladní vozidlo, které se opozdilo v důsledku dopravní situace. Na tento problém by mělo být myšleno a měli bychom tedy navázat dostatečné množství materiálu tak, aby nedocházelo k prostojům stroje.

7 Staveniště Okružní ulice

Staveniště se nachází v blízkosti křižovatky Okružní ulice a Pražské ulice v Českých Budějovicích. V blízkém okolí se nachází firma Mane a Porsche České Budějovice. Během července a srpna roku 2013 došlo k vyměření pozemků a v září téhož roku začalo budování stavby. Staveniště je rozděleno na dva úseky, které jsou rozděleny Okružní ulicí. Na pozemku, který se rozkládá na jižní straně ulice blíže do města, byla stavba zahájena již v létě roku 2013. Tento pozemek vyžadoval úpravu v podobě přeložek elektrického vedení mimo plochu stavby. Druhá část stavby se nachází na severní straně ulice a její druhý konec je ohraničen rybníkem Světlík. Tento rybník se využívá pro sportovní rybolov a má pouze jeden přítok, proto nedochází k jeho rozvodnění a podmáčení okolí. Měření probíhalo pouze na severní části stavby, jelikož jeho jižní část byla v povrchových a rozměrových podmínkách totožná, takže by výsledky měření byly totožné maximálně rozdílné o několik málo desetin procenta. Pozemek byl využíván pro pěstování píce pro dobytek, nebyl zde problém s přípravou budoucího staveniště v podobě strhávání zbylých budov či rozrušování náletů apod. Důležité je poznamenat, že pozemek se nachází v rovinaté oblasti s nulovým svahem. Dozery, které byly na stavbu přivezeny nakladači, mohly bez problému začít s vykopávkou s vodorovným přemístěním výkopu. Stroje odebíraly třísku 0,15 m na vzdálenosti 80 m. Zemina byla nahrnována na severní okraj pozemku dále od ulice, kde byly vytvořeny haldy. Návrat dozeru na výchozí pozici byl realizován zpětným chodem se zdviženou radlicí.

7.1 Stroje na staveništi

Na stavbě pracovaly dva pásové dozery firmy Komatsu (viz tabulka 7) velikostní kategorie III. Dozery daného typu používají rovnou radlici PAT. Radlice, nemusí být na transport vozem šířky do 3 metrů sundávána, protože ji lze rozložit. Během práce pak dosahuje šíře radlice 3,8 m. Stroje byly na stavbu vybrány i pro své podvozky, kde přední vodící kolo je posunuto směrem vpřed, čímž je zvětšena délka styčné plochy pásu se zemí. Tím je zlepšena rovnováha stroje, stejně jako jsou zlepšeny záběrové vlastnosti stroje. Zmíněné provedení stroje umožňuje jeho nejlepší skrývkovací výkony.

Tabulka 7 Rozměry a technické údaje dozerů pracujících na staveništi Okružní ulice

	Komatsu D61 EX-15	Komatsu D 65 EX-15
Výkon motoru [kW]	127	155
Objem radlice [m ³]	3,800	5,610
Radlice- šířka x výška [m]	3,275 x 1,200	3,460 x 1,425
Max. zdvih nad zemí [m]	1,025	1,102
Max. rypná hloubka [m]	0,580	0,440
Provozní hmotnost [kg]	17 350	21 020
Maximální pojezdové rychlosti [km.h ⁻¹]		
1 vpřed	3,2	3,3
2 vpřed	5,6	6,3
3 vpřed	8,7	10,1
1 vzad	4,3	4,4
2 vzad	7,2	8,2
3 vzad	11,0	12,9

Zdroj: Katalog Phoenix-Zeppelin [5]

7.2 Kvalita horniny staveniště

Na pozemku se nachází hornina druhé třídy rozpojitelosti soudržné tuhé konzistence. Při mírném dešti se zemina stává lepivá a ulpívá na radlici dozeru. Zároveň dochází k prokluzu pásu dozeru a zvyšují se tak ztráty. Jelikož zemina byla využívána pro zemědělské účely, nejsou zde velké kameny, které by bránily plynulému odřezávání třísky. Část zeminy se odváží nakladači a využívá se pro pěstování plodin. Zbytek zeminy zůstává na pozemku a bude dále využit pro vytvoření okolí budoucích staveb.

7.3 Naměřené hodnoty

Tabulka 8 Naměřené hodnoty v dobrých klimatických podmínkách

Komatsu D61	t₁ = doba těžení [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]	Komatsu D65	t₁ = doba těžení [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]
Začátek pracovní směny	123,2	47,3	Začátek pracovní směny	125,0	52,4
Během pracovní směny	124,8	47,8	Během pracovní směny	126,2	52,4
Konec pracovní směny	123,3	47,2	Konec pracovní směny	126,2	53,0
Průměr hodnot	123,8	47,4	Průměr hodnot	125,8	52,6

Tabulka 9 Naměřené hodnoty za zhoršených klimatických podmínek

Komatsu D61	t₁ = doba těžení [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]	Komatsu D65	t₁ = doba těžení [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]
Začátek pracovní směny	149,7	55,2	Začátek pracovní směny	152,8	62,2
Během pracovní směny	150,4	55,8	Během pracovní směny	153,2	62,4
Konec pracovní směny	149,9	56,0	Konec pracovní směny	154,0	62,7
Průměr hodnot	150,0	55,6	Průměr hodnot	153,3	62,4



Obrázek 13 Práce strojů na staveništi Okružní ulice

8 Staveniště Homole

Pozemek na kterém byly použity dozery se nachází na okraji obce Homole. Tato obec se nachází přibližně 6 km od Českých Budějovic směrem na Český Krumlov. Stavba se začala realizovat v létě 2013 a nyní se již zde nachází vybudovaná hala.

Místo, kde dozery pracovaly bylo svažité, jejich pracovní operace spočívala ve skrývce ornice. Původně zde byla půda využívána pro pěstování řepky olejné, proto zde nebyl problém s úpravou terénu před započítím samotné skrývky ornice. Jelikož se stavba nachází v blízkosti obce a je zde zvýšené riziko vstupu neoprávněných osob, jako například dětí z přilehlé školy, je celá stavba oplocena. Tím je zvýšený nárok na obsluhu dozerů, musí se pohybovat ve vymezeném prostoru a svou práci odvádět se zvýšenou přesností, aby nedošlo k poškození oplocení.

Vzhledem ke svažitému terénu projektant rozhodl o nakypování ornice pod svahem. Toto rozhodnutí bylo nutné pro zlepšení ekonomických podmínek, zvýšení výkonnosti dozeru, a tím došlo k snížení časových intervalů. Jelikož se část ornice bude odvázet, je toto rozhodnutí výhodné i vzhledem k dalším pracovním operacím jako např. odvoz zeminy. Spodní část stavby se totiž nachází nejbližší k hlavní silnici č. 143, která je využita nákladními vozidly pro odvoz zeminy na místo určení.

Stroje na této stavbě odebíraly třísku 0,35m na vzdálenosti 20 metrů dalších 40 metrů zeminu hrnuly. Návrat na výchozí pozici byl realizován zpětným chodem se zdviženou radlicí.

8.1 Kvalita horniny na staveništi

Staveniště se rozprostírá na části pole, které bylo využíváno pro pěstování řepky olejné. Hornina je zde třídy rozpojitelosti 1- soudržné měkké konzistence (viz. legenda). Díky této zemině a svažitosti terénu se teoreticky zvyšuje výkonnost dozeru při těžení a hnutí, při cestě do kopce na výchozí místo cyklu může docházet k prokluzu, časový průběh se může zpomalit a tím klesá celková výkonnost stroje. Část zeminy je použita pro rekultivaci okolí stavby a část je odvážena nákladními vozidly.

8.2 Stroje na staveništi

Na staveništi pracoval dozer od firmy Komatsu (viz tabulka 9) velikostní kategorie II. Tento dozer byl na stavbě spolu s dalším dozerem stejného výrobce a typu. Měření bylo provedeno pouze na jednom stroji, na němž pracovala stejná obsluha. Stroj Komatsu D41E-6 má ploché dno podvozku, tím je zajištěna dobrá manévrovatelnost a stabilita v měkkém a rozbředlém terénu. Díky řešení podvozku dozeru se zabraňuje i usazování nánosů pod rámem. Stroj byl na stavbu vybrán kvůli dobré manévrovatelnosti a malým rozměrům, díky kterým se na oploceném staveništi může pohybovat rychleji a přesněji.

Tabulka 10 Charakteristika stroje na staveništi Homole

	Komatsu D4E-6
Celkový výkon motoru [kW]	82
Objem radlice [m ³]	2,9
Radlice- šířka x výška [m]	3,350x1,060
Max. zdvih nad zemí [m]	1,010
Max. rypná hloubka [m]	0,490
Provozní hmotnost [kg]	11,880
Maximální pojezdové rychlosti [km.h ⁻¹]	
1 vpřed	2,4
2 vpřed	4,4
3 vpřed	7,6

1 vzad	3,0
2 vzad	5,5
3 vzad	9,4

Zdroj: <http://www.kuhn-mt.cz> [10]

8.3 Naměřené hodnoty

Tabulka 11 Naměřené hodnoty v dobrých klimatických podmínkách

		$t_1 = \text{doba těžení [s]}$	$t_2 = \text{doba hrnutí [s]}$	$t_3 = \text{doba zpáteční jízdy [s]}$
Začátek směny	pracovní	32,2	68,3	40,1
Během směny	pracovní	34,5	68,9	42,5
Konec směny	pracovní	31,5	68,0	39,5
Průměr hodnot		32,7	68,4	40,7

Tabulka 12 Naměřené hodnoty za zhoršených klimatických podmínek

		$t_1 = \text{doba těžení [s]}$	$t_2 = \text{doba hrnutí [s]}$	$t_3 = \text{doba zpáteční jízdy [s]}$
Začátek směny	pracovní	39,2	76,1	47,3
Během směny	pracovní	39,1	76,5	47,2
Konec směny	pracovní	38,9	76,4	48,8
Průměr hodnot		39,0	76,3	47,7

9 Staveniště Veselí nad Lužnicí

Staveniště ležící na jihovýchodě Veselí nad Lužnicí patří do tzv. IV. Koridoru „Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí, II. část úsek Horusice – Veselí nad Lužnicí“.

V současné době probíhá modernizace úseku 4. tranzitního železničního koridoru, který směřuje z Děčína státní hranice přes Prahu, Benešov a Tábor do Českých Budějovic a do Horního Dvořiště státní hranice. Jedná se o úsek Horusice – Veselí nad Lužnicí, celková délka stavby je 4,964 km. Modernizace trati přinese zdvoukolejnění současné jednokolejné trati, zdvojnásobí přepravní kapacitu, a díky zvýšení rychlosti jízdy až na 160 km/h zkrátí jízdní doby vlaků. [8] Na tomto staveništi bylo zde pozorováno rozhrnování lehce rozpojitelného materiálu – štěrku s menšími balvany. Staveniště bylo již předem připraveno předchozími operacemi a svažitost terénu byla nulová.

Pracovní proces probíhal tím způsobem, že na okraj stavby v blízkosti cesty byl průběžně navážen štěrk, který dozer odebíral a rozprostíral na dané ploše. V celém pracovním procesu neprobíhaly prostoje, které by snižovaly efektivitu práce. Nákladní automobily se sklopnou korbou plynule přivázely štěrk a postupně ho skládaly z korby. Dozer svým rozprostíráním a ježděním postupně zhutňoval štěrk. Finální zhutnění provedl válec, který pracoval na ploše, kde byl štěrk rozvrstven v požadované vrstvě.

9.1 Stroje na staveništi

Na staveništi pracoval dozer Caterpillar D6N XL velikostní kategorie II. Dozer je na podvozku verze XL, který má dobré vlastnosti při práci v tvrdém i měkkém terénu, dále tento typ podvozku slouží pro finální úpravy terénu, protože jsou vybaveny tužším příčným vahadlem. Stoj je vybaven systémem AccuGrade, který umožňuje provádět zahrnování a zářezy s velkou přesností bez vymezení kolíky a strunami. AccuGrade využívá globální navigační systém, který sleduje stroj a v kabině zobrazuje informace o nadmořské výšce a umožňuje tím dosáhnout správného polohování radlice.[9]

Tabulka 13 Charakteristika stroje na staveništi Veselí nad Lužnicí

	Caterpillar D6N
Výkon motoru [kW]	110
Radlice	
Objem radlice [m ³]	4,28
Šířka [m]	3,15
Výška [m]	1,25
Provozní hmotnost [t]	16
Maximální pojízdné rychlosti [km.h ⁻¹]	
1,5 vpřed	3,1
2 vpřed	4,6
2,5 vpřed	5,7
3 vpřed	7,5
3,5 vpřed	10,0
1,5 vzad	3,1
2 vzad	5,1
2,5 vzad	6,4
3 vzad	8,5
3,5 vzad	11,6

Zdroj: Katalog Phoenix-Zeppelin [5]

9.2 Naměřené hodnoty

Práce dozerů byla natáčena na videokameru a časy byly měřeny stopkami. Bylo měřeno vždy deset pracovních cyklů dozeru, které byly následně zprůměrovány a jsou uvedeny v tabulce 14. Délka hnutí materiálu byla konstantní, tj. 13,5 m. Následná cesta zpět na výchozí místo byla realizována zpětným chodem se zdviženou radlicí, popřípadě na místo před nově navezenou hromadou, následným spuštěním radlice a opětovným hnutím. Na obrázku 14 je vidět staveniště před započítím prací a v průběhu práce.

Tabulka 14 Naměřené hodnoty v dobrých klimatických podmínkách

	t₂ = doba hrnutí [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]
Začátek pracovní směny	14	10
Během pracovní směny	15	9
Konec pracovní směny	14	11
Průměr hodnot	14,3	10

Tabulka 15 Naměřené hodnoty za zhoršených klimatických podmínek

	t₂ = doba hrnutí [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]
Začátek pracovní směny	16	10
Během pracovní směny	17	11
Konec pracovní směny	16	11
Průměr hodnot	16,3	10,6



Obrázek 14 Staveniště před započítím výstavby a v průběhu stavby

10 Staveniště Nové Hodějovice

Narůstající doprava v Českých Budějovicích se stává neúnosnou, proto se připravují nebo jsou již realizovány projekty, které mají dopravu z centra města odklonit. Staveniště v Nových Homolích spadá do realizovaného projektu, kterým je výstavba tzv. zanádražní komunikace a podjezd pod kolejištěm. Stavba této komunikace je chápána jako strategicky důležitá a naléhavá, a proto patří podle územního plánu k investičním záměrům s nejvyšší prioritou. [13] Staveniště Nové Hodějovice spadá do tzv. 3. a 4. etapy budování a jedná se o přeložky silnic II/156 a II/157.

Konkrétní měření bylo realizováno na přeložce silnice II/156 (ulice Novohradská), kde se přeložka nacházela na území zemědělsky nevyužívaném. V blízkosti staveniště leží nejen komunikace spojující České Budějovice s Trhovými Svinými, ale také rodinné domy a hypermarket. Zároveň stavbu protíná potok, který musí být zachován, a jsou zde nároky na jeho dobrý průtok i během stavby, neboť při deštích odvádí vodu z nedalekých polí. Obsluha dozeru proto musí být výrazně obezřetná, aby nedošlo k rozhrnutí zeminy do silnice, zahrad rodinných domů, parkoviště hypermarketu a koryta potoku. Na stavbu byla zemina 2. třídy rozpojitelnosti přivážena nákladními vozidly, které ji složily dle pokynů stavbyvedoucího. Obsluha dozeru ji posléze rozhrnovala na patřičná místa v dané vrstvě.

10.1 Stroje na staveništi

Na staveništi pracoval jeden pásový dozer firmy Komatsu III. velikostní kategorie. Stručná charakteristika dozeru je uvedena v tabulce č.15, jsou zde i pojezdové rychlosti, kterých je možno dosáhnout při zařazení převodu. Tento typ pásového dozeru pracoval již na staveništi Okružní ulice, kde byl použit pro skrývku ornice. Na této stavbě mu byl ponechán stejný typ radlice, ale stroj byl vybaven nivelačním systémem. Díky tomuto systému si je obsluha dozeru vědoma toho, v jaké vrstvě a v jakém skonu má pracovat. Tím se zvýší přesnost celého rozhrnování.

Tabulka 16 Charakteristika stroje na staveništi Nové Hodějovice

	Komatsu D61 EX-15
Výkon motoru [kW]	127
Objem radlice [m ³]	3,800
Radlice- šířka x výška [m]	3,275 x 1,200
Max. zdvih nad zemí [m]	1,025
Max. rypná hloubka [m]	0,580
Provozní hmotnost [kg]	17 350
Maximální pojezdové rychlosti [km.h ⁻¹]	
1 vpřed	3,2
2 vpřed	5,6
3 vpřed	8,7
1 vzad	4,3
2 vzad	7,2
3 vzad	11,0

Zdroj: <http://www.kuhn-mt.cz> [10]

10.2 Naměřené hodnoty

Realizace práce dozerů byla natáčena a měřena stopkami. Deset pracovních cyklů dozeru bylo následně zprůměrováno. (uvedeno v tabulce 17). Vzdálenost, po kterou dozer hrnul materiál, byla proměnlivá, proto i měření bylo náročnější, především kvůli co nejpřesnějšímu změření vzdálenosti, na které dozer pracoval. Práce probíhaly v dobrých klimatických podmínkách.

Tabulka 17 Naměřené časy na staveništi Nové Hodějovice

	t₂ = doba hrnutí [s]	t₃ = doba zpáteční jízdy [s]
Vzdálenost 16,5m		
Během pracovní směny	26	17
Konec pracovní směny	26	18
Průměr časů	26	17,5
Vzdálenost 9,7 m		
Během pracovní směny	16	13
Konec pracovní směny	19	12
Průměr časů	17,5	12,5

12 Faktory ovlivňující výkonnost dozerů

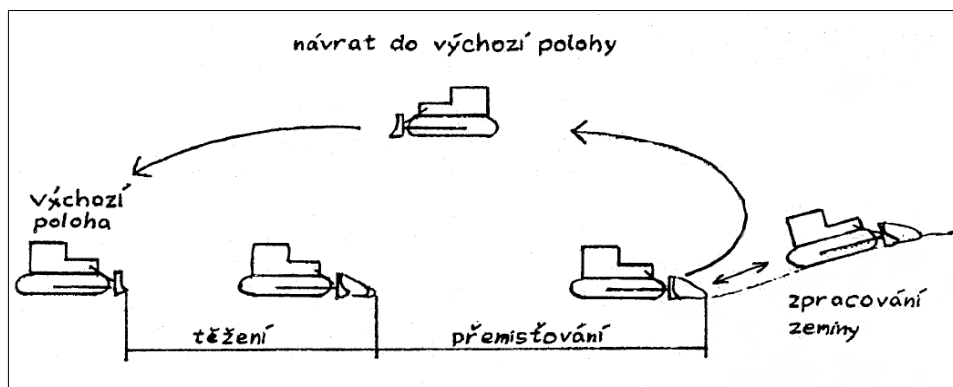
Dozer je cyklicky pracující stroj, který pracuje především ve venkovních podmínkách při různém druhu terénu. Obsluha, která stroj obsluhuje, není vždy v absolutní koncentraci.

12.1 Teoretický pracovní cyklus

Teoretický pracovní cyklus je souhrn pracovních úkonů, které stroj vykoná od zahájení pohybu pracovního zařízení až po jeho opětovné vrácení do výchozí polohy.[1] Tento pracovní cyklus je vyobrazen na obrázku 15 a zahrnuje následující operace:

- 1) těžení horniny odebráním třísky až do využití maximální kapacity radlice;
- 2) přemístění horniny hrnutím před radlicí na předem stanovenou vzdálenost;
- 3) nahrnutí horniny na hromadu nebo její zplanýrování na předem určené ploše;
- 4) návrat do původního postavení a nastavení radlice do výchozí polohy.

Během měření doby teoretického pracovního cyklu se stroj pohybuje maximální možnou rychlostí. Rozhodující vliv na dobu jednoho cyklu bude mít vzdálenost, na kterou je zemina přemísťována - provozní vzdálenost. Pokud je v technických údajích o stroji uveden čas jednoho cyklu, je nutné znát, pro jakou provozní vzdálenost platí.



Obrázek 15 Teoretický pracovní cyklus dozeru [5]

12.1.1 Výpočet teoretického pracovního cyklu

Výpočet teoretické výkonnosti traktorů s dozerovým pracovním zařízením vychází z následujících předpokladů:

- a) stroj pracuje nepřetržitě celou hodinu;
- b) stroj těží a zpracovává horninu o objemové hmotnosti 1370 kg.m^{-3} ;
- c) součástí poháněcí soustavy je převodovka Power Shift, která umožňuje řazení pod zatížením;
- d) pracovní zařízení je hydraulicky ovládané;
- e) součinitel adheze má minimální hodnotu 0,5 pro pásové dozery a 0,4 pro kolové dozery (každé zmenšení součinitele adheze o 0,01 pod uvedenou hranici, znamená u kolového dozeru snížení výkonnosti o 4%). [1]

Teoretická výkonnost se vypočítá pouze na základě známých rozměrů radlice a teoretických pracovních rychlostí ze vztahu: [1]

$$Q = \frac{3600}{T_c} \cdot V_{max} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde:

T_c - doba pracovního cyklu [s]

V_{max} - maximální objem hrnutého hranolu [m^3]

$V_s = 0,8 \cdot W \cdot H'^2$ (přímý nebo angledozer)

$V_u = V_s + Z \cdot H' \cdot (W - Z) \cdot \text{tg } \alpha$ (objem radlice s bočními křídly)

kde:

W - šířka radlice [m]

H' - účinná výška radlice [m]

Z - délka křídel měřená paralelně s šířkou radlice [m]

α - úhel křídel [°]

12.1.2 Doba pracovního cyklu stroje

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 \quad [\text{s}]$$

kde:

$$t_1 = \text{doba těžení} \quad t_1 = \frac{L_1}{v_1} \quad [\text{s}]$$

L_1 - dráha těžení [m]

v_1 - rychlost jízdy při těžení [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

$$t_2 = \text{doba hnutí} \quad t_2 = \frac{L_2}{v_2} \quad [\text{s}]$$

L_2 - dráha hnutí [m]

v_2 - rychlost hnutí [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

$$t_3 = \text{doba zpáteční jízdy} \quad t_3 = \frac{L_3}{v_3} \quad [\text{s}]$$

$L_3 = L_1 + L_2$ - dráha zpáteční jízdy [m]

v_3 - rychlost jízdy zpět (zpravidla zpětný chod) [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]

Rozbor jednotlivých dílčích časových úseků:

a) Doba těžení - nejvýhodnější hnutí probíhá při rychlosti 2 až 3 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Dráha těžení - L_1 závisí na rypných odporech horniny, hloubce těžení. Dosahuje přibližně délky 10 metrů.

b) Doba hnutí - představuje v pracovním cyklu nejdelší úsek. Do doby hnutí se započítává i případné rozprostírání zeminy na místě uložení. Pracuje se vždy při stejné rychlosti jízdy jako u těžení.

c) Doba zpáteční jízdy - je dána součtem dráhy těžení a dráhy hnutí a protože obvykle nepřesahuje délku 60 metrů, je časově, i s ohledem na životnost stroje, výhodnější provádět zpětný pojezd couváním. [1]

12.2 Provozní výkonnost

Provozní výkonnost je teoretický pracovní cyklus, ale při výpočtech je zde přihlíženo k mnoha aspektům, mezi které patří:

- kvalifikace obsluhy;
- vliv horniny;
- vliv prostředí;
- vliv časového využití stroje;
- vliv okolního terénu;
- vliv ztrát horniny únikem do stran.

K těmto vlivům jsou přiřazeny opravné koeficienty (viz tabulka 18). Tyto koeficienty snižují nebo zvyšují provozní výkonnost dle prostředí, ve kterém je uvažována práce stroje.

Tabulka 18 Hodnoty opravných koeficientů pro výpočet provozní výkonnosti dozerů

	Hodnocení	Pásový dozer	Kolový dozer
k_o - koeficient kvalifikace obsluhy	výtečná	1	1
	průměrná	0,75	0,60
	podprůměrná	0,60	0,50
k_t - koeficient vlivu horniny	lehce rozpojitelná 1. a 2. tř.	1,2	1,2
	těžce rozpojitelná 4. třída	0,75	0,75
	přílnavá, lepivá	0,80	0,80
	rozrývaná, kámen	0,70	
k_p - koeficient vlivu prostředí	dobrá	1	1
	mlha, šero, déšť, sněžení	0,80	0,80
k_č - koeficient časového využití	60 minut	1	1
	50 minut	0,83	0,83
	45 minut	0,67	0,67

Zdroj: Celjak [1]

V souvislosti s opravnými koeficienty pro dozery je nutné pamatovat i na situaci, kdy stroj pracuje na podélném svahu a jeho výkonnost ovlivňuje odpor stoupání. V následující tabulce 16 je tato skutečnost vyjádřena pomocí koeficientu úhlu svahu k_s .

Tabulka 19 Koeficienty úhlu svahu

Svah (%)	k _s – koeficient svahu	Svah (%)	k _s – koeficient svahu
-30	1,60	+30	0,29
-25	1,51	+25	0,40
-20	1,43	+20	0,56
-15	1,32	+15	0,69
-10	1,22	+10	0,79
-5	1,15	+5	0,90
0	1,00	0	1,00

Zdroj: Celjak [1]

12.2.1 Výpočet provozní výkonnosti

Při výpočtech provozní výkonnosti se musí přihlížet ke ztrátám, vyvoláným aspekty, které jsou popsány výše.

$$Q_p = Q \cdot k_z \cdot k_t \cdot k_o \cdot k_p \cdot k_s \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde:

k_z - koeficient zahrnující ztráty hornin únikem do stran radlice

(k_z = 1 - 0,005 · L₂, kde L₂ je délka dráhy hnutí horniny v metrech) [1]

12.3 Pracovní výkonnost

Pracovní výkonnost zahrnuje vedle skutečných pracovních podmínek také vliv časového využití stroje. Je to výkonnost praktická a lze ji využít při časových a nákladových kalkulacích. [1]

12.3.1 Výpočet pracovní výkonnosti

Pracovní výkonnost je dána následujícím vztahem:

$$Q_s = Q_t \cdot k_\varepsilon \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde:

k_ε - koeficient časového využití

Koeficient časového využití je opravný koeficient, který souvisí s mnoha faktory, ovlivňující činnost stroje, například:

- a) charakteristika práce stroje a technický stav stroje;
- b) konkrétní (převažující) podmínky na stavbě;
- c) organizace práce (začlenění do technologického uzlu) a osobnostní profil operátora;
- d) operativnost servisu stroje.

Uvažuje se, že stroj teoreticky pracuje 60 minut. Prakticky je to méně (stroj „ztrácí čas určený pro práci“) například o 10 minut. Tuto dobu neplní účely, pro které je přítomen na stavbě (rýpadlo nerýpe, nakladač nenakládá, dozer nepřemísťuje horninu).

[1]

13 Výpočet skutečných výkoností dozerů z nasbíraných dat a teoretických výkoností

Při porovnávání skutečné pracovní výkonosti a teoretické pracovní výkonosti dostáváme velké rozdíly. V teoretické výkonosti nejsou započítány žádné koeficienty, které v reálné praxi obsluhu dozeru a dozer samotný velmi ovlivňují. Pro přesnější porovnávání výkoností přepočítáváme teoretickou výkonost na provozní výkonost. Zde jsou již započítány koeficienty (viz. tabulka 18 a 19). Tyto koeficienty byly zvoleny s ohledem na danou situaci na stavbě a při konzultování s obsluhou dozeru a vedením stavby.

13.1 Staveniště Okružní ulice

Pro výpočet byla použita data z kapitoly 7 Staveniště okružní ulice.

Výpočet skutečné a teoretické výkonosti dozeru Komatsu D61 EX-15 za dobrých klimatických podmínek

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_1 + t_3 = 123,8 + 47,4 = 171,2 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 3,8}{171,2} = 79,9 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{80}{0,89} = 89,9 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{80}{3,1} = 25,8 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_1 + t_3 = 89,9 + 25,8 = 115,7 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 3,8}{115,7} = 118,2 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{provozní}} = Q_{\text{teoretické}} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{provozní}} = 118,2 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1 = 88,3 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru Komatsu D61 EX-15 za zhoršených klimatických podmínek

$$Q_{\text{skutečná}} = \frac{3600 \cdot V}{T_{\text{naměřené}}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{\text{naměřené}} = t_1 + t_3 = 150,0 + 55,6 = 205,6 [s]$$

$$Q_{\text{skutečná}} = \frac{3600 \cdot 3,8}{205,6} = 66,5 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{teoretická}} = \frac{3600 \cdot V}{T_{\text{teoretické}}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{80}{0,89} = 89,9 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{80}{3,1} = 25,8 [s]$$

$$T_{\text{teoretické}} = t_1 + t_3 = 89,9 + 25,8 = 115,7 [s]$$

$$Q_{\text{teoretická}} = \frac{3600 \cdot 3,8}{115,7} = 118,2 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{provozní}} = Q_{\text{teoretické}} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{provozní}} = 118,2 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1 = 70,6 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Tabulka 20 Shrnutí výsledků staveniště Okružní ulice pro dozer Komatsu D61 EX-15

Komatsu D61 EX-15	Dobré klimatické podmínky	Zhoršené klimatické podmínky
Q skutečná [$m^3 \cdot h^{-1}$]	79,9	66,5
T naměřený[s]	171,2	205,6
Q teoretická [$m^3 \cdot h^{-1}$]	118,2	118,2
T teoretický [s]	115,7	115,7
Q teoretická provozní [$m^3 \cdot h^{-1}$]	88,3	70,6

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru Komatsu D65 EX-15 za dobrých klimatických podmínek

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_1 + t_3 = 125,8 + 52,6 = 178,4 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 5,61}{178,4} = 113,2 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{80}{0,92} = 86,9 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{80}{3,58} = 22,3 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_1 + t_3 = 86,9 + 22,3 = 109,2 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 5,61}{109,2} = 184,9 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\dot{c}} \cdot k_s = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = 184,9 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1 = 138,1 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru Komatsu D61 EX-15 za zhoršených klimatických podmínek

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_1 + t_3 = 153,3 + 62,4 = 215,7 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 5,61}{215,7} = 93,6 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{80}{0,92} = 86,9 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{80}{3,58} = 22,3 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_1 + t_3 = 86,9 + 22,3 = 109,2 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 5,61}{109,2} = 184,9 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = 184,9 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1 = 110,5 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Tabulka 21 Shrnutí výsledků staveniště Okružní ulice pro dozer Komatsu D65 EX-15

Komatsu D65 EX-15	Dobré klimatické podmínky	Zhoršené klimatické podmínky
Q skutečná [m ³ .h ⁻¹]	113,2	93,6
T naměřený[s]	178,4	215,7
Q teoretická [m ³ .h ⁻¹]	184,9	184,9
T teoretický [s]	109,2	109,2
Q teoretická provozní [m ³ .h ⁻¹]	138,1	110,5

13.2 Staveniště Homole

Pro výpočet byla použita data z kapitoly 8 Staveniště Homole.

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru za dobrých klimatických podmínek

$$Q_{\text{skutečná}} = \frac{3600 \cdot V}{T_{\text{naměřené}}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{\text{naměřené}} = t_1 + t_2 + t_3 = 32,7 + 68,4 + 40,7 = 141,8 [s]$$

$$Q_{\text{skutečná}} = \frac{3600 \cdot 2,9}{141,8} = 73,6 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{teoretická}} = \frac{3600 \cdot V}{T_{\text{teoretické}}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{20}{0,67} = 29,85 [s]$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{40}{0,67} = 59,70 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{60}{2,61} = 22,99 [s]$$

$$T_{\text{teoretické}} = t_1 + t_2 + t_3 = 29,85 + 59,70 + 22,99 = 112,54 [s]$$

$$Q_{\text{teoretická}} = \frac{3600 \cdot 2,9}{112,54} = 92,76 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{\text{provozní}} = Q_{\text{teoretické}} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s \cdot k_z = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$k_z = 1 - 0,005 \cdot L = 1 - 0,005 \cdot 60 = 0,7$$

$$Q_{\text{provozní}} = 92,76 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1,22 \cdot 0,7 = 78,9 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru za zhoršených klimatických podmínek

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_1 + t_2 + t_3 = 39,0 + 76,3 + 47,7 = 163 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 2,9}{163} = 64,05 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_1 = \frac{L_1}{v_1} = \frac{20}{0,67} = 29,85 [s]$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{40}{0,67} = 59,70 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{60}{2,61} = 22,99 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_1 + t_2 + t_3 = 29,85 + 59,70 + 22,99 = 112,54 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 2,9}{112,54} = 92,76 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s \cdot k_z = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$k_z = 1 - 0,005 \cdot L = 1 - 0,005 \cdot 60 = 0,7$$

$$Q_{provozní} = 92,76 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1,22 \cdot 0,7 = 42,07 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Tabulka 22 Shrnutí výsledků staveniště Homole

	Dobré klimatické podmínky	Zhoršené klimatické podmínky
Q skutečná [m ³ ·h ⁻¹]	73,60	64,05
T naměřený[s]	141,80	163,00
Q teoretická [m ³ ·h ⁻¹]	92,76	92,76
T teoretický [s]	112,54	112,54
Q teoretická provozní [m ³ ·h ⁻¹]	78,9	42,07

13.3 Staveniště Veselí nad Lužnicí

Pro výpočet byla použita data z kapitoly 9 Staveniště Veselí nad Lužnicí

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru při hrnutí za dobrých klimatických podmínek

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_2 + t_3 = 14,3 + 10 = 24,3 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 4,28}{24,3} = 634,07 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{13,5}{0,86} = 15,7 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{13,5}{3,2} = 4,2 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_2 + t_3 = 15,7 + 4,2 = 19,9 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 4,28}{19,9} = 774,27 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s \cdot k_z = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$k_z = 1 - 0,005 \cdot L = 1 - 0,005 \cdot 13,5 = 0,93$$

$$Q_{provozní} = 774,27 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,93 = 717,2 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru při hrnutí za zhoršených klimatických podmínek

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_2 + t_3 = 16,3 + 10,6 = 26,9 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 4,28}{26,9} = 570,6 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{13,5}{0,86} = 15,7 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{13,5}{3,2} = 4,2 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_2 + t_3 = 15,7 + 4,2 = 19,9 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 4,28}{19,9} = 774,27 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\varepsilon} \cdot k_s \cdot k_z = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$k_z = 1 - 0,005 \cdot L = 1 - 0,005 \cdot 13,5 = 0,93$$

$$Q_{provozní} = 774,27 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,93 = 573,75 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Tabulka 23 Shrnutí výsledků staveniště Veselí nad Lužnicí

	Hrnutí za dobrých klim. podmínek	Hrnutí za zhoršených klim. podmínek
Q skutečná [m ³ .h ⁻¹]	634,07	570,60
T naměřený[s]	24,30	27,00
Q teoretická [m ³ .h ⁻¹]	774,27	774,27
T teoretický [s]	19,90	19,90
Q teoretická provozní [m ³ .h ⁻¹]	717,20	573,75

13.4 Staveniště Nové Hodějovice

Pro výpočet byla použita data z kapitoly 10 Staveniště Nové Homole

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru při hrnutí na vzdálenost 16,5 m

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_2 + t_3 = 26 + 17,5 = 43,5 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 3,8}{43,5} = 314,4 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{16,5}{0,889} = 18,56 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{16,5}{3,056} = 5,39 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_2 + t_3 = 18,56 + 5,39 = 23,95 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 3,8}{23,59} = 571,2 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\check{c}} \cdot k_s \cdot k_z = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$k_z = 1 - 0,005 \cdot L = 1 - 0,005 \cdot 16,5 = 0,9$$

$$Q_{provozní} = 571,2 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,9 = 383,2 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Výpočet skutečné a teoretické výkonnosti dozeru při hrnutí na vzdálenost 9,7 m

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot V}{T_{naměřené}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$T_{naměřené} = t_2 + t_3 = 17,5 + 12,5 = 30 [s]$$

$$Q_{skutečná} = \frac{3600 \cdot 3,8}{30} = 456 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot V}{T_{teoretické}} = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$t_2 = \frac{L_2}{v_2} = \frac{9,7}{0,889} = 10,9 [s]$$

$$t_3 = \frac{L_3}{v_3} = \frac{9,7}{3,056} = 3,2 [s]$$

$$T_{teoretické} = t_2 + t_3 = 10,9 + 3,2 = 14,1 [s]$$

$$Q_{teoretická} = \frac{3600 \cdot 3,8}{14,1} = 963,4 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$Q_{provozní} = Q_{teoretické} \cdot k_o \cdot k_t \cdot k_p \cdot k_{\check{c}} \cdot k_s \cdot k_z = [m^3 \cdot h^{-1}]$$

$$k_z = 1 - 0,005 \cdot L = 1 - 0,005 \cdot 9,7 = 0,95$$

$$Q_{provozní} = 963,4 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,95 = 684,8 [m^3 \cdot h^{-1}]$$

Tabulka 24 Shrnutí výsledků staveniště Nové Hodějovice

	Hrnutí na 16,5m	Hrnutí na 9,7m
Q skutečná [m ³ .h ⁻¹]	314,4	456,0
T naměřený[s]	43,5	30,0
Q teoretická [m ³ .h ⁻¹]	571,2	963,4
T teoretický [s]	23,9	14,1
Q teoretická provozní [m ³ .h ⁻¹]	383,2	684,8

14 Návrhy pro výpočet skutečné výkonnosti dozeru

Při teoretických výpočtech výkonnosti dozerů se čas, který je potřebný na danou pracovní operaci stroje, stanovuje z teoretické ujeté vzdálenosti dělené rychlostí, kterou je schopen dozer vyvinout. Vzdálenost v praxi ovšem není fixně daná, jak potvrdila pozorování ze všech stavenišť. Z pozorování bylo zjištěno, že obsluha dozeru často při opakovaných cyklech nedodrží stále stejnou ujetou dráhu. U zkušené obsluhy se jedná prakticky o desítky centimetrů. U méně zkušené obsluhy může být dráha rozdílná i v metrech. V závislosti na změně ujeté dráhy se mění i teoretická výkonnost dozeru oproti skutečné. Při výpočtech se také uvažuje o maximální možné rychlosti stroje, kterou je dozer schopen vyvinout v závislosti na typu pracovního cyklu. Není zde brán ohled na dobu, která je nezbytně nutná k tomu, aby stroj tuto rychlost vyvinul. Zrychlení stroje v teoretických výpočtech není brán na zřetel. Tento aspekt se nejvíce projeví při návratu dozeru do výchozí polohy (viz obrázek 15 Teoretický pracovní cyklus). Dozer, především při zpětném chodu, dosahuje rychlostí i nad 10 km.h^{-1} . Zde je čas potřebný ke zrychlení značný. Zrychlení dozeru lze určit, ale je proměnlivé vzhledem k terénu, na kterém bude stroj pracovat.

V práci je počítáno nejen s teoretickou výkonností, ale i s provozní výkonností dozeru. Zde je již díky koeficientům brán ohled na zkušenost obsluhy, typu povrchu apod. Tato výkonnost se při výpočtech již velmi blíží skutečné naměřené výkonnosti. Někdy dosahuje menších hodnot než ve skutečnosti, hlavně při zhoršených klimatických podmínkách, jako například na staveništi Homole. Koeficient vlivu počasí je rozdělen pouze na dvě hodnoty. Na staveništi Homole panovalo zhoršené počasí, velmi jemně pršelo. Díky tomu nebyla půda natolik podmáčená, aby stroj dosahoval snížených výkonností, které vyšly výpočtem.

Chyba, které se také můžeme dopustit, je koeficient vlivu obsluhy. Daná hodnota byla přiřazována v závislosti na odpracovaných hodinách na daném typu stroje. Člověk ovšem není stroj a během pracovní směny se unavuje, proto bylo měření prováděno v průběhu dne. Výsledky měření nám ale ukazují, že obsluha během pracovní směny vykazuje jen minimální rozdíly v naměřených časech pracovních operací. Při dlouhodobém měření bylo ovšem zjištěno, že i když obsluha pracovala ve stejném typu stroje, na stejném pracovišti, při stejné pracovní činnosti a podmínkách, vykazovala menší pracovní výkonnost než předchozí den. Člověk nevykazuje každý den stejné výsledky, proto jsou časy zprůměrovány.

Návrhy pro výpočet teoretické a provozní výkonnosti dozeru:

1. Obsluha dozeru nepracuje vždy v přesně dané dráze, proto je vhodné při teoretických výpočtech dráhu o 3 - 6 % prodloužit v závislosti na zkušenosti obsluhy dozeru.
2. S ohledem na dráhu, kdy stroj zrychluje do maximální rychlosti, je vhodné ji prodloužit o další 2 – 4%. Jestliže dozer pracuje na lehce rozpojitelné půdě, je vhodné dráhu prodloužit o 2%. U těžce rozpojitelných, lepivých a přilnavých půd je vhodné dráhu prodloužit o 3-4%.
3. Je nutné koeficient vlivu počasí rozdělit na více fragmentů. Například déšť rozdělit na mrholení s koeficientem 0,9 , vytrvalý déšť s koeficientem 0,8 a přívalový s koeficientem menším než 0,8.
4. Koeficient kvalifikace obsluhy je rozdělen na tři položky. Ty musíme dobře zhodnotit a přiřadit, aby výsledná výkonnost byla co nejpřesnější. Proto je vhodné být při výběru správného koeficientu pečlivý.

15 Závěr

Dozery byly již od svého vynalezení velmi využívanými stroji. První dozery byly velmi jednoduché a často i poruchové, ale úkoly plnily lépe a rychleji než lidská práce. To byl velký impulz k používání těchto strojů a k jejich modernizaci. Dnešní dozer, jak ho známe, je pouze modernější obdoba starých mechanických strojů. Díky technickým pokrokům je sice vyroben z jiných materiálů, lanové převody byly nahrazeny hydraulickými přímočarými motory, je vybaven moderní elektrotechnikou a podobně, ale práce, kterou vykonává, je v podstatě totožná. Stejně rychle, jak se vyvíjí lidská společnost a její potřeby na nové prostory, bude modernizován i dozer. Již nyní se ve firmách objevují návrhy na zcela nové moderní stroje. Ty budou dozajista nejrůznějších rozměrů a budou vybaveny další elektronikou tak, jako stroje dnešní. Ve výsledku budou plnit stejné pracovní operace jako v minulých letech. Práce s nimi bude pohodlnější a nejspíš i rychlejší, ale bude především záležet na klimatických podmínkách, druhu horniny a kvalitě obsluhy.

Dozer bude na stavbách hrát důležitou roli i v budoucnu. Bez těchto strojů by stavby mnohdy ani nezapočaly. Je důležité urovnat terén tak, aby nová budova nebo plocha měla dobré základy. Bez těchto prací by se technický vývoj a rozvoj měst a infrastruktury velmi zpomalil, jelikož ornice by byla dlouho odhrnována, nová hornina by byla nesprávně nahrnována a podobně.

Během psaní bakalářské práce jsem konzultoval jednotlivé pracovní procesy s mnohými lidmi, kteří v kabině stroje tráví velkou část svého dne, mnohdy i celou svou profesní kariéru. Není proto divu, že ke svému dozeru chovají city jako k živému organismu.

V této práci jsou popsány jednotlivé pracovní technologie, které mohou být využity jako výukový materiál, neboť mnozí lidé nevědí nebo si nejsou jisti, k čemu je dozer určen a jaké má možnosti využití. Také jsou zde popsány jednotlivé pracovní orgány a typy dozerů, což je vhodné pro správný výběr strojů na stavbu. V neposlední řadě jsou vybrány jednotlivé pracovní technologie, které jsou několikrát změřeny v různých klimatických podmínkách a v různých denních hodinách, a porovnány s teoretickými vypočítanými hodnotami. Jelikož je proveden i návrh na zlepšení výpočtu, může tato práce pomoci začínajícím stavebním firmám vypočítat skutečnou výkonnost stroje, a tím lépe zorganizovat práci na staveništi nebo použít vhodnější dozer s obsluhou. U začínajících firem je tomu tak proto, že velké podniky, které mají ve

výbavě mnoho dozerů a velkou škálu projektantů, dokážou v závislosti na svých zkušenostech a dobré znalosti obsluhy již předem určit výkonnost stroje a koordinaci jednotlivých složek. Samozřejmě velké firmy mohou také práci použít pro výpočet skutečné výkonnosti nových dozerů nebo pro nastavování kvót.

Legenda

Skrejpr

Skrejpr tvoří traktorovou soupravu složenou z traktorového tahače (jednoosý tahač) a ocelové, zespolu otevíratelné korby, opatřené po celé šířce připevněným břitem. Při pojezdu skrejpru se působením břitu korby zemina plošně rozpojuje ve vrstvách 10 až 40 cm a nahrnuje do korby, pak se převáží na místo určení, pozvolna rozprostírá a pojezdem částečně zhutňuje. [4]

Třídy hornin

Horniny se řadí do 7 základních tříd podle obtížností jejich rozpojování a odebírání. Tyto třídy se nazývají třídy těžitelnosti (uvedený je výběr z normy, přesné znění je v ČSN 733050).

Třída	Horniny	Patří sem např.:
1	Soudržné, měkké konzistence Nesoudržné, kypré	Ornice, hlína, hlinitý písek, písek se štěrkem, drobný a střední štěrk
2	Stavební odpad navážka obdobného charakteru jako horniny zařazené do 1.tř.	Ornice, hlína, prachová a písčité hlína, střední štěrk se zrny do 5cm, rašelina, zrašeliná zemina
3	Stavební odpad a navážka nesoudržné zařazené do 2. a 3. třídy Zvětralé pevné horniny	Písčité štěrk, střední, hrubý štěrk, štěrk s kameny
4	Soudržné, pevné tvrdé konzist. Nesoudržné zařazené do 2. a 3.tř. Spojené soudržným tmelem 4. třídy Pevné navětrané a zvětrané	Jíl, písčité jíly, jílovitá hlína, písčité hlína, prachovitá hlína, hrubý štěrk s kameny, příp. štěrk s balvany Navětrané jílovce, opuky, prachovce, ...
5	Nesoudržné nesoudržné zařazené do 4.tř. Spoj. Sdružené tmelem Pevné zdravé ve vrstvách	Hrubý štěrk s kameny a balvany hrubý štěrk s jílovitým nebo hlinitým tmelem slepence s jílovitým tmelem, jílovce, písčité...
6	Nesoudržné Pevně vyvřelé Pevně usazené	Rula, andezit, čedič, křemité břidlice, svor, ... Balvanité slepence, vápence...
7	Nesoudržné Pevné zdravé	Křemence, křemité žuly, křemité ruly, čediče, rohovce, ...

Seznam zdrojů

- [1] CELJAK, Ivo. *Strojní zařízení pro zemní a meliorační práce*. České Budějovice, 2010. Skripta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- [2] Jeřábek, K.: *Stroje pro zemní práce, silniční stroje*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava, 1996. 464 s.
- [3] NERUDA, Jindřich: *Technika pro arboristy*. In: *Stroje a technologie pro zemní a stavební práce* [online]. 2013 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Technika_pro_arboristy/13_Zemni_stroje_OK.pdf
- [4] Vaněk, A.: *Strojní zařízení pro stavební práce*. Sobotáles Praha, 1999, 299s.;
- [5] Katalog Phoenix-Zeppelin. Praha, 2008
- [6] Ústní sdělení, Technologie konzultována se stavebními firmami 14.11.2013 a obsluhou dozeru panem Josefem Cirhanem v Českých Budějovicích, 2.12.2013, od 11:00 do 13:00 hod.
- [7] Nivelační systém 2D. *SINTECH CZ* [online]. 2011 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: <http://www.sitech-czech.cz/cs/site/rizeni-stroju/nivelacni-systemy-2d/dozer.htm>
- [8] Modernizace trati Ševětín – Veselí nad Lužnicí – II. část, úsek Horusice – Veselí nad Lužnicí. *EUROVIA* [online]. 2013 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: http://www.eurovia.cz/cs/reference/1779-_modernizace_trati_sevetin-veseli_nad_luznici_ii_cast_usek_horusice-veseli_nad_luznici_?tab=popis
- [9] Jak pracovat s buldozerem. *Bagry.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: http://bagry.cz/cze/clanky/navody/jak_pracovat_s_buldozerem_3_dil_skryvka_a_tezba
- [10] Přehled dozerů KOMATSU. *KUHN* [online]. 2013 [cit. 2014-02-12]. Dostupné z: <http://www.kuhn-mt.cz/cz-cz/mainmenu/produkty/stavebni-stroje/komatsu2.html>
- [11] Stavební technika-dožery. *Agrotec zemědělská a stavební technika* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.eagrotec.cz/stavebni-technika-dožery>
- [12] Buldožery. *Liebherr* [online]. 2013 [cit. 2014-03-03]. Dostupné z: <http://www.liebherr.cz/cs-CZ/94787.wfw>
- [13] Dálnice, zanádražní komunikace, spojky. *Město České Budějovice* [online]. 2014 [cit. 2014-02-01]. Dostupné z: <http://www.c-budejovice.cz/cz/zivotni-prostredi-bydleni-doprava/dalnice-spojky/zanadrazni-komunikace/stranky/obsah.aspx>
- [14] *Stroje pro zemní stavební práce*. *Časopis stavebnictví* [online]. 2008 [cit. 2014-02-02]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/je-banaliza/b-brizik/UserFiles/File/stroje-pro-zemni-stavebni-prace_N841

Zdroje obrázků

[1] Odnětí půdy ze zemědělského půdního fondu. *GET* [online]. 2012 [cit. 2014-01-24]. Dostupné z: <http://www.get.cz/odneti-pudy-ze-zemedelskeho-pudniho-fondu-zpf/>

[2] Jeřábek, K.: Stroje pro zemní práce, silniční stroje. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava, 1996. 464 s.

[3] Jak pracovat s buldozerem. *Bagry.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: http://bagry.cz/cze/clanky/navody/jak_pracovat_s_buldozerem_3_dil_skryvka_a_tezba

[4] Odbahňování rybníků. *Wikipedie* [online]. 2013 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Odbah%C5%88ov%C3%A1n%C3%AD_rybn%C3%ADk%C5%AF

[5] NERUDA, Jindřich: Technika pro arboristy. In: *Stroje a technologie pro zemní a stavební práce* [online]. 2013 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/inovace/Technika_pro_arboristy/13_Zemni_stroje_OK.pdf

[6] Dopravno-mechanizačný park. *Bielostv* [online]. 2013 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: http://www.bielostav.sk/technicky_park.php

[7] Katalog Phoenix-Zeppelin

Seznam obrázků

Obrázek 1 Výsledek technologie vykopávka s vodorovným přemístěním výkopu

Obrázek 2 Rozhrnování horniny

Obrázek 3 Vyhrnování usazenin z rybníků pomocí dvou dozerů

Obrázek 4 Ukázka vytvořené cesty dozerem

Obrázek 5 Pásový dozer New Holland

Obrázek 6 Pásový dozer Caterpillar s podvozkem delta

Obrázek 7 Kolový dozer Caterpillar velikostí kategorie VI.

Obrázek 8 Pohyb zeminy při rýpání, a) soudržná zemina b) sypká zemina

Obrázek 9 Konstrukční řešení dozerových radlic

Obrázek 10 Boční křídla radlic

Obrázek 11 Dozer s nastavitelný paralelogramový rozrývačem

Obrázek 12 Kompaktor firmy Caterpillar

Obrázek 13 Práce strojů na staveništi Okružní ulice

Obrázek 14 Staveniště před započítím výstavby a v průběhu stavby

Obrázek 15 Teoretický pracovní cyklus dozeru

Seznam tabulek

Tabulka 1 Podíl strojů na provádění zemních prací

Tabulka 2 Přehled strojů pro zemní práce s přiřazením relevantních charakteristik z hlediska technologie

Tabulka 3 Velikostní rozdělení dozerů

Tabulka 4 Parametry dozerů v závislosti na velikostní kategorii

Tabulka 5 Porovnání pásových dozerů jednotlivých výrobců

Tabulka 6 Porovnání kolových dozerů Caterpillar

Tabulka 7 Rozměry a technické údaje dozerů pracujících na staveništi Okružní ulice

Tabulka 8 Naměřené hodnoty v dobrých klimatických podmínkách

Tabulka 9 Naměřené hodnoty za zhoršených klimatických podmínek

Tabulka 10 Charakteristika stroje na staveništi Homole

Tabulka 11 Naměřené hodnoty v dobrých klimatických podmínkách

- Tabulka 12 Naměřené hodnoty za zhoršených klimatických podmínek
- Tabulka 13 Charakteristika stroje na staveništi Veselí nad Lužnicí
- Tabulka 14 Naměřené hodnoty v dobrých klimatických podmínkách
- Tabulka 15 Naměřené hodnoty za zhoršených klimatických podmínek
- Tabulka 16 Charakteristika stroje na staveništi Nové Hodějovice
- Tabulka 17 Naměřené časy na staveništi Nové Hodějovice
- Tabulka 18 Hodnoty opravných koeficientů pro výpočet provozní výkonnosti dozerů
- Tabulka 19 Koeficienty úhlu svahu
- Tabulka 20 Shrnutí výsledků staveniště Okružní ulice pro dozer Komatsu D61 EX-15
- Tabulka 21 Shrnutí výsledků staveniště Okružní ulice pro dozer Komatsu D65 EX-15
- Tabulka 22 Shrnutí výsledků staveniště Homole
- Tabulka 23 Shrnutí výsledků staveniště Veselí nad Lužnicí
- Tabulka 24 Shrnutí výsledků staveniště Nové Hodějovice