



**Budapest University of Technology and Economics**  
Department of Building Machines, Materials Handling Machines and Manufacturing Logistics  
*and* Department of Construction Technology and Management

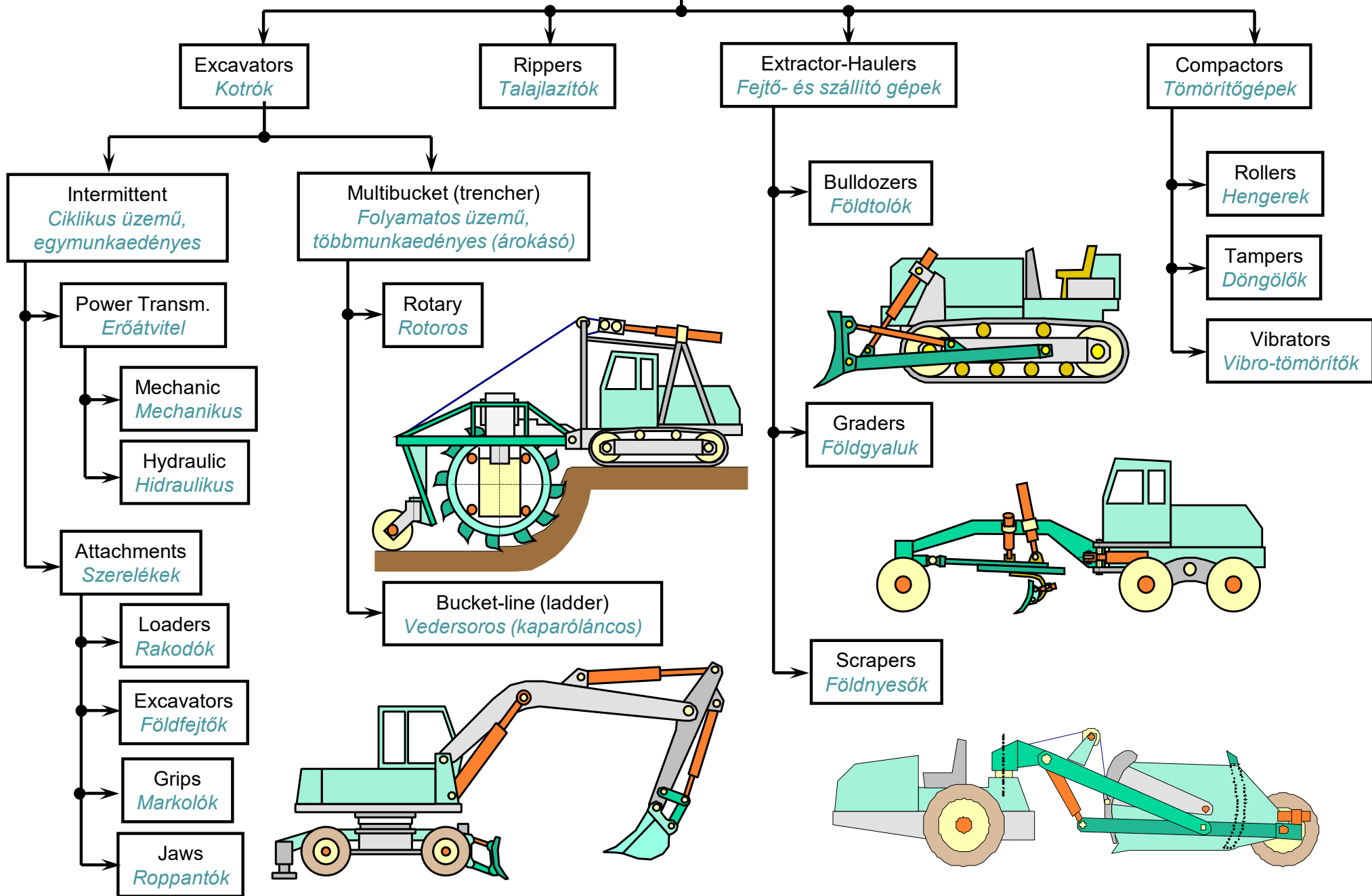
# Construction Equipment *Építőgépek*

## Earthwork & Soil Compaction *Földmunka- és talajtömörítő gépek*

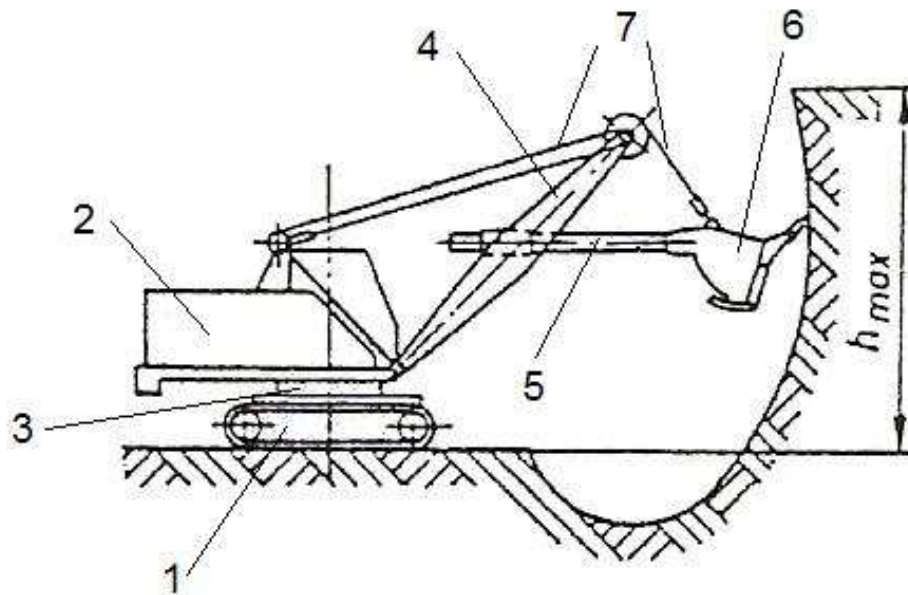
Edited by *Összeállította*: József Károly Ph.D. student  
Revised and adapted (to English) by *Átdolgozta és az angol nyelvű változatot készítette*: Dr. Zoltán A.Vattai

Budapest, 2009-2010, 2016

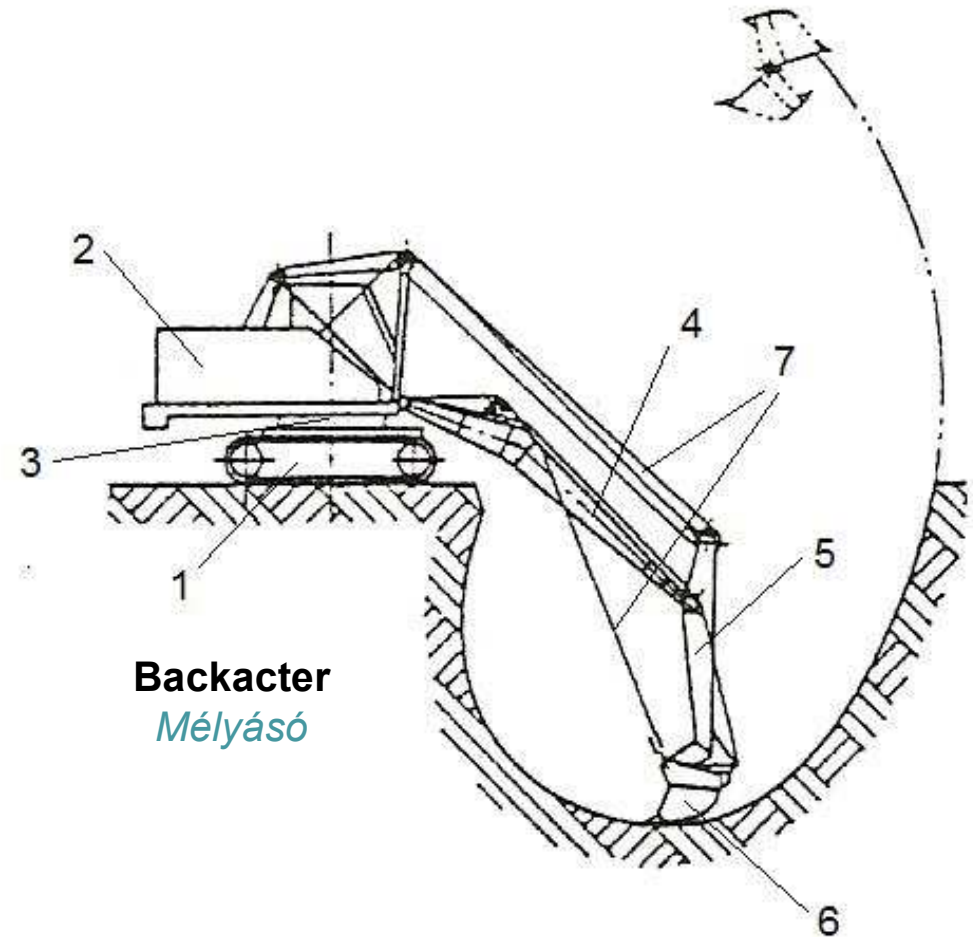
# EARTHWORKS EQUIPMENT *Földmunkagépek*



## Cable-operated excavators *Mechanikus kotrók*



**Front shovel**  
*Hegybontó*



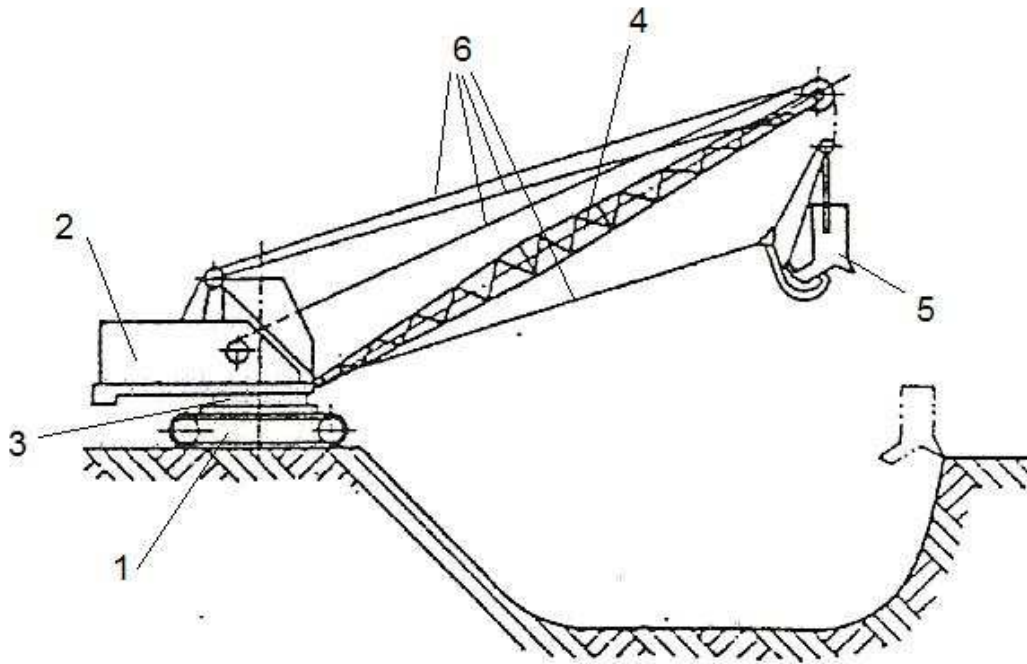
**Backacter**  
*Mélyásó*

1. bogie undercarriage *járomű*
2. slewing upper machinery (drive, operator's canopy, counter-weight)  
*Forgó felsőváz (meghajtás, kezelőfülke, ellensúly)*
3. turn mechanism *forgatómű*
4. boom *gém*
5. arm *szár*
6. bucket *kanál*
7. cable-lines *erőátviteli kötelek*

### **Features *Jellemzők:***

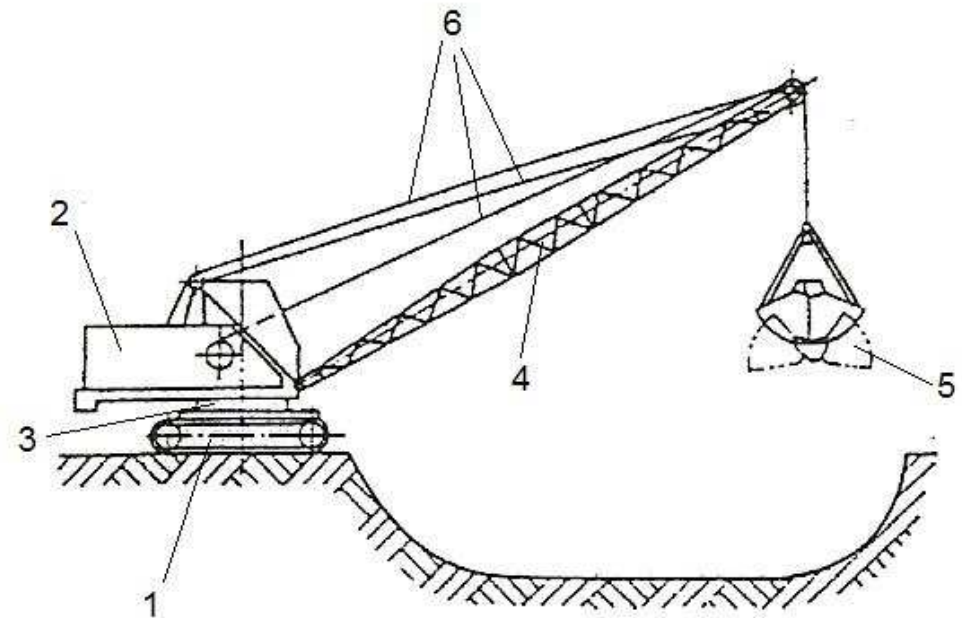
- complicated driving system *bonyolult hajtásrendszer*
- many moving elements → manifold potential failures  
*sok mozgó alkatrész → sokféle meghibásodási lehetőség*
- low working performance *kiseb teljesítőképesség*
- extensive maintenance requirements *nagy karbantartásigény*

## Cable-operated excavators *Mechanikus kotrók*



**Dragline**

*Vonóvedres*



**Clamshell**

*Markoló szerelék*

1. bogie undercarriage *járomű*
2. slewing upper machinery (drive, operator's canopy, counter-weight)  
*Forgó felsőváz (meghajtás, kezelőfülke, ellensúly)*
3. turn mechanism *forgató mechanizmus*
4. boom *gém*
5. bucket *veder*
6. cable-lines *erőátviteli kötelek*

### **Features *Jellemzők:***

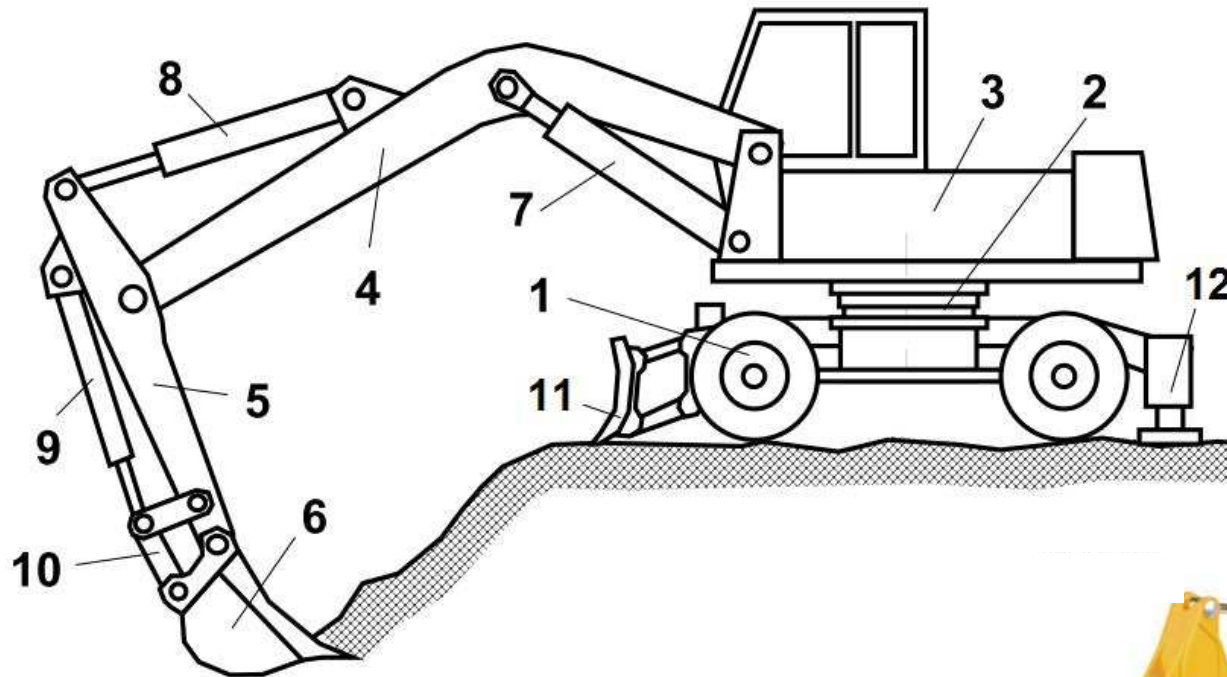
- complicated driving system *bonyolult erőátviteli rendszer*
- many moving elements → manifold potential failures  
*sok mozgó alkatrész → sokféle meghibásodási lehetőség*
- low working performance *kisebbs teljesítőképesség*
- extensive maintenance requirements *nagy karbantartásigény*

## Cable-operated excavators *Mechanikus kotrók*



- Intermittent (cyclic) operation  
*ciklikus üzemű*
- **Attachments *Szerelések*:**  
shovel, hook, dragline,  
clamshell, boring equipment  
*fejtőkanál, emelőhorog, vonóveder,  
markoló szerelék, talajfúró*

## Hydraulic excavators (slewing excavators) (*forgó felsőváz*) Hidraulikus kotrók



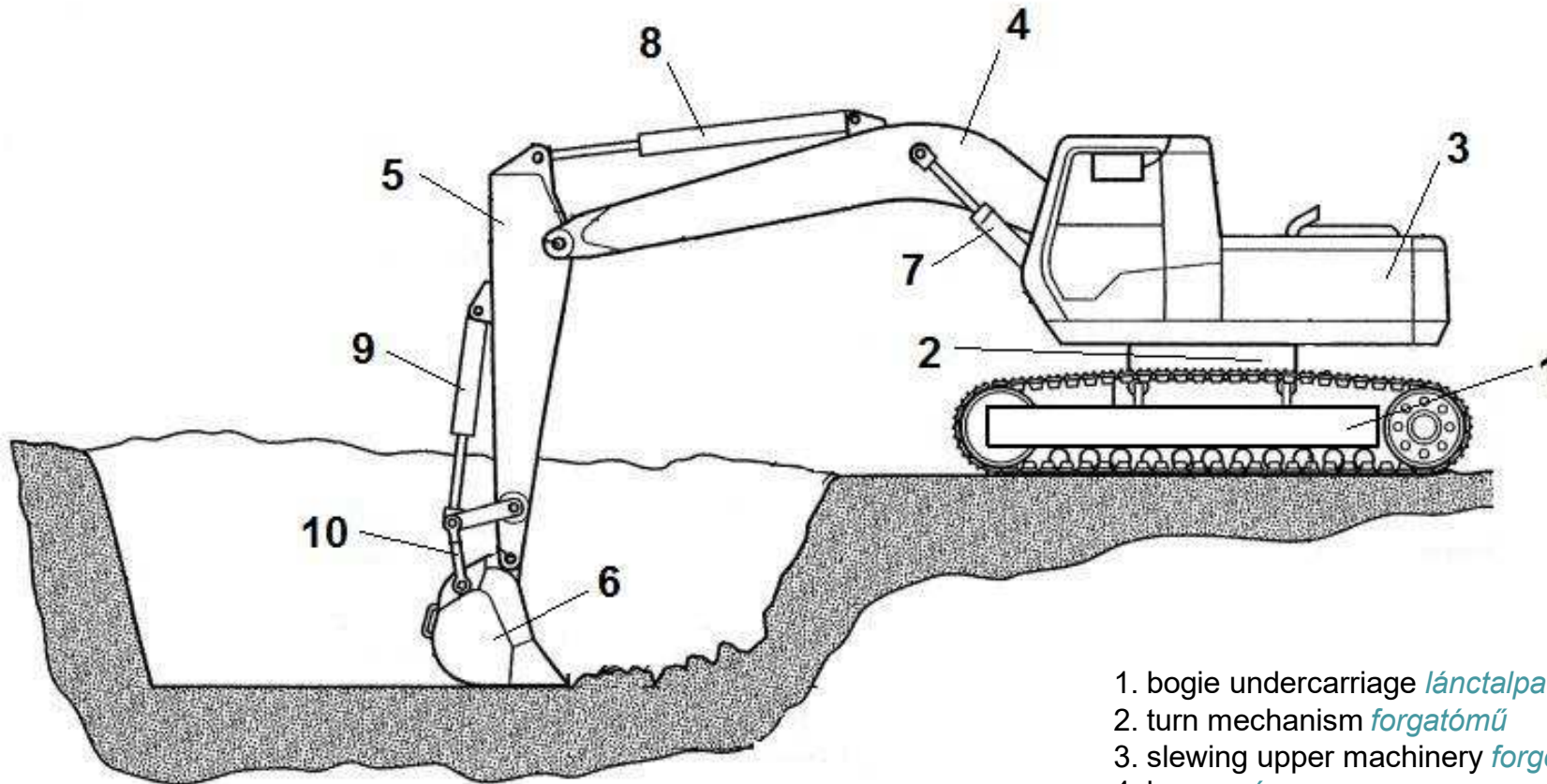
1. wheel-bogie *fúvottkerekes járómű*
2. turn mechanism *forgatómű*
3. slewing upper machinery *forgó felsőváz*
4. boom *gém*
5. arm *szár*
6. backacter *kanál*
7. boom cylinders *gémmozgató munkahenger*
8. arm cylinder *szármozgató munkahenger*
9. bucket cylinder *kanálmozgató munkahenger*
10. bucket moving rods *kanálmozgató rudazat*
11. auxiliary attachment *kiegészítő szerelék*
12. outrigger *letalpáló berendezés*

### Wheel-mounted backacter slewing excavator

*Fúvott kerekes mélyásó szerelések  
forgó felsőváz* hidraulikus kotró



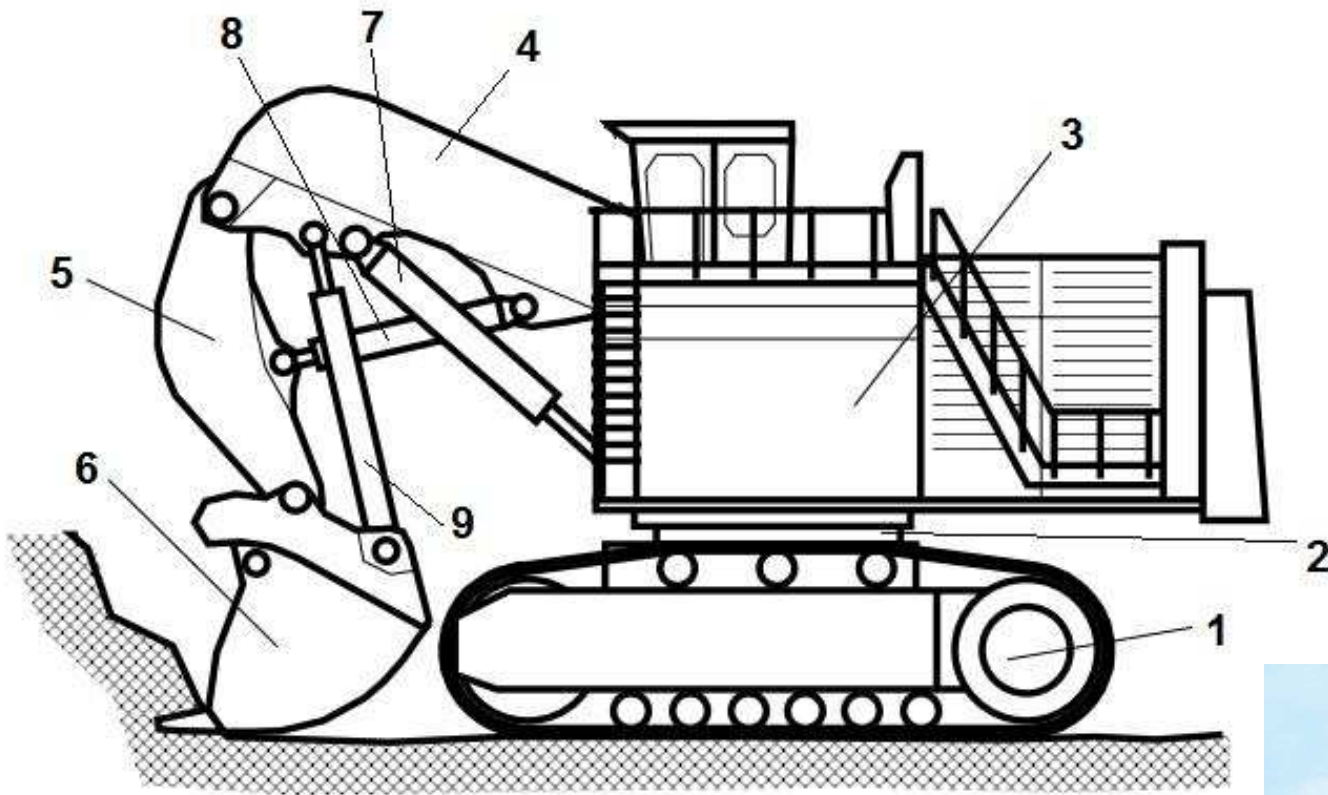
## Hydraulic excavators (slewing excavators) (*forgó felsővázas*) *Hidraulikus kotrók*



**Track-mounted backhoe loader**  
*lánctalpas járműves mélyásószereléses*  
*forgó felsővázas hidraulikus kotró*

1. bogie undercarriage *lánctalpas jármű*
2. turn mechanism *forgatómű*
3. slewing upper machinery *forgó felsőváz*
4. boom *gém*
5. arm *szár*
6. backhoe bucket *kanál*
7. boom cylinders *gémmozgató munkahenger*
8. arm cylinder *szármozgató munkahenger*
9. bucket cylinder *kanálmozgató munkahenger*
10. Bucket moving rods *kanálmozgató rudazat*

## Hydraulic excavators (slewing excavators) (*forgó felsővázas*) Hidraulikus kotrók



1. bogie undercarriage *lánctalpas járómű*
2. turn mechanism *forгатómű*
3. slewing upper machinery *forгатó felsőváz*
4. boom *gém*
5. arm *szár*
6. front shovel *kanál*
7. boom cylinders *gémmozgató munkahengerek*
8. arm cylinder *szármozgató munkahenger*
9. shovel moving cylinders *kanálmozgató munkahengerek*

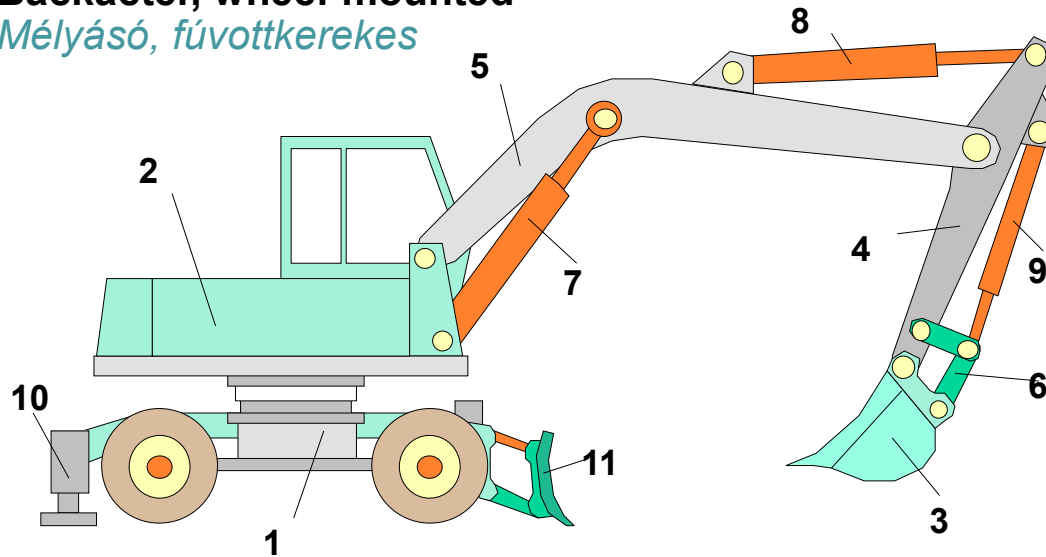
**Track-mounted front shovel slewing excavator**  
*Lánctalpas járóműves hegybontó szerelések  
forгатó felsővázas hidraulikus kotró*





# Hydraulic excavators (slewing excavators) (*forgó felsővázas*) Hidraulikus kotrók

## Backacter, wheel-mounted *Mélyásó, fúvottkerekes*



1. frame (carriage) *alváz (járomű)*
2. slewing upper machinery (engine, operator's canopy, counter-weight)  
*forgó felsőváz (hajtómű, kezelőfülke, ellensúly)*
3. hoe (shovel or bucket)  
*szerelem (hegybontó- vagy mélyásó kanál)*
4. arm *szár*
5. boom (monoblock or articulated)  
*gém (merev-, vagy csuklós kialakítású)*
6. hoe rods *szerelem csatlózat*
7. boom lifting cylinder *gémemelő munkahenger*
8. arm moving cylinder *szármozgató munkahenger*
9. hoe moving cylinder *szerelemmozgató m.henger*
10. outrigger (strut, jack) *letalpaló berendezés (tám)*
11. auxiliary attachment (blade)  
*kiegészítő szerelem (tolólap)*



**Front shovel, track-mounted**  
*Hegybontó, lánctalpas*



**Excavator (in action) Kotró (működés közben)**

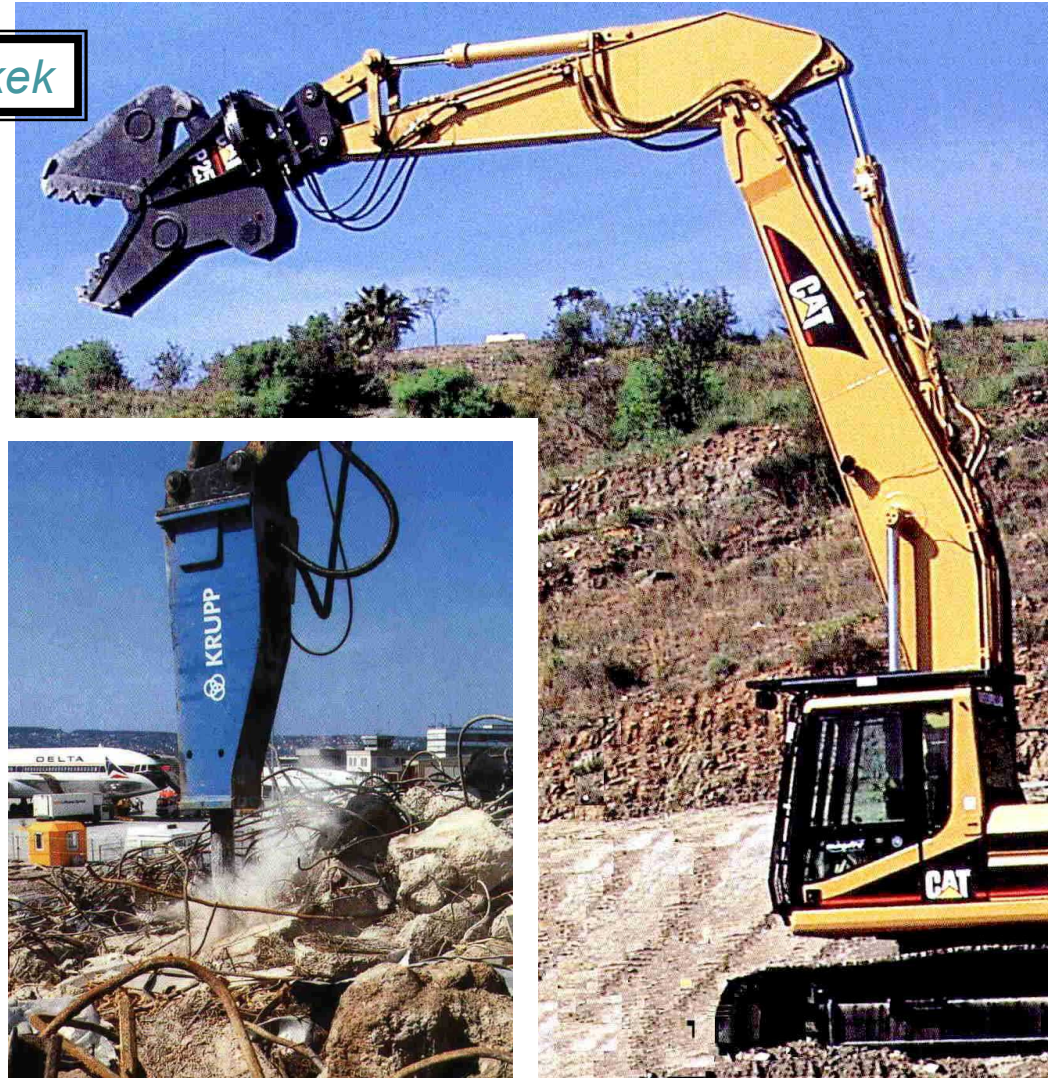
## Attachments Szerelések



**Clamshell bucket (for granular material)**  
*Markoló kanál (szemcsés anyaghoz)*



**Screening adapter (for recycled material)**  
*Forgórosta (helyben újrahasznosított anyaghoz)*



**Breakers, Jaws (for concrete, reinforced concrete and steel)**  
*Bontókalapácsok, Roppantók (betonhoz, vasbetonhoz, acélhoz)*

**Others:** loader bucket; drill; trunk-grip; cutter; trencher; fingered grips (for fibers or bars); crusher; vibro-plate; etc.

*Továbbiak:* rakodó kanál; fúró; rönkfogó; vágó olló; árokásó; „polip” (többpofás markoló); kötő; felületi tömörítő; stb.

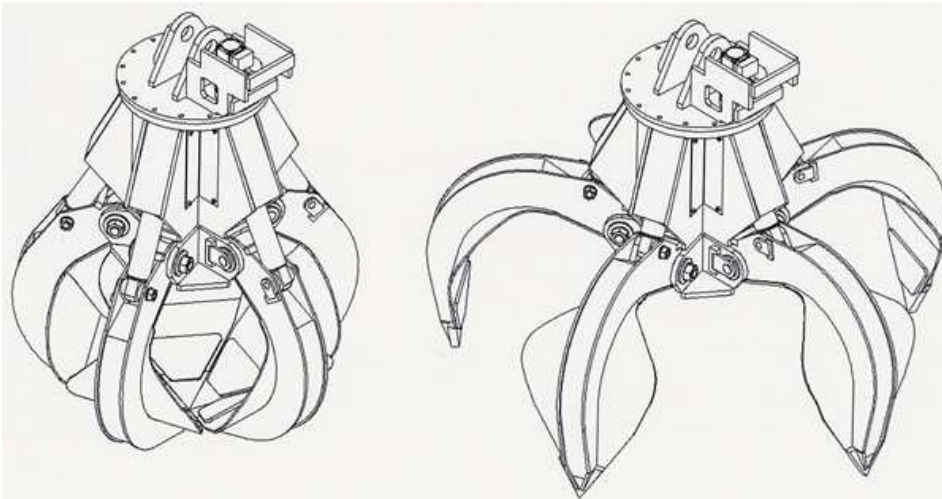
## Attachments *Szerelések*



Sheet-wall piling equipment *szádfalverő berendezés*



Boring (auger) equipment *Talajfúró berendezés*



Fingered grip „*polip*” (*többpofás markoló*)



Crusher adapter  
*Kőtörő / aprító*

## Hydraulic excavator attachments *Hidraulikus kotró szerelések*



**Backhoe bucket** *Mélyásó kanál*



**Clamshell** *Markoló kanál*

## Earthwork attachments *Földmunka szerelések*



**Auger** *Talajfúró*



**Ripper**  
*Talajlazító-, felszakító fog*

**Others:** loading attachment; surface vibrator; roller compactor; bucket-lined or rotary trencher; profile buckets; sheet-wall driver; etc.

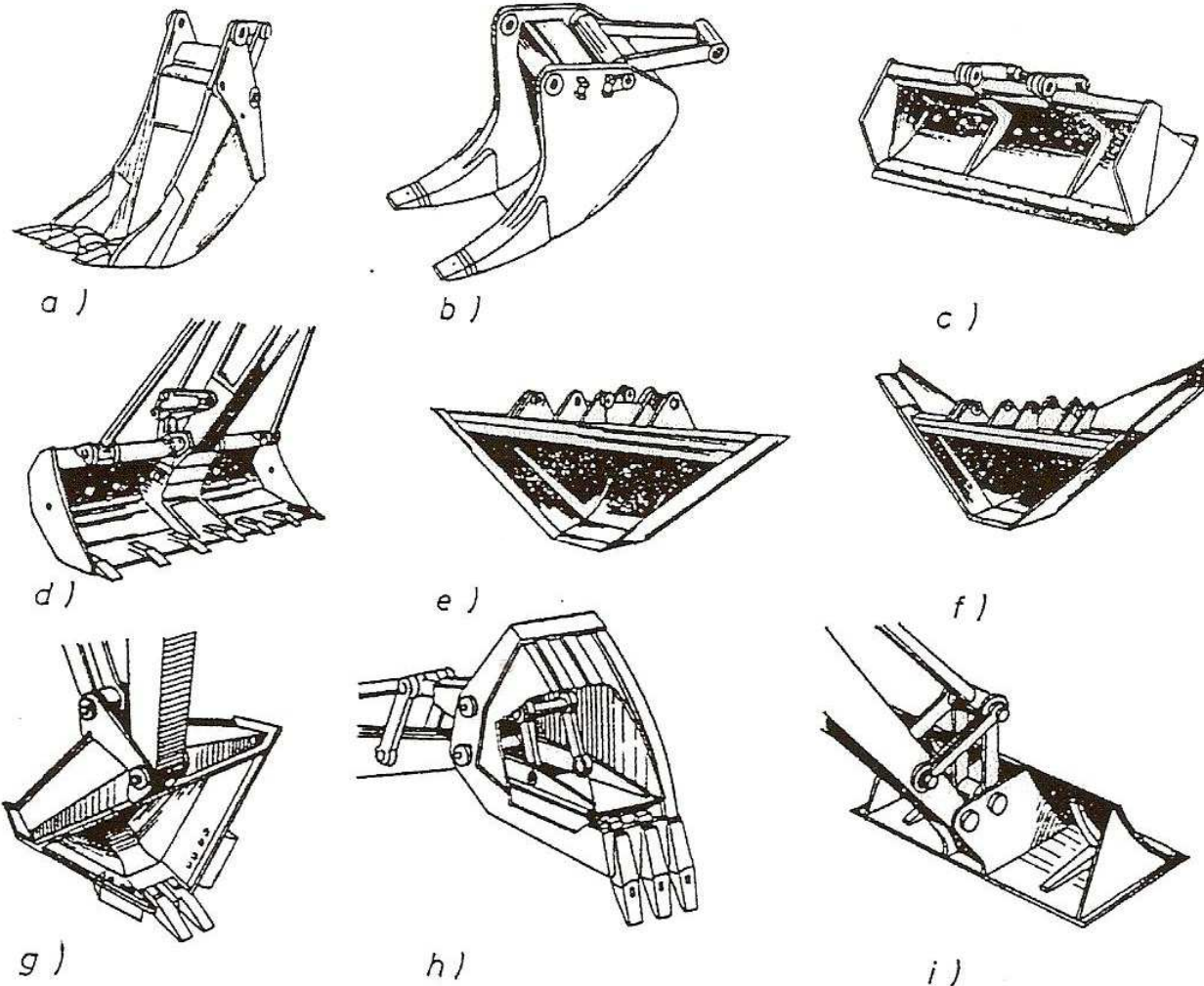
*Továbbiak: rakodó szerelék; felület tömörítő; tömörítő henger; vedersoros- vagy rotoros árokásó; profilkanalak; szádfalverő; stb.*

# Hydraulic excavator attachments

## *Hidraulikus kotró szerelések*

# Earthwork attachments

## *Földmunka szerelések*



### Special bucket-typed attachments *Különleges, kanál-jellegű szerelések*

a. drainer *alagcsövező*; b. ripper *bontófogas mélyásó*; c. canal maintainer *ároktisztító*; d. ripper-cleaner *bontófogas ároktisztító*; e. profile bucket *profilkanál*; f. extended cutter *hosszabbított oldalú profilkanál*; g. ripper-profiler *lazító-profilozó*; h. ejector *kitolólemezes árokásó*; i. tamper *rézsüsimító-egyengető*

## Hydraulic excavator attachments *Hidraulikus kotró szerelések*

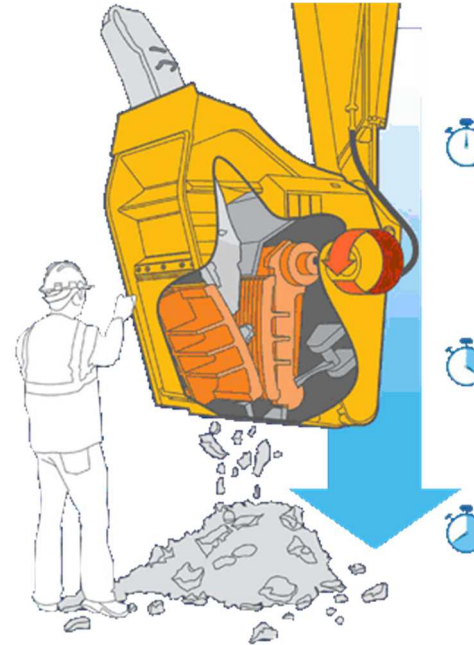


Screen drum *Dobrosta*



Bucket-wheel *Marófej*

## Demolisher and Recycler attachments *Bontó- és Újrahasznosító szerelések*



Crusher (mill)  
*Törő (apritó)*

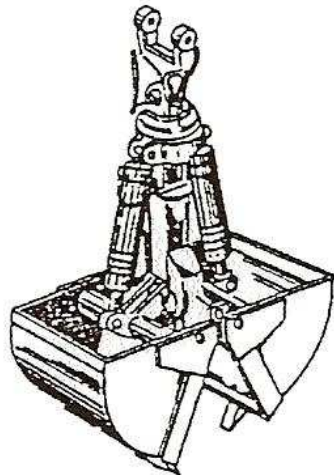


Snapper (cutter/jaw)  
*Roppantó olló (vágó/pofa)*

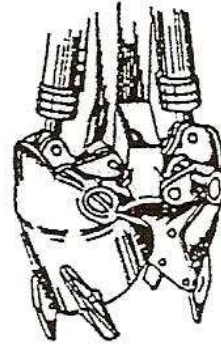


Breaker  
*Bontókalapács*

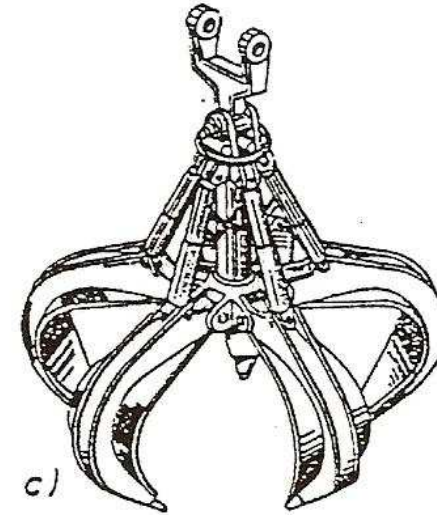
# Hydraulic excavator attachments *Hidraulikus kotró szerelések*



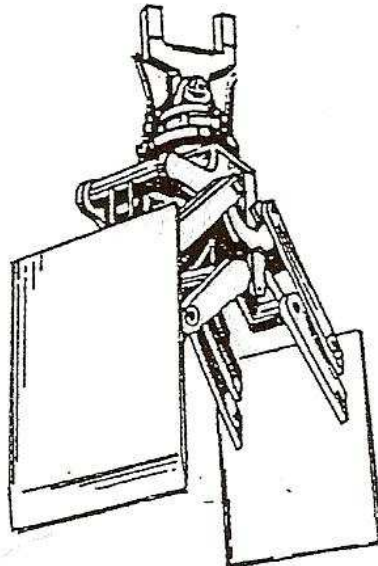
a)



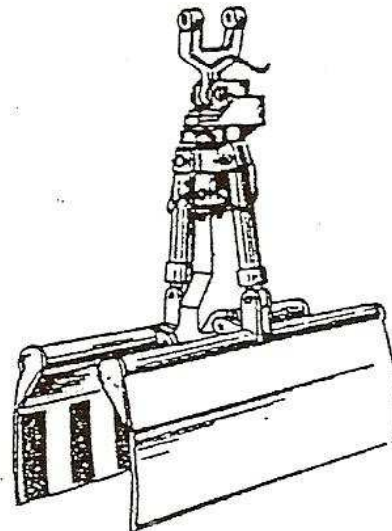
b)



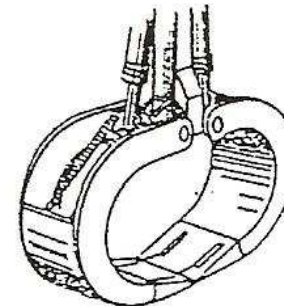
c)



d)



e)



f)

## Grabbing and loading attachments *Megfogó és rakodó szerelések*

- a. Clamshell *markoló*; b. boring *aknamélyítő/cölöpmarkoló*; c. fingered „polip” (*többpofás markoló*);  
d. bale grip *bálafogó*; e. barrel/pipe grip *hordó/csőfogó*; f. logger *rönkfogó/rakodó*

# Estimating performance (output) of intermittent excavators

## *Ciklikus üzemű kotrók teljesítőképességének becslése*

### Technical output *Technikai teljesítőképesség:*

Theoretical technical output ( $Q_t$ ) assuming ideal circumstances  
(soft soil, less than 90° slewing angle, skilled operator, etc.)

*Elméleti technikai teljesítőképesség ( $Q_t$ ) ideális körülmények feltételezésével  
(laza talaj, kisebb mint 90°-os elfordulás, jártas gépkezelő, stb.)*

$$Q_t = \frac{3600 \cdot q}{t_c} \quad m^3 / h$$

### Where *Ahol*

- $q$  = volume (capacity) of bucket *kanál térfogat (befogadó képesség)* [ $m^3$ ]
- $t_c = t_e + t_{sl1} + t_d + t_{sl2}$  cycle-time (single period) *ciklusidő és cikluson belüli részidők* [s]
- $t_e$  = extraction (charging/excavating/loading) time *fejtési (töltés/fejtés/megrakás) idő* [s]
- $t_{sl1}$  = (lifting and) slewing time (from) *((ki-)emelési és) elfordulási idő* [s]
- $t_d$  = discharging (unloading) time *ürítési (lerakási) idő* [s]
- $t_{sl2}$  = slewing (and lowering) time (to) *visszafordulási (és leengedési) idő* [s]



# Estimating performance (output) of intermittent excavators

## *Ciklikus üzemű kotrók teljesítőképességének becslése*

### **Adjusted technical output** *Korrigált technikai („üzemi”) teljesítőképesség:*

Corrected (adjusted) technical output ( $Q_a$ ) considering construction of the excavator and behaviour of the soil  
*Korrigált technikai („üzemi”) teljesítőképesség ( $Q_a$ ) a gép és a talaj sajátosságainak figyelembe vételével*

$$Q_a = Q_t \cdot \frac{k_f}{k_l} \quad m^3 / h$$

#### Where *Ahol*

- $k_f$  = bucket fill factor *kanáltelítési tényező* (0,6 – 0,89)
- $k_l$  = soil loosening factor *talajlazulási tényező* (1,1 – 1,65)

Bucket fill factor is the ratio of volume of soil in the bucket and of technical volume (capacity) of the bucket.  
*A kanáltelítési tényező a kanálbeli talaj térfogatának és a kanál elméleti befogadó képességének hányadosa.*

Soil loosening factor is the ratio of volume of excavated loose soil in the bucket and that of compacted (natural) soil before extraction (excavation).

*A talajlazulási tényező a fellazult fejtett talaj térfogatának és a tömör (ú.m. „termett”, avagy természetes környezeti) talaj (megbontás/fejtés előtti) térfogatának hányadosa.*

# Estimating performance (output) of intermittent excavators

## *Ciklikus üzemű kotrók teljesítőképességének becslése*

### **Effective (estimated) output** *Hasznosítható (tervezési avagy becsült) teljesítőképesség:*

Corrected adjusted output ( $Q_e$ ) considering expected (experienced) time-efficiency of application (operation/site management)

*Kiigazított korrigált teljesítőképesség ( $Q_e$ ) az alkalmazás (üzemeltetés/építéshelyi foglalkoztatás) várható (tapasztalt) idő-kihasználási mutatójának figyelembe vételével*

$$Q_e = Q_a \cdot k_t \quad m^3 / h$$

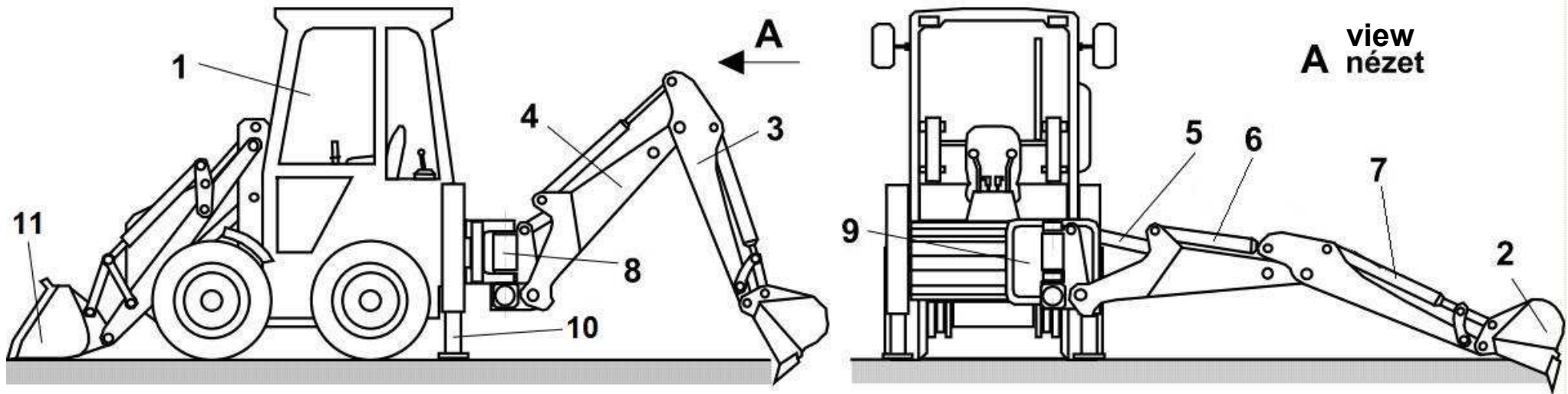
### Where *Ahol*

- $k_t$  = time efficiency factor *idő-kihasználási mutató* (0,45 – 0,83)

Time efficiency factor is the estimated ratio of effective (factual) and of „calendar” (scheduled) operation time of the equipment on site. It depends on lot of factors and circumstances such as: maintenance demand, skill of operator, idle (waiting) times, manoeuvre (relocating) times, etc.. Experienced values for hydraulic excavators are between 0,45 and 0,83.

*Az idő-kihasználási mutató a munkavégzéssel töltött (tényleges) üzemidő és a naptárilag rendelkezésre álló (avagy ütemezett) üzemidő hányadosa. Értékét számos tényező és körülmény befolyásolja, így: karbantartási igény, gépkezelő jártassága, technológiai állásidők, közlekedtetés (átállítás), stb.. Hidraulikus kotrók esetében tapasztalt jellemző értéke 0,45 és 0,83 közé esik.*

## Backhoe excavators *Hátsó felfüggesztésű kotrók*



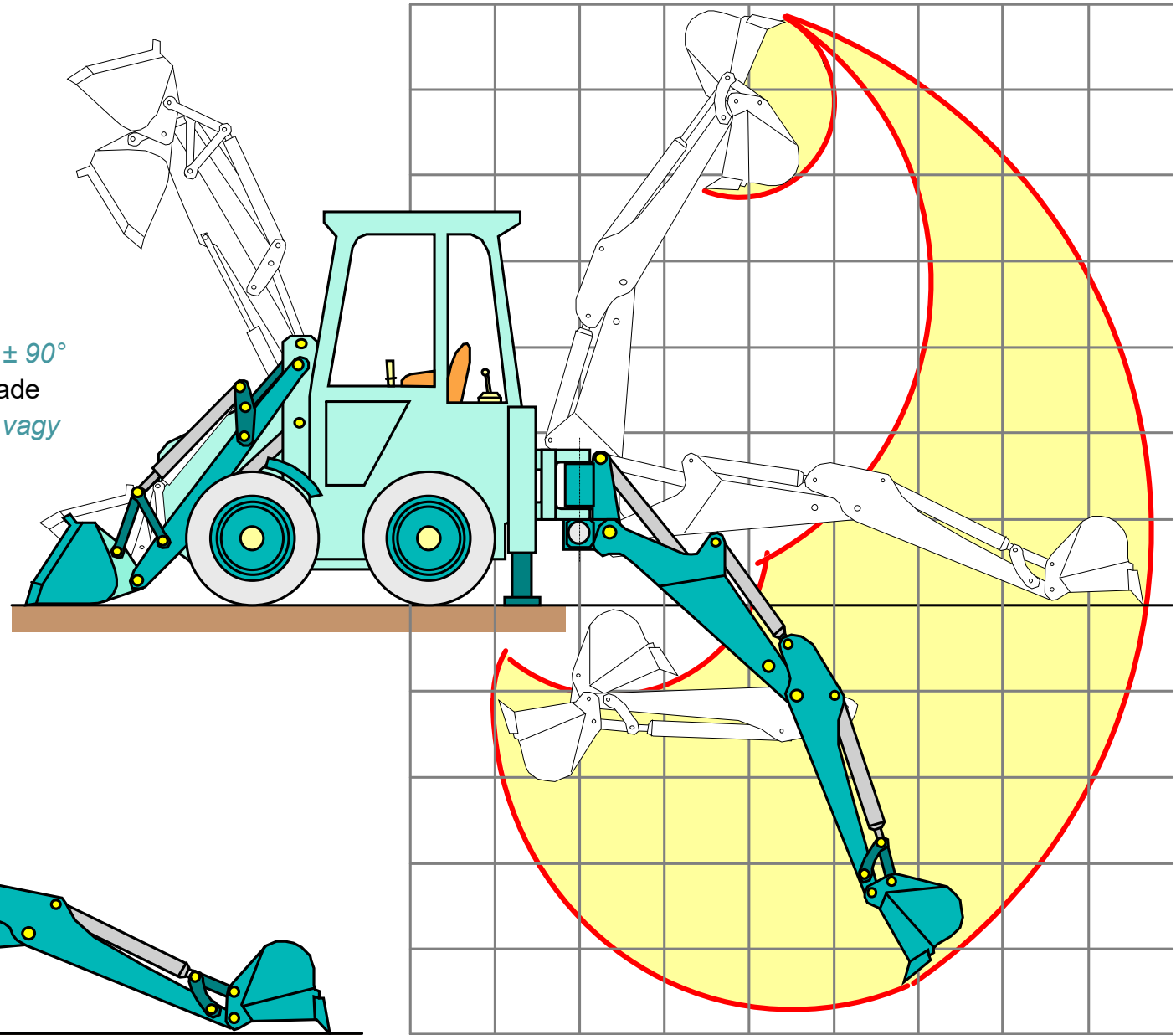
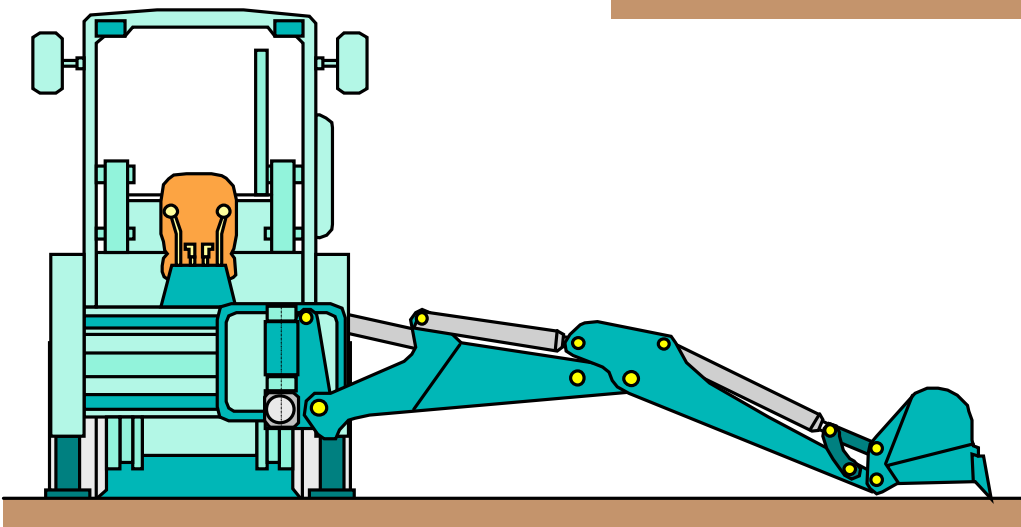
1. wheel tractor *gumikerekes traktor alapgép*
2. backacter *mélyásó kanál*
3. arm *szár*
4. slewing boom *elforgatható gém*
5. boom cylinder *gémmozgató munkahenger*
6. arm cylinder *szármozgató munkahenger*
7. bucket cylinder *kanálmozgató munkahenger*
8. slewing mechanism *kotrószerelék forítómű*
9. suspension (base) plate *felfogólap*
10. Outrigger *letalpáló berendezés*
11. front attachment (loader)  
*elülső munkaeszköz (itt: homlokrakodó)*



# Backhoe excavators *Hátsó felfüggesztésű kotrók*

## Features *Jellemzők:*

- ⇒ multifunctional (universal excavator)  
*többfunkciós (univerzális kotró)*
- ⇒ base (frame): wheel or track mounted  
*alapgép: gumikerekes vagy lánctalpas*
- ⇒ attachment slewing ability:  $\pm 90^\circ$   
*munkaeszköz elfordulási szabadsága:  $\pm 90^\circ$*
- ⇒ auxiliary attachment: front bucket or blade  
*kiegészítő munkaeszköz: rakodókanál vagy tolólap*



**Backacter's working range (trajectory)**  
*Mélyásó szerelék munkaterülete (trajektóriája)*

## Backhoe excavators *Hátsó felfüggesztésű kotrók*



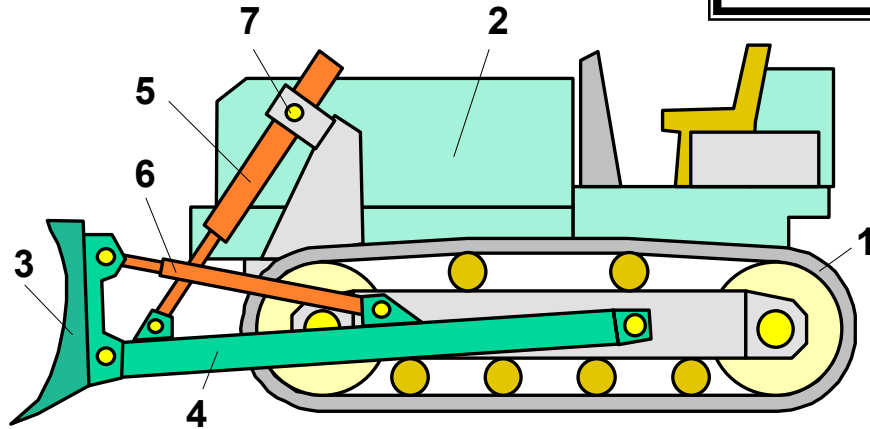
### Features *Jellemzők:*

- Multifunctional front shovel  
*Többfunkciós elülső munkaeszköz*
- Draw beam (telescopic arm)  
*Visszahúzható gém (teleszkópikus szár)*
- Transversely slidable boom  
*Keresztirányban elfordítható gém*



A. with rigid frame *merev tolókerettel*

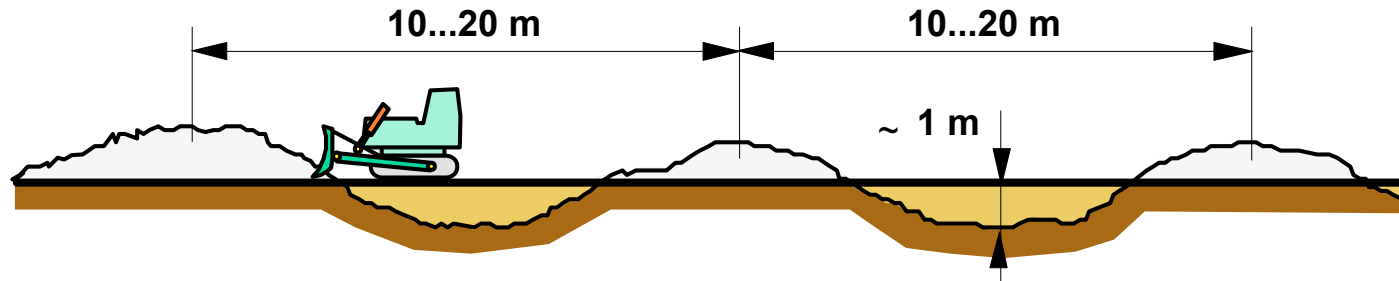
# Bulldozers *Földtolók*



Adjustability of blade *Tolólap mozgási lehetőségei:*

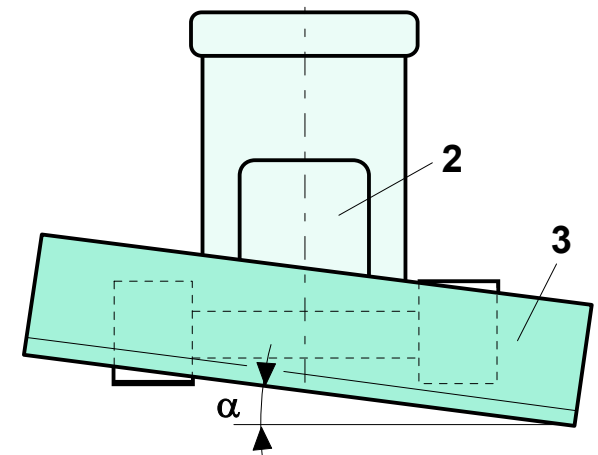
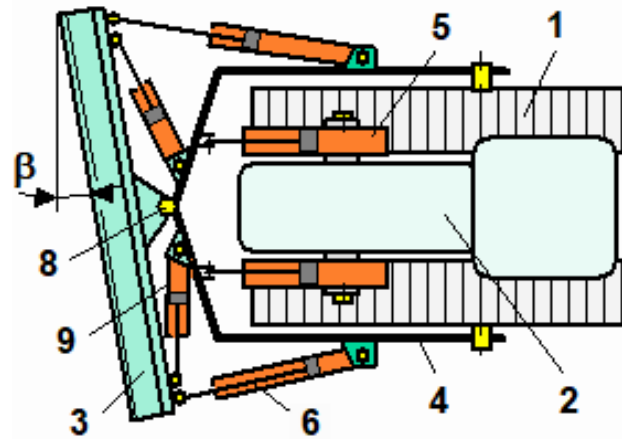
- ⇒ Cutting depth *nyesési mélység*
  - ⇒ Cutting angle (tilt, adjusted to soil type)  
*Nyesési szög (talajminőségtől függően)*
  - ⇒ Slope angle *részüszög* ( $\alpha$ )
  - ⇒ Heading angle *továbbítási szög* ( $\beta$ )
- } Ball-jointed main frame only  
*Csak gömbcsuklós gépeknél*

Landscaping (levelling) by dozer *Tereprendezés földtolóval*

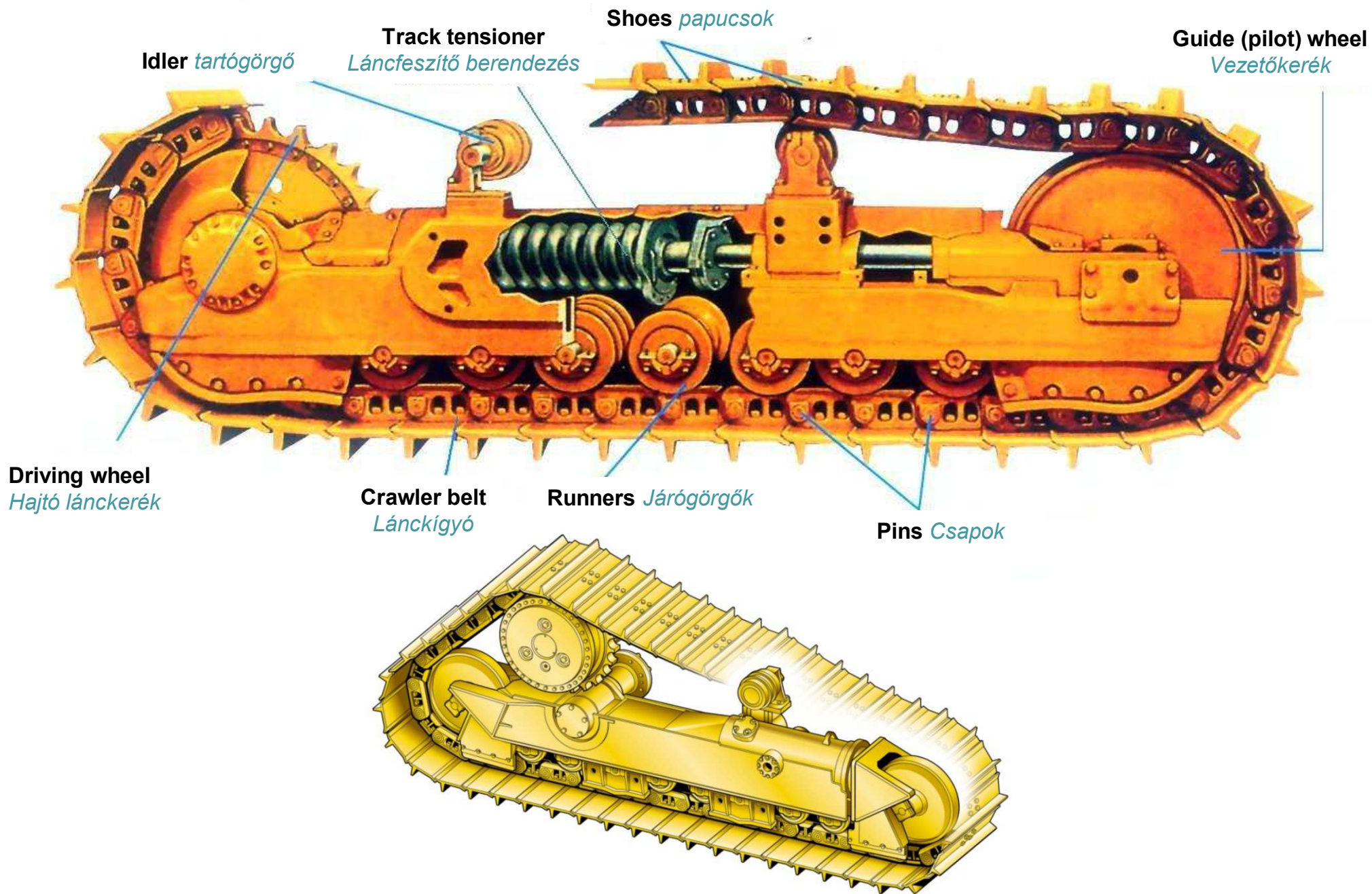


B. with ball-jointed frame *gömbcsuklós tolókerettel*

1. track (caterpillar) *lánctalpas jármű*
2. Engine *motor*
3. Blade *tolólap*
4. main frame *tolókeret*
5. lifting cylinder *emelő munkahenger*
6. tilting cylinder *billentő munkahenger*
7. Bolt *csap*
8. ball-joint *gömbcsukló*
9. swivel cylinders *tolólap fordító m.hengerek*

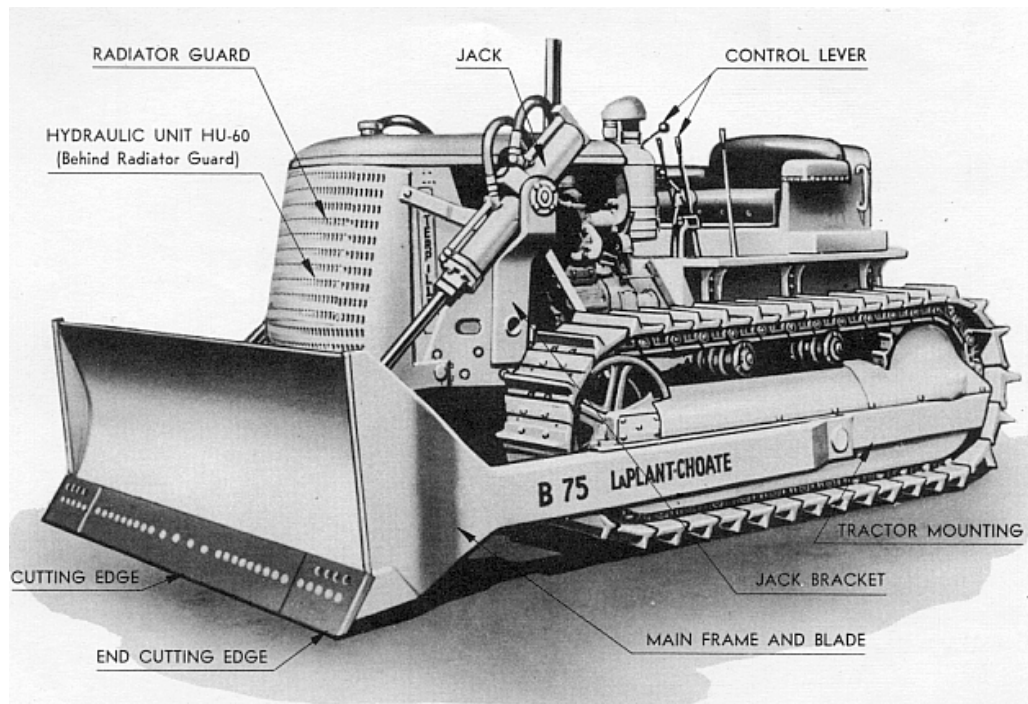


# Bulldozers *Földtolók*

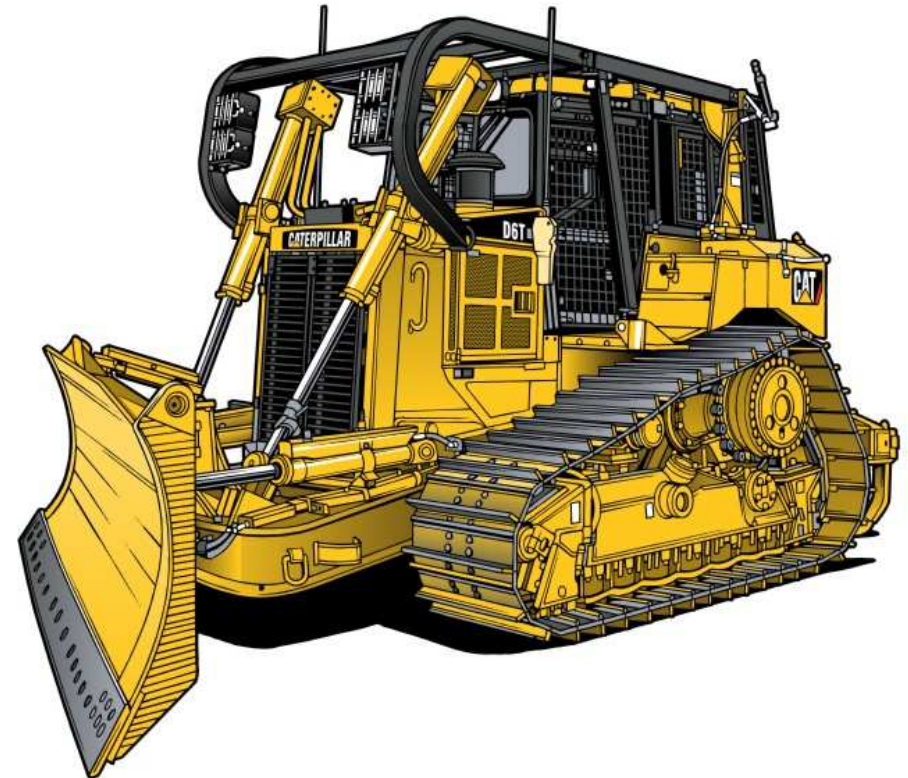


## Bulldozers *Földtolók*

### „Oval drive” (track) *Ovál hajtás*



### „Delta drive” (track) *Delta hajtás*



#### Advantages of delta drive *Delta-hajtás előnyei:*

- due to elevated engine and drive risk of getting dust (mud) in is less *a kiemelt hajtókerék miatt kisebb a szennyeződés bejutásának az esélye*
- longer operation (life) time *hosszabb élettartam*
- increased bulk clearance *nagy hasmagasság*

#### Disadvantages of delta drive *Delta-hajtás hátrányai:*

- higher costs of manufacturing *drágább kivitel*
- more components, longer crawler belt *több alkatrész, hosszabb lánckígyó*



## Bulldozers *Földtolók*

**Up-to-date controls**  
*Korszerű vezérlési  
megoldások*



**Bulldozer equipped with ripper attachment**  
*Talajlazító berendezéssel felszerelt földtoló*

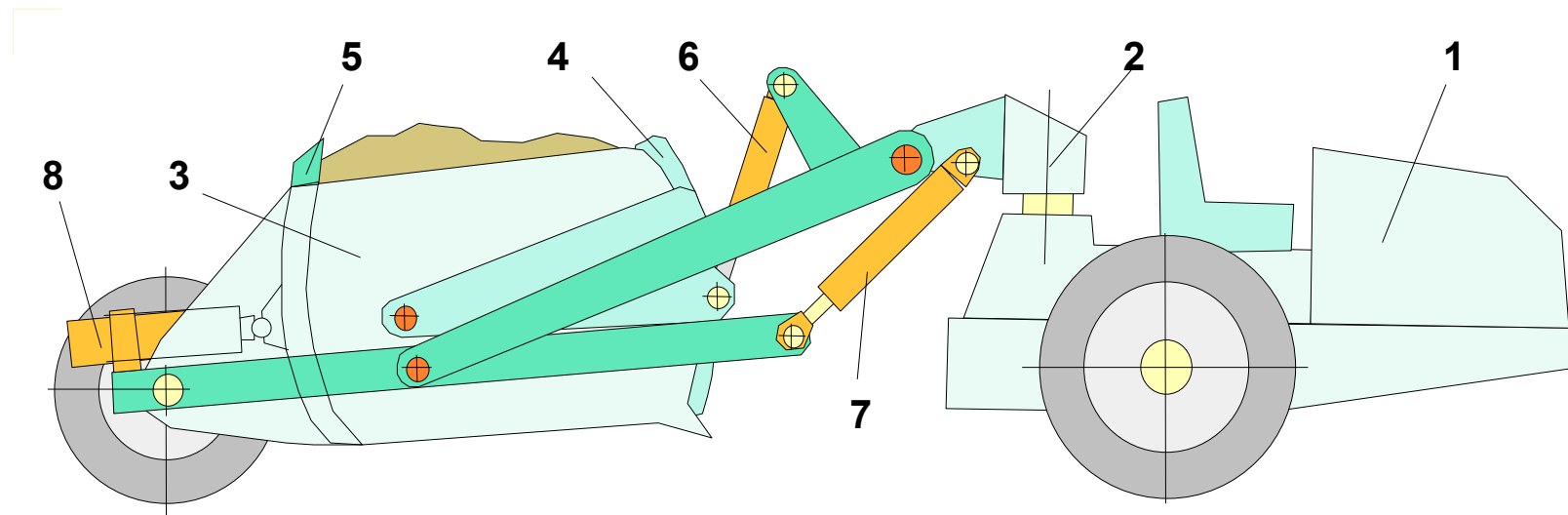


**Laser control** *Lézeres vezérlés*



**Satellite control**  
*Műholdas vezérlés*

# Scrapers *Földnyesők*



1. single-axle tractor *egytengelyes vontató*

2. articulation *hattyúnyak*

3. Bowl *puttony (nyesőláda)*

4. apron *kötény*

5. Ejector *kitolólap*

6. apron cylinder *kötényemelő henger*

7. bowl cylinder *puttonyemelő munkahenger*

8. ejector cylinder *kitolólap munkahenger*



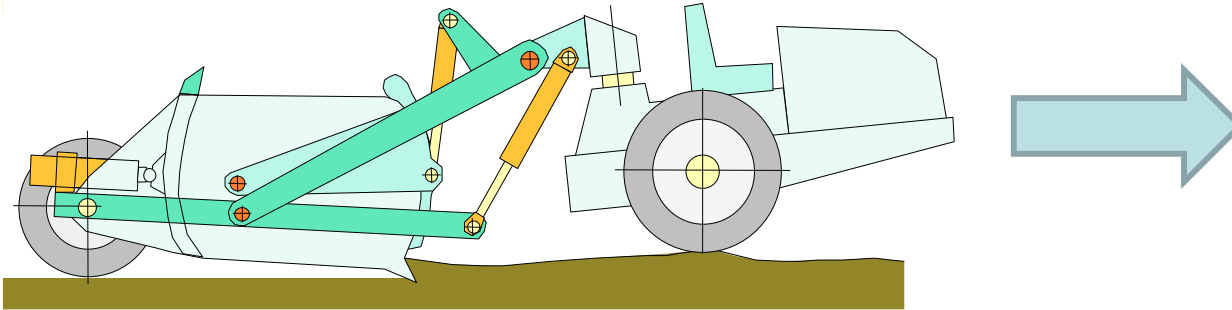
**Hauling excavated soil** *Fejtett föld szállítása*



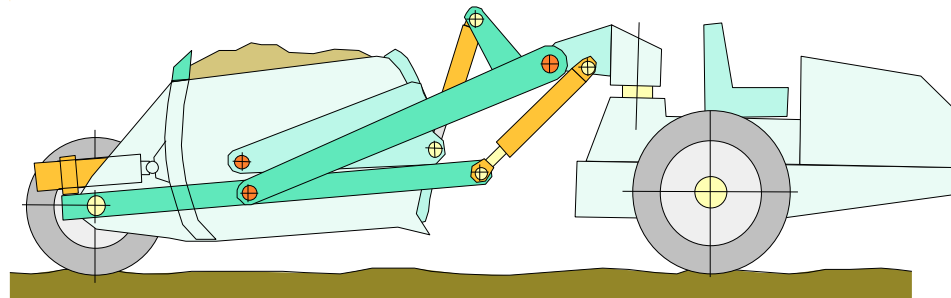
**Discharging bowl, spreading soil** *Ürités, terítés*

# Scrapers *Földnyesők*

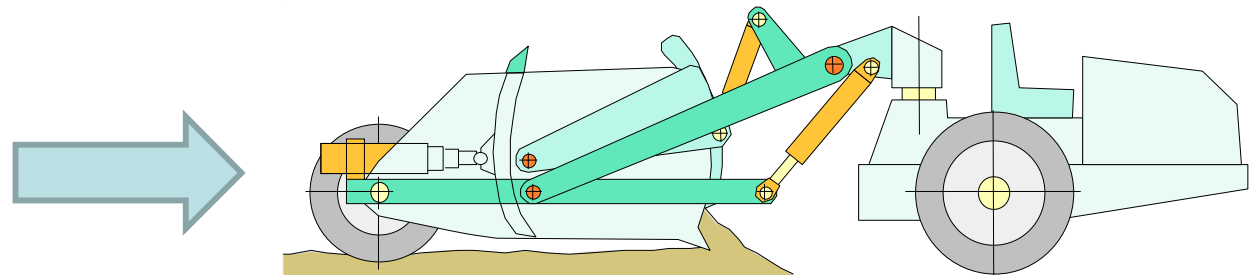
## Phases of a cycle (turn) *Munkafázisok*



**Excavating (charging): apron up (open), bowl down (penetrating into the soil)**  
*Fejtés (puttony töltése): kötény fel (nyit), puttony le (vágóél a talajba mélyed)*

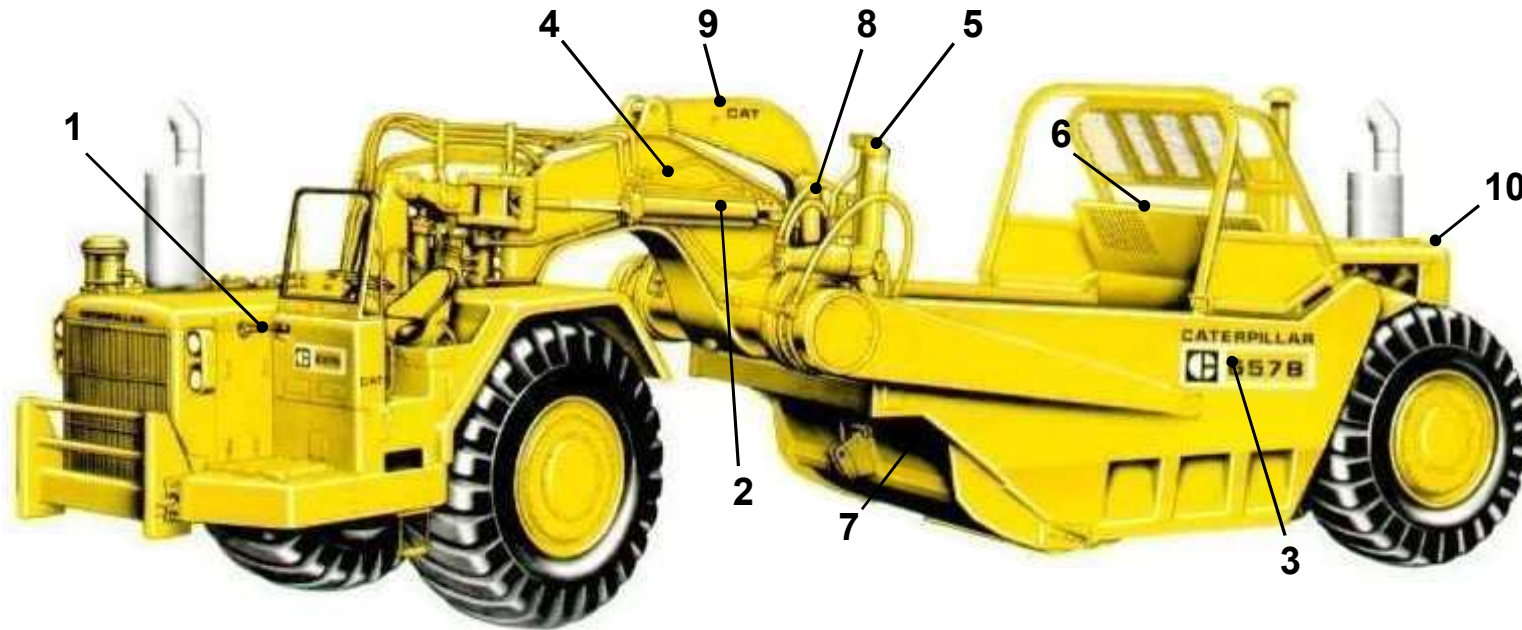


**Hauling (and compacting): apron down (close), bowl up**  
*Szállítás (és tömörítés): kötény le (zár), puttony fel*



**Discharging (spreading and compacting): apron up (open), bowl up, ejector forward**  
*Ürités (terítés és tömörítés): kötény fel (nyit), puttony fent, kitolólap előre*

## Scrapers *Földnyesők*



1. tractor *vontató*
2. gooseneck *hattyúnyak*
3. scraper bowl *nyesőláda*
4. steering cylinder *kormányhenger*
5. bowl cylinder *ládahenger*
6. ejector *kitolólap*
7. apron *kötény*
8. apron cylinder *kötényhenger*
9. apron rods *kötényrúd*
10. rear engine  
(rear wheel drive)  
*hátsó motor*  
(hátsó kerékmeghajtás)

### All-Wheel-Drive Scraper (Charging and penetration provided by towing power of tractor)

*Összkerék meghajtású földnyeső (A nyeséshez és töltéshez szükséges erőt is a gép vonóereje biztosítja)*

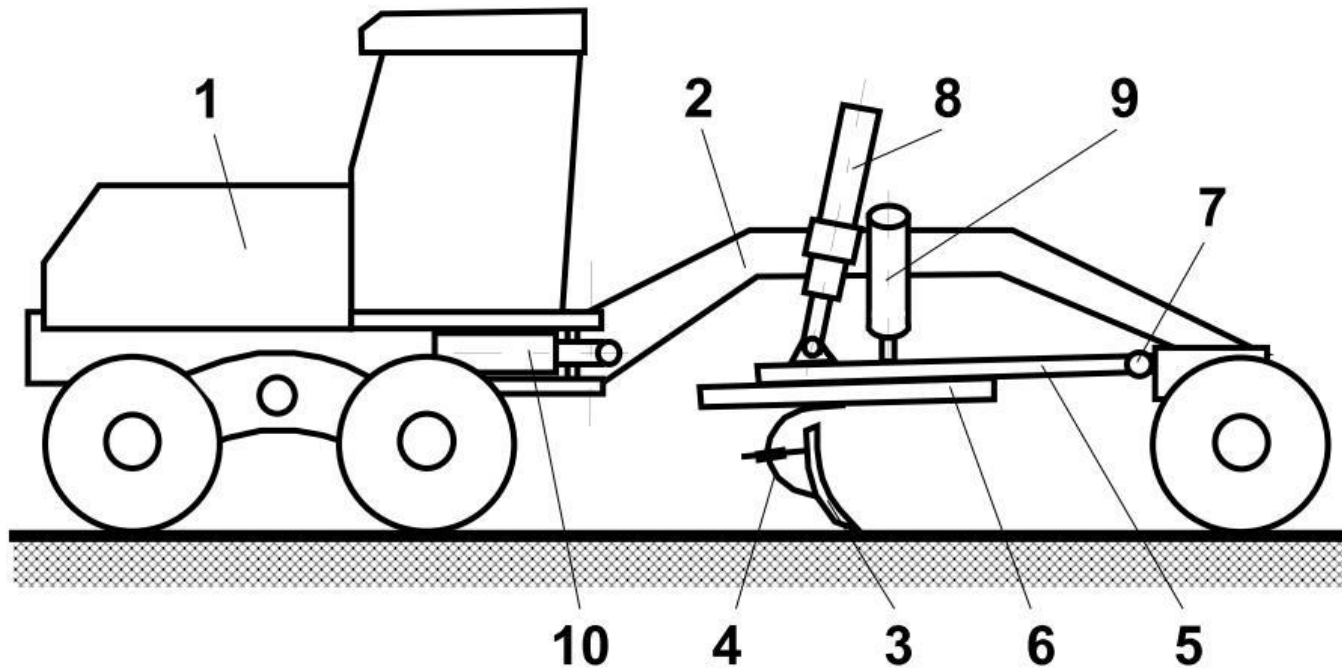


11. cutting edge *vágóél*
12. discharge slide *tolóajtó*
13. elevator *szállítószalag*
14. hydro-engine (of elevator)  
(*szállítószalag*) *hidro-motor*

### Elevator-scraper

*Szállítószalagos földnyeső*

# Graders *Földgyaluk*

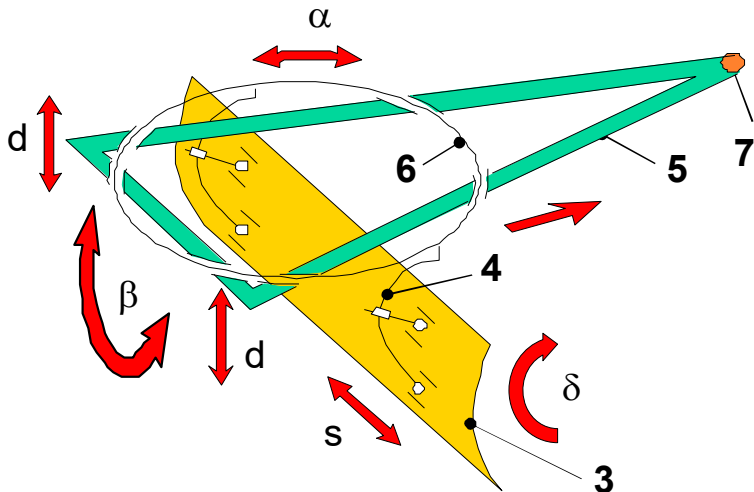


1. tractor (engine) *vontató (motor)*
2. articulated carriage *vázszerkezet*
3. blade *gyalukés (tolólap)*
4. tilting frame *billentőkeret*
5. main frame *(vonó/tartó) keret*
6. swivel ring *forgókeret*
7. ball-joint *gömbcsukló*
8. lifting cylinder (jack) *keretemelő munkahenger*
9. tilting cylinder *részüállító henger*
10. swivel cylinder *(vázszerkezet-) fordítóhenger*

- (d) cutting depth *nyesési mélység*
- ( $\delta$ ) cutting angle *nyesési szög*
- ( $\beta$ ) slope angle *részüszög*
- ( $\alpha$ ) heading angle *továbbítási szög*
- (s) Sliding *kitolás (keresztirányban)*

## Adjustability of the blade

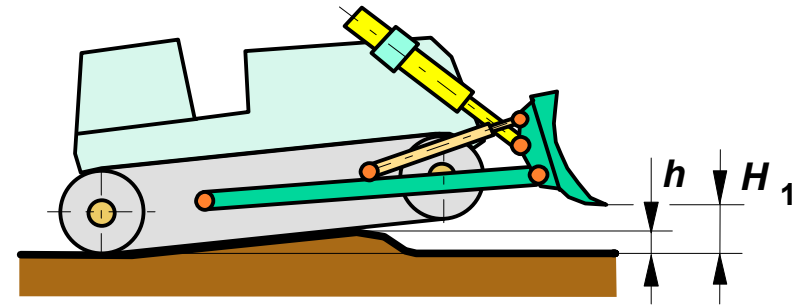
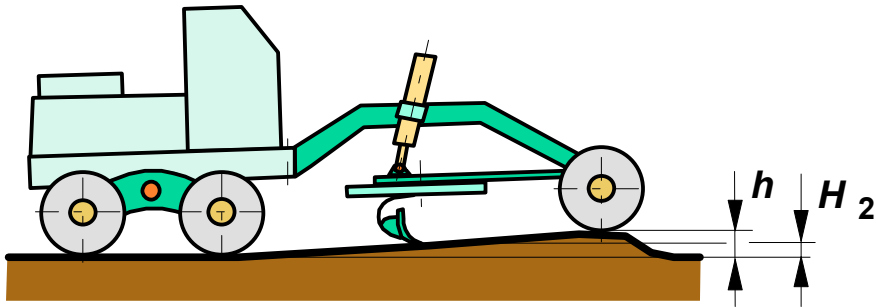
*A gyalukés (tolólap) mozgatási lehetőségei*



# Graders *Földgyaluk*

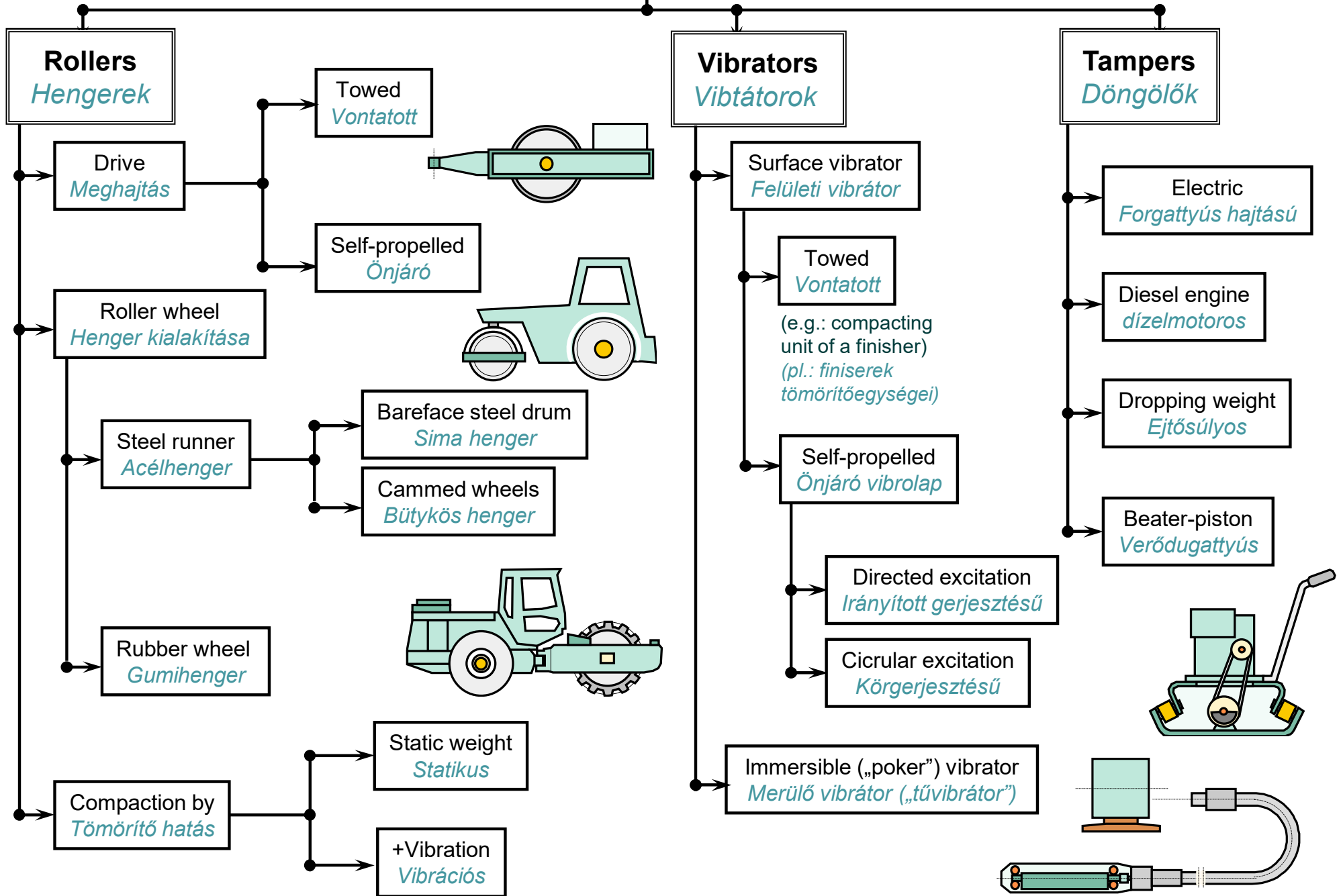
**Typical application: refinery earthworks, levelling, topsoil excavation, spreading**  
*Jellemző alkalmazási területek: finom földmunka, tereprendezés, humuszleszedés, terítés*

- a. grader *földgyalu* :  $H_2 < h$       Effect of uneven surface ( $h$ ) on position of blade ( $H$ )  
*Egyenetlen felszín ( $h$ ) hatása a tolólap helyzetére ( $H$ )*      b. dozer *földtoló* :  $H_1 > h$



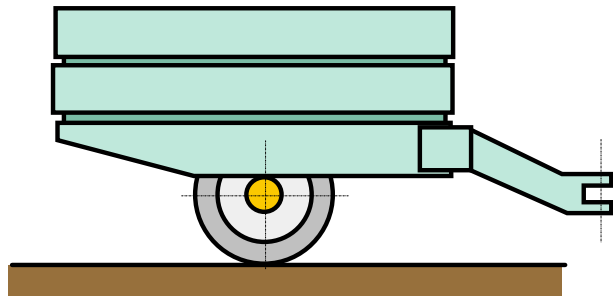
**Laser controlled (C) grader equipped with ripper (A) and front blade (B) attachment**  
*Lézer vezérlésű (C) földgyalu, talajlazító (A) és elülső tolólap (B) kiegészítő szerelésekkel*

# Compactors *Tömörítőgépek*

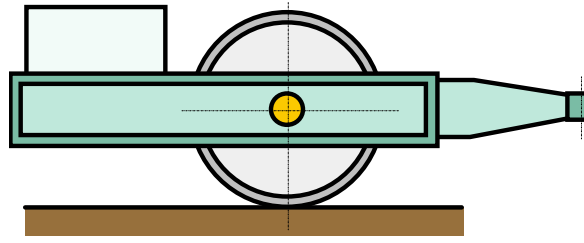


## Towed rollers *Vontatott hengerek*

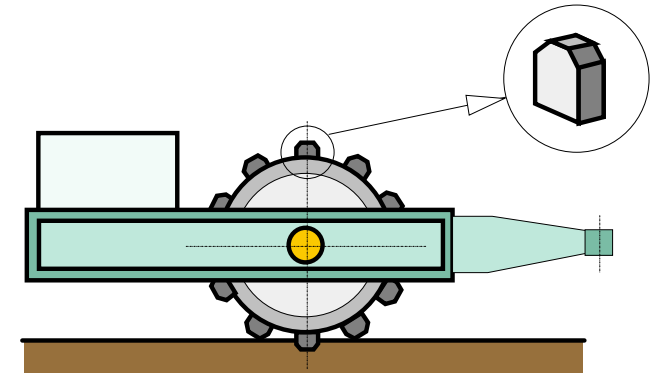
### Basic types *Alaptípusok:*



a. rubber-wheel roller  
*gumikerekes henger*



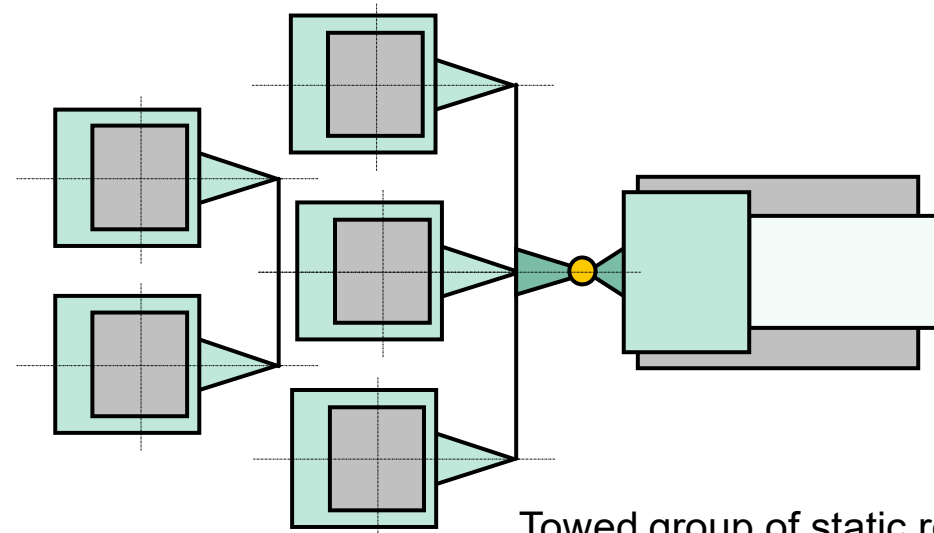
b. barefaced steel-drum  
*acél simahenger*



c. tamping (spiked/cammed) roller  
(for clay and adherent soil)  
*büttykös („juhláb”) henger*  
(agyagos, kötött talajokhoz)

### Features *Jellemzők:*

- Main application is soil compaction  
*Jellemzően talajok tömörítésére*
- Towed individually or in groups  
*Egyedileg, vagy csoportban vontatva*
- Static load transferred to the soil can be controlled by weights mounted  
*A talajnak átadott statikus terhelés pótsúlyok le- és felhelyezésével változtatható*



Towed group of static rollers  
*Vontatott hengercsoport*

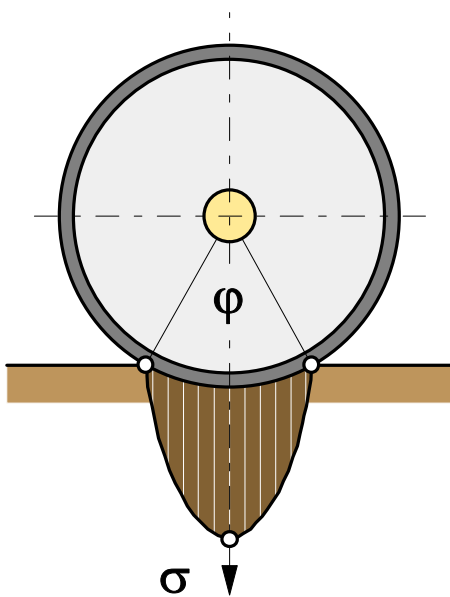


# Self-propelled rollers *Önjáró hengerek*

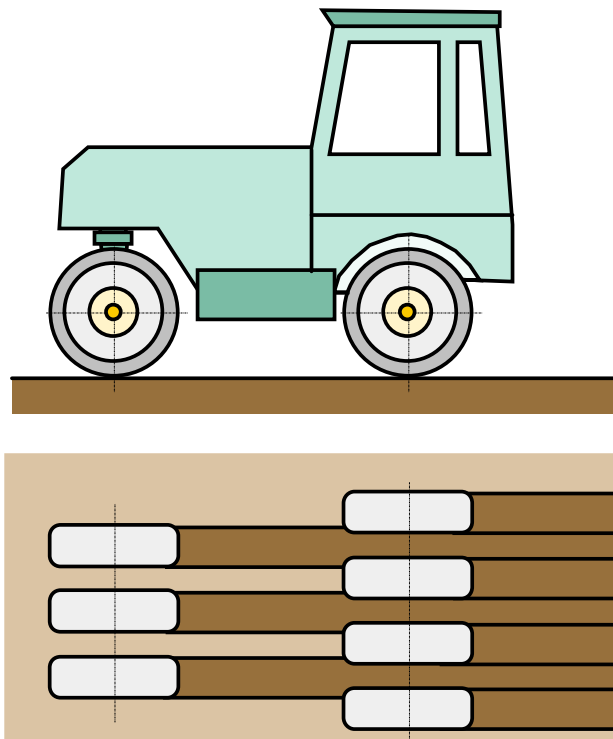
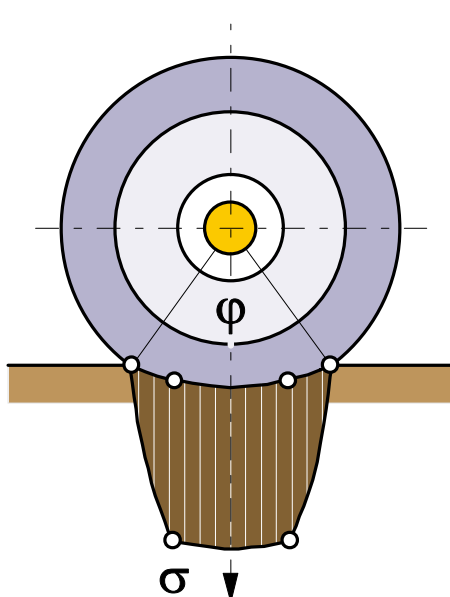


Typical configurations *Jellegzetes szerkezeti kialakítások*

a. bareface steel roller  
*acél simahenger*



b. rubber-wheel roller  
*gumihenger*



Rubber-wheel configuration  
*Gumikerekes henger  
kerékelrendezése*

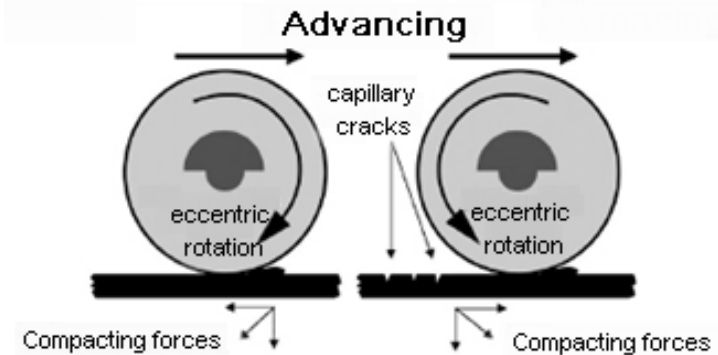
Soil compression (stress) under roller wheels  
*Feszültségeloszlás a tömörítő kerék/henger alatt*

# Vibratory compaction

## Principle of vibratory compaction:

Grains of soil are effected by periodically alternating inertial forces. These forces make grain particles ‘floating’, so ordering is progressed without friction.

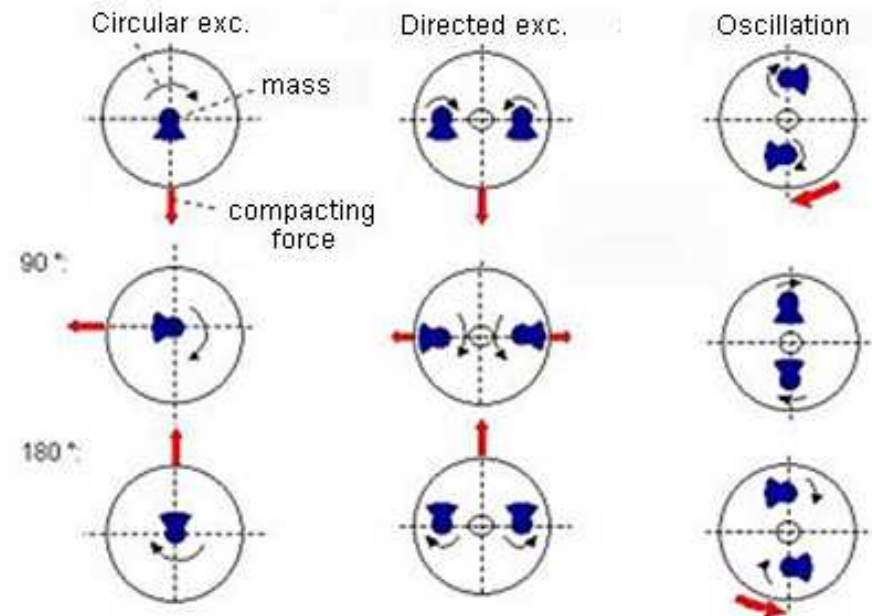
At vibratory compaction low amplitude high frequency excitation is used for loose soil or for deep layers. High amplitude low frequency excitation is used for cohesive soils in thin layers. Frequency of excitation should be close to characteristic frequency of the soil.



Effect of direction of rotation on the quality of compacted surface

## Ways of excitation:

- circular excitation: simple construction, single exciter unit, eccentric should always rotate in direction of advancing
- directed excitation: double exciter unit, generates both compressing and shearing forces in the soil simultaneously
- oscillation: the two exciter masses generate moment at the surface of the drum creating compressing and shearing forces in the soil, so grains are ordered horizontally. Vertical force is provided by the weight of the drum



Comparison of excitation methods

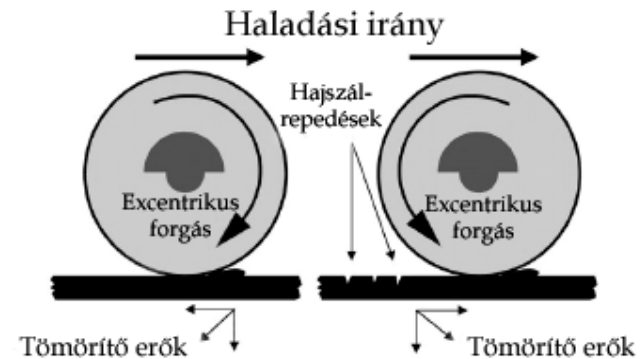
## Vibrációs tömörítés

### A vibrációs tömörítés lényege:

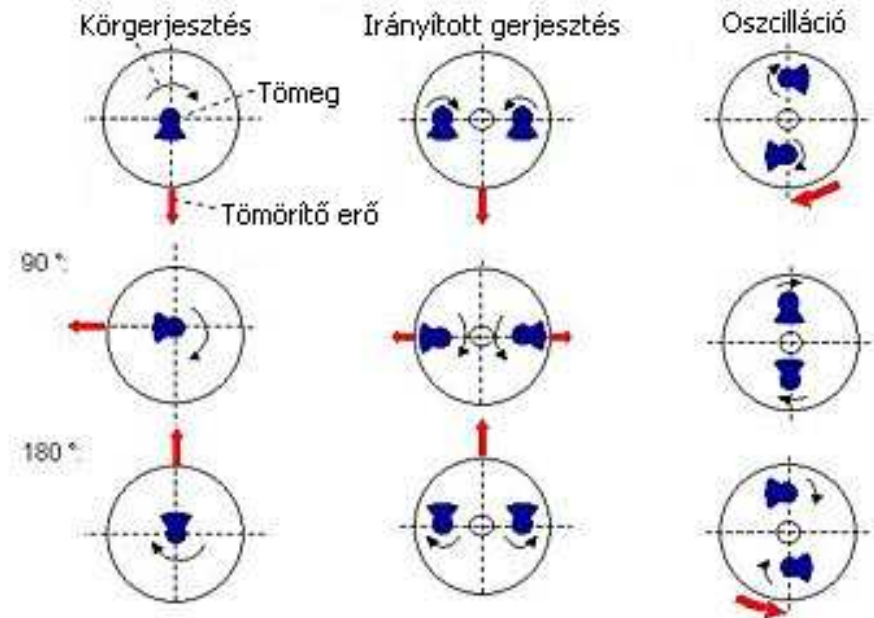
A talaj szemcséire periodikusan változó tömegerő hat. Ez az erő a szemcséket „lebegésbe” hozza, így az elrendeződés súrlódás nélkül megy végbe. Vibrációs tömörítésnél kis amplitúddal és nagy frekvenciával tömörítenek laza talajokat, vagy mélyebb rétegeket. Nagy amplitúddal és kis frekvenciával pedig kötött talajokat kis rétegvastagság esetén. A gerjesztett rezgés frekvenciájának a talaj sajátfrekvenciájának közelében kell lenni.

### Gerjesztéstípusok:

- **körgerjesztés:** egyszerű konstrukció, egy gerjesztő egység, mindig a haladási irányba kell, hogy forogjon az excenter!
- **irányított gerjesztés:** 2 gerjesztő egység, a talajban egyszerre kelt dinamikus nyomást és nyírást.
- **oszcilláció:** 2 gerjesztő tömeg nyomatókat kelt a henger dobján, ami a talajban nyomó és nyíró feszültséget kelt, így a szemcsék vízszintes irányban rendeződnek. A függőleges tömörítő erőt a dob súlya adja.



### *Forgásirány hatása a tömörített felület minőségére*

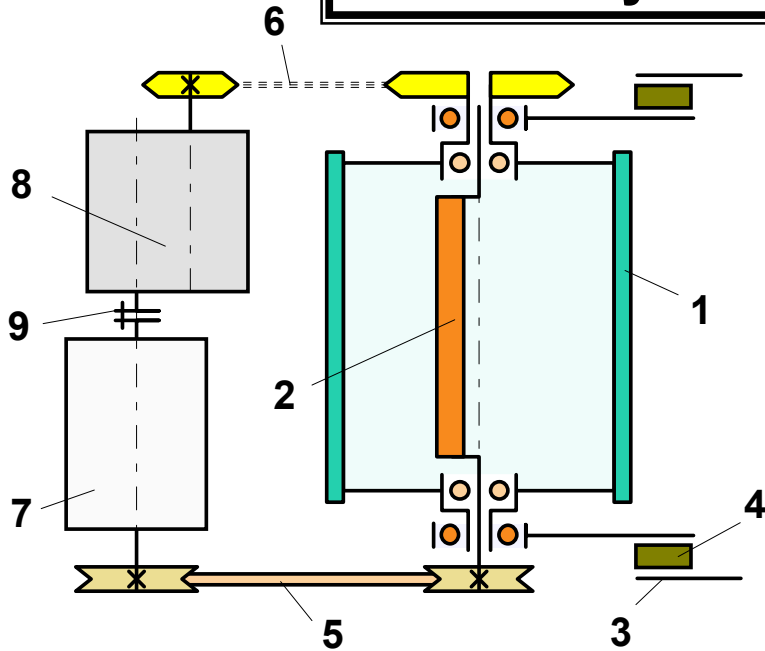


### *Gerjesztési módok összehasonlítása*

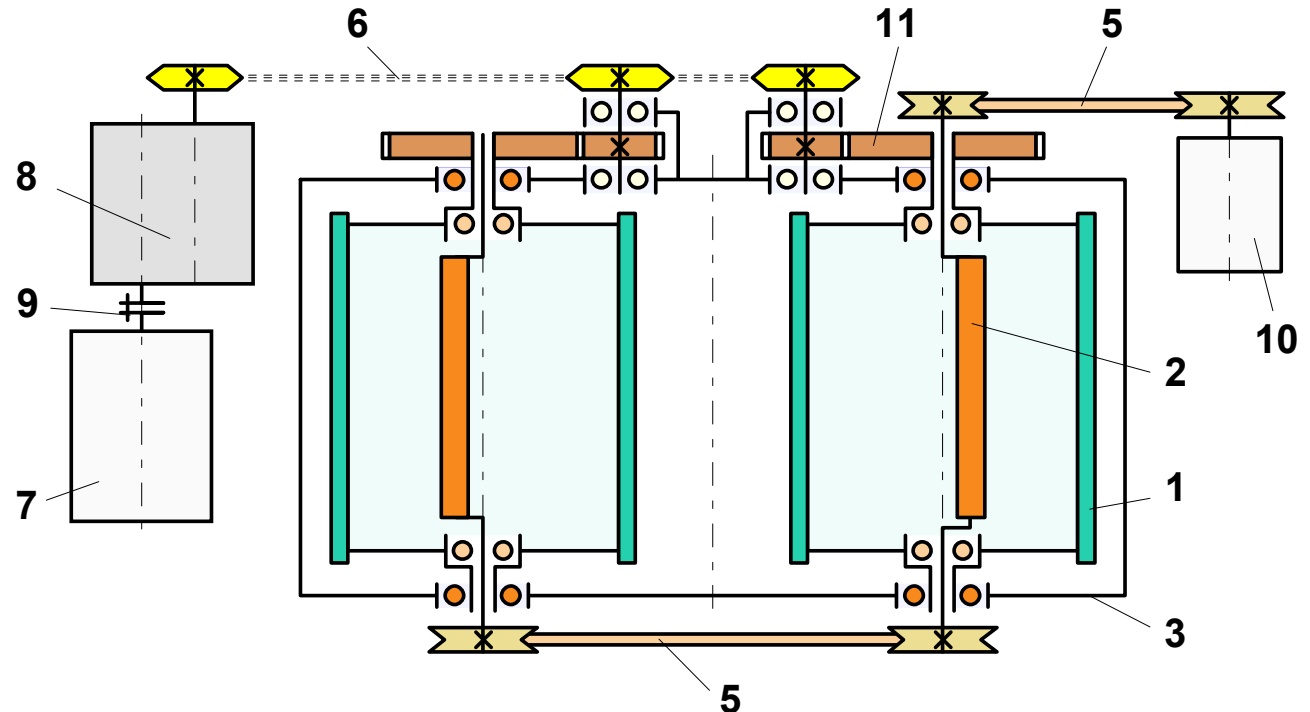
# Vibratory roller drives *Vibrációs hengerek hajtása*

**Roller Compactor: low working speed (  $v = 5 \dots 20 \text{ km/h}$  )**  
**Mechanic drive: gear-down unit (cogwheel gear, chain drive)**  
**Hydraulic drive: low r/min hydro-motor, high driving torque**  
*Tömörítőhenger: a haladási sebesség kicsi (  $v = 5 \dots 20 \text{ km/ó}$  )*  
*Mechanikus hajtásnál: nagy lassító áttétel (fogaskerekes hajtómű, lánchajtás)*  
*Hidraulikus hajtásnál: alacsony fordulatszámú, nagy nyomatékú hidro-motor*

**Excentric axle: high r/min value is needed for excitation and for efficient compaction (  $n = 2400 \dots 4500 \text{ r/min}$  )**  
*Excenteres tengely: a megfelelő tömörítő hatás, ill. gerjesztőerő biztosítása magas fordulatszámot igényel (  $n = 2400 \dots 4500 \text{ f/perc}$  ), nem kell nagy áttétel.*



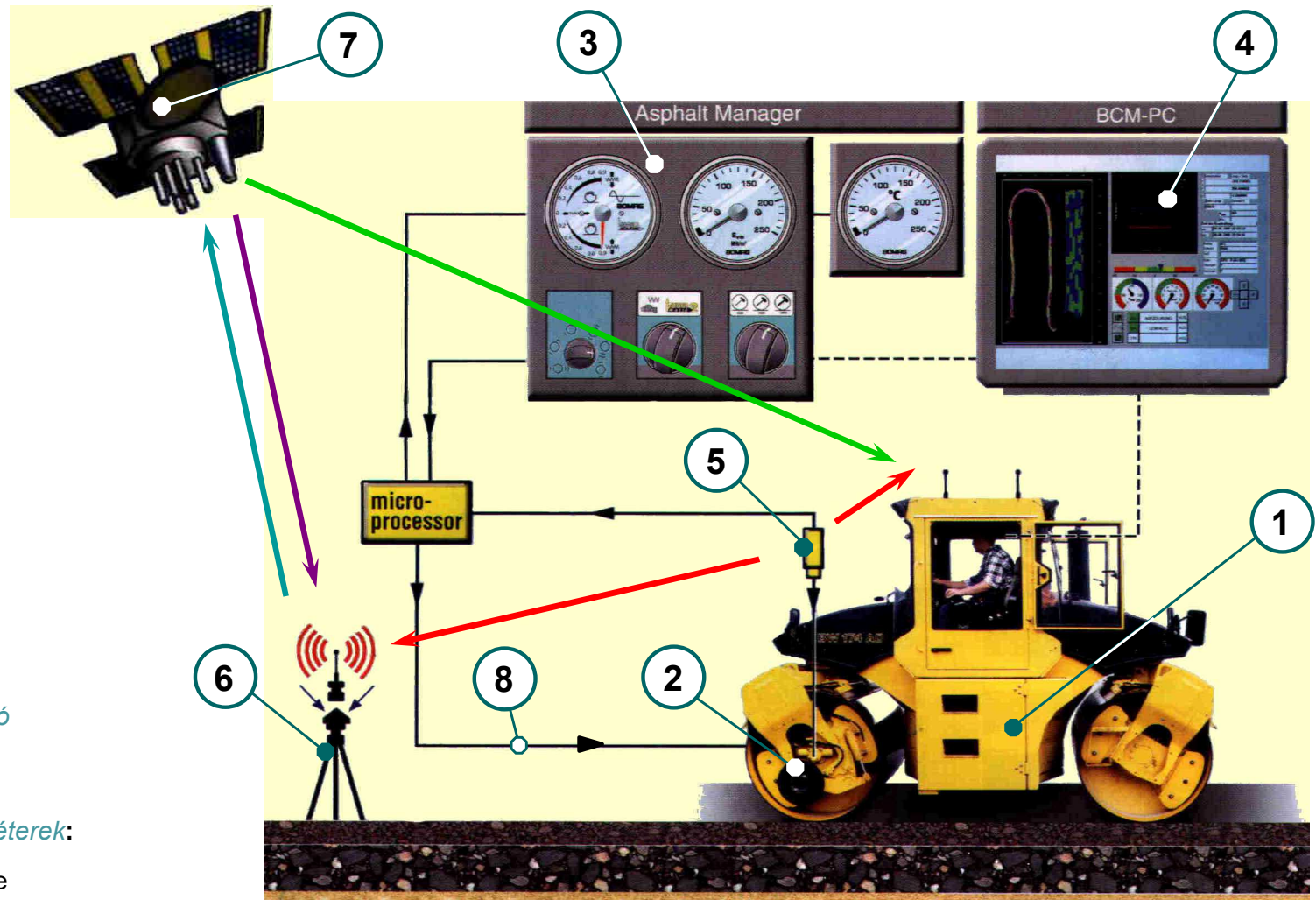
- 1. vibrating roller *vibrációs henger*
- 2. excentric axle *excenteres tengely*
- 3. carriage (frame) *vázszerkezet*
- 4. rubber spring *gumirugó*
- 5. V-belt drive *ékszíjhajtás*
- 6. chain drive *lánchajtás*
- 7. engine *motor*
- 8. gear-down unit  
*lassító fogaskerekes hajtómű*
- 9. clutch *tengelykapcsoló*
- 10. exciting motor  
*gerjesztő tengely meghajtó motor*
- 11. cogwheel gear *fogaskerék áttétel*



**Double engine drive (both roller wheels are driven)**  
*Kétmotoros hajtás (mindkét tömörítőheger hajtott)*

**Vibratory roller remote control**  
*Vibrációs henger távvezérlés*

- 1. vibro roller *vibrációs henger*
- 2. exciter unit *gerjesztő egység*
- 3. controlling unit *vezérlő egység*
- 4. Monitor *kijelző*
- 5. acceleration sensor *gyorsulásmérő*
- 6. radio receiver-transmitter (database + controlling-monitoring system)  
*rádió vevő-átjátszó (adatbázis + beavatkozó-megfigyelő rendszer)*
- 7. Satellite *műhold*
- 8. adjusting direction angle *iránykorrekció*



**Controlling parameters** *Vezérlő paraméterek:*

dynamic elastic modulus of material to be compacted (via measuring acceleration)  
*a tömörítendő anyag rugalmassági modulusa (gyorsulásmérés elvén)*

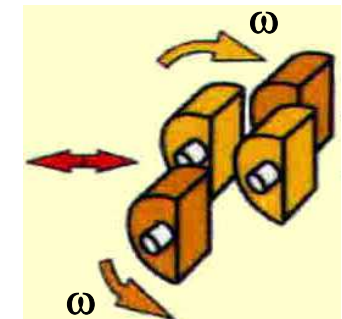
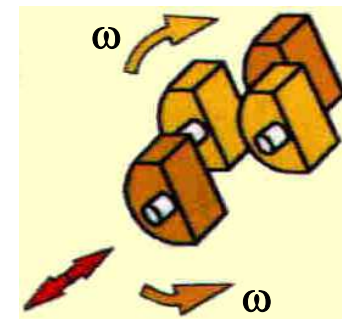
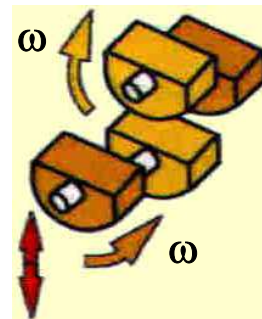
**Controlled parameters** *Vezérelt paraméterek:*

vertical excitation force *függőleges gerjesztőerő* ( $F_{ve}$ )  
 frequency of vibration *vibráció frekvenciája*  
 working direction of the unit *haladási irány*

$F_{ve} = MAX$

$F_{ve}$

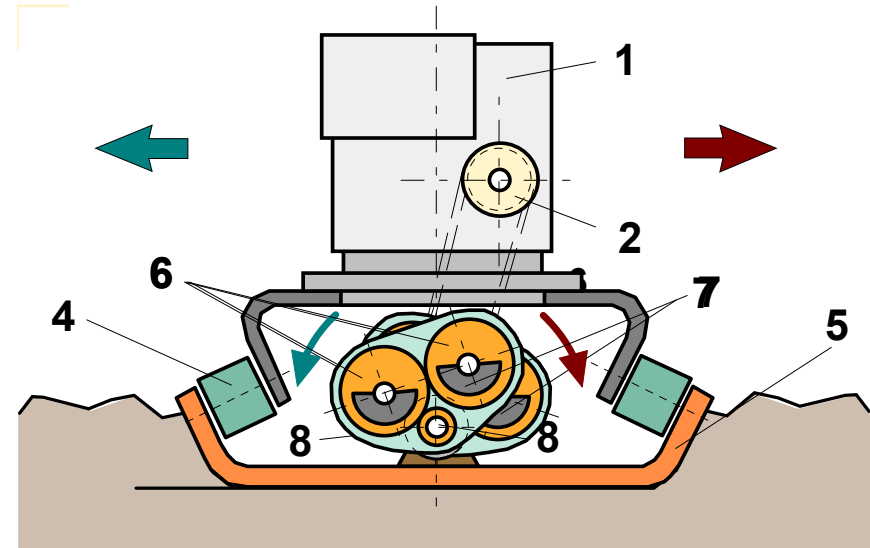
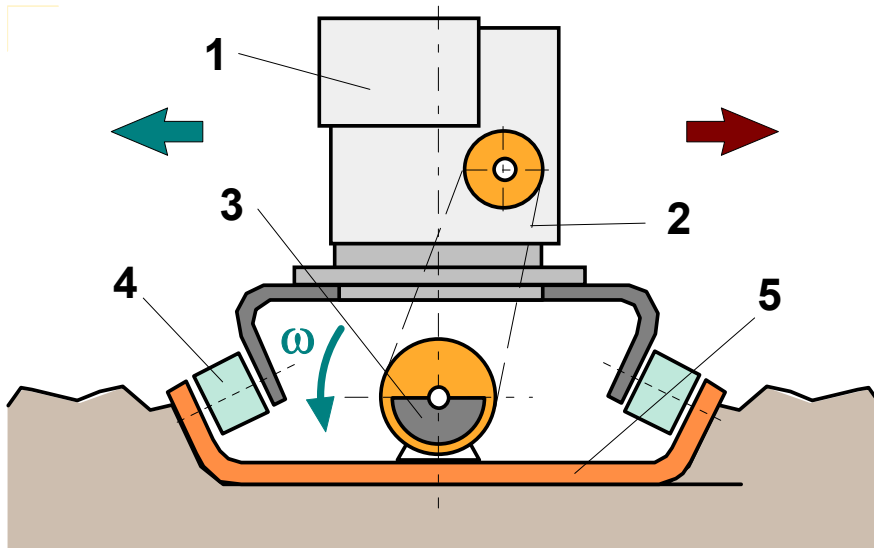
$F_{ve} = 0$



# Vibro-plates *Vibrolapok*

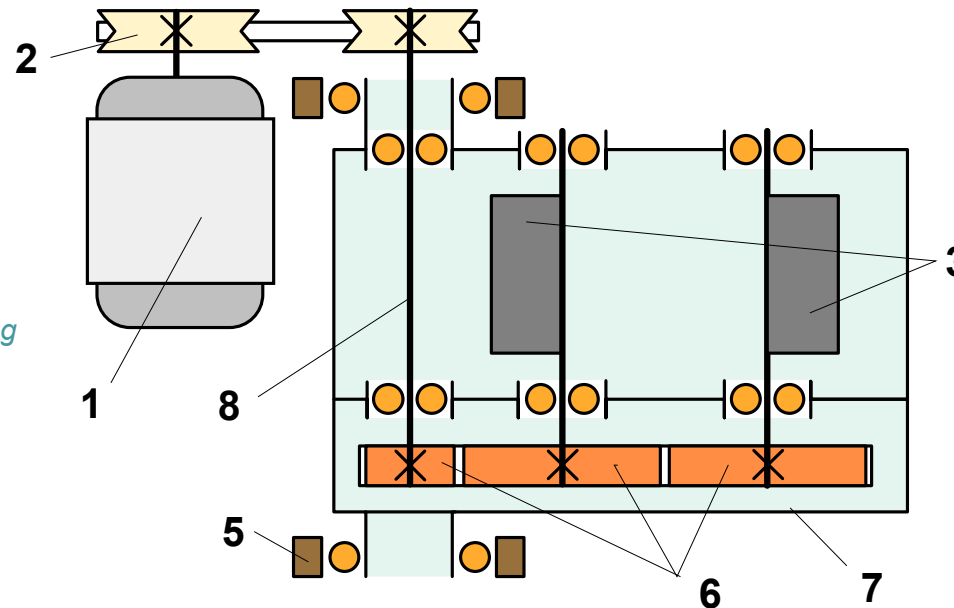
**Circular excitation** ( changing direction of rotation )  
*Körgerjesztés ( irányváltás a forgásirány változtatásával )*

**Directed excitation** ( changing angle of direction )  
*Írányított gerjesztés ( a gerjesztési irányszög változtatásával )*



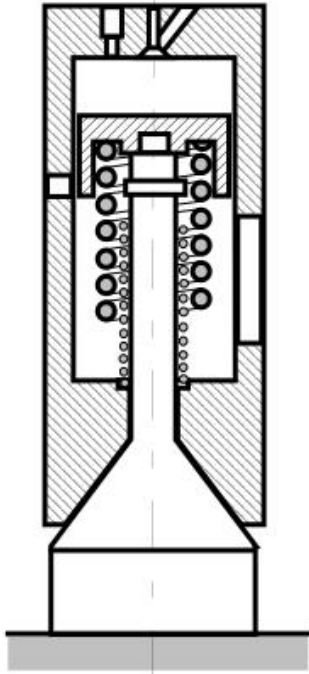
**Exciter unit drive**  
*Gerjesztőegység hajtása*

- 1. engine *motor*
- 2. V-belt drive *ékszíjhajtás*
- 3. exciting mass *gerjesztő tömeg*
- 4. rubber spring *gumirugó*
- 5. compactor plate *tömörítőlap*
- 6. Cogwheel *fogaskerék*
- 7. exciter unit *gerjesztőegység*
- 8. Layshaft *előtét tengely*



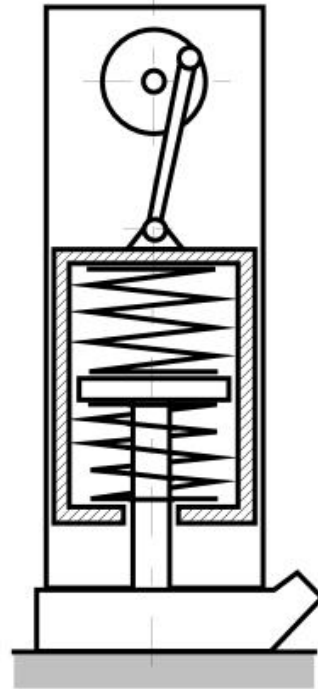
## Tampers *Döngölők*

a.



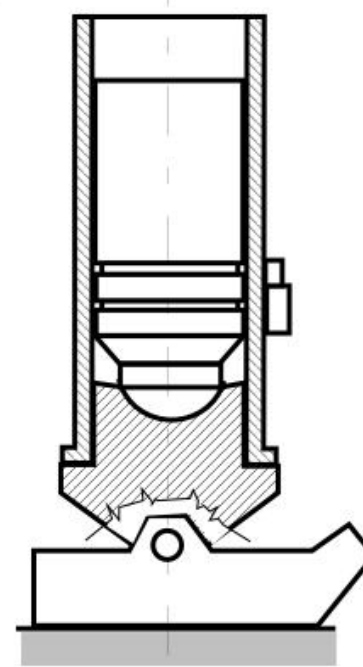
**Diesel engine tamper**  
*Dízelmotoros döngölő*

b.



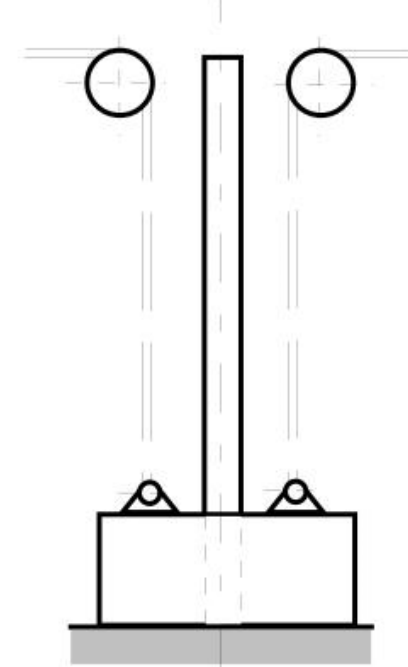
**Electric tamper**  
*Elektromos döngölő*

c.



**Beater-piston rammer**  
*Verődugattyús döngölő*

d.



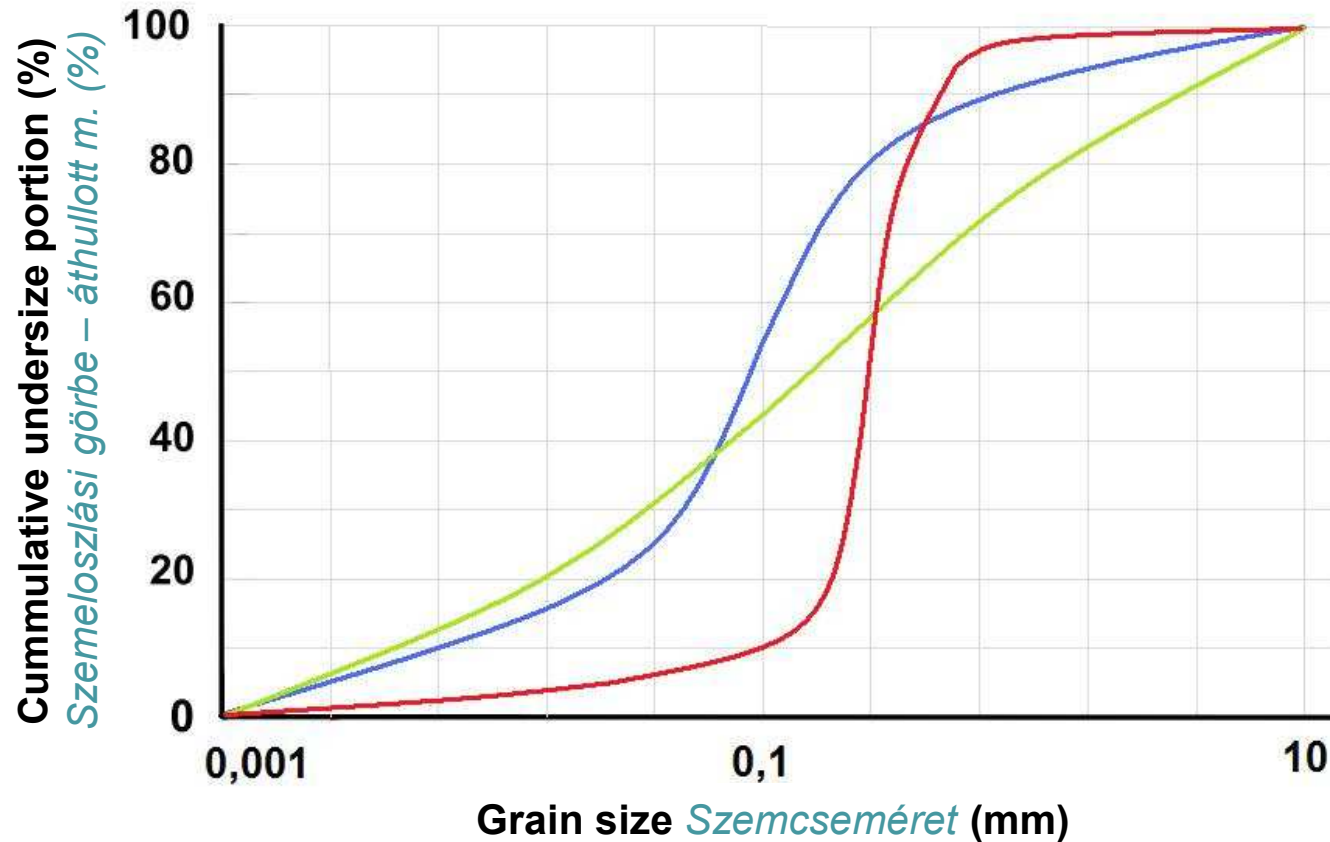
**Dropping weight compactor**  
*Ejtősúlyos döngölő*

**Tampers can be used for to compact nearly all types of soil. Thickness (depth) of layer can be compacted effectively is about 40 cm. Compaction frequency is between 2 and 15 Hz.**

*A döngölők majdnem minden talajtípus tömörítésére használhatók. Maximális hatásmélységük 40 cm körül van. Alacsony tömörítési frekvencia (2 – 15 Hz).*

## Applicable (effective) compaction method to be used at different types of soil

*Különböző talajtípusoknál alkalmazható tömörítőgépek*



1. **Single-grain soil structures** *egyszemcsés talajszerkezet* → vibratory compaction *vibrációs tömörítés*
2. **Well distributed grain-size** *jól strukturált talajszerkezet* → low frequency vibratory compaction *alacsony-frekvenciájú vibráció*
3. **Air and water removal** *Levegő és vízkiszorítás* → static cammed steel drum or rubber wheel compactors *statikus acél juhlábh., gumihenger*
4. **Sand and gravel** *Homok és kavics* → vibratory rollers *vibrohengerek*
5. **Clay and silt** *Agyag és iszap* → cammed steel drum, sometimes rubber wheel compactors *bűtykös-, ill. juhlábhenger, esetleg gumihenger*



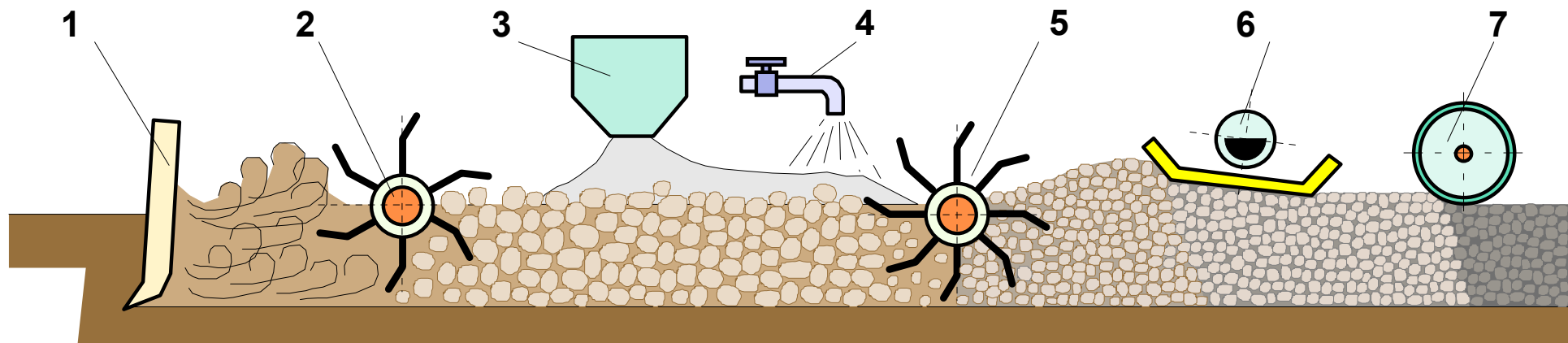
## Soil stabilization *Talajstabilizáció*

**Job:** stabilizing (solidifying) loose soil structure

*Feladat: laza szemszerkezetű talaj stabilizálása (megszilárdítása)*

**Methods:** in-situ stabilization, pre-mixed stabilization

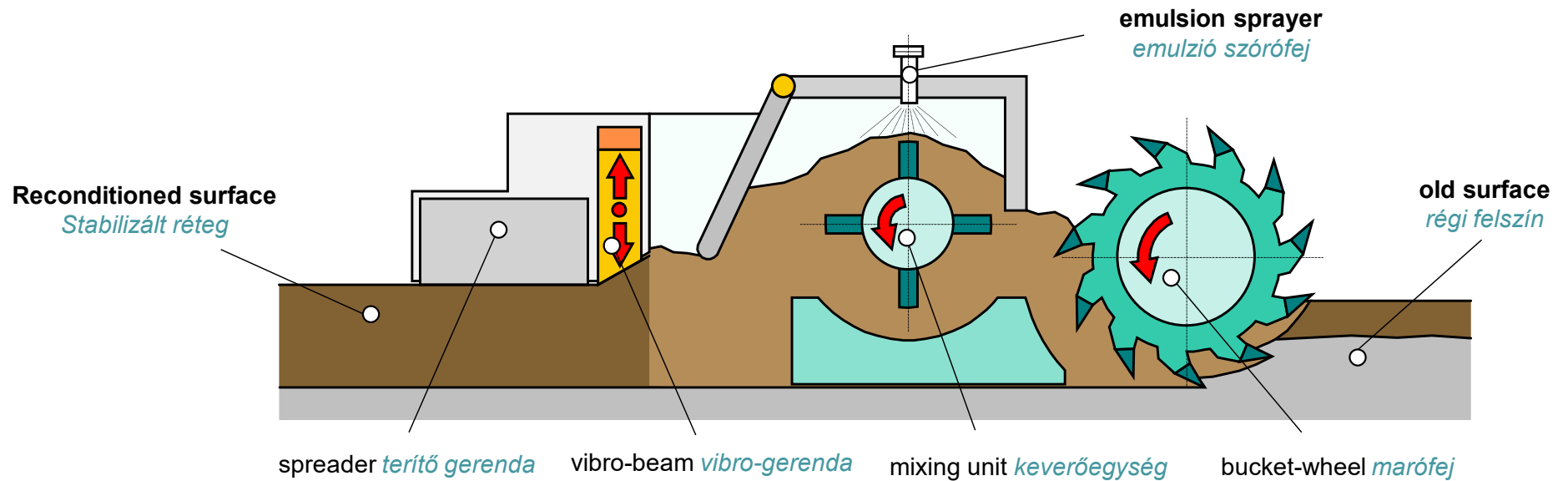
*Megoldás: helyszíni stabilizáció, előkevert stabilizáció*



**Steps (in-situ) *Munkafázisok (helyszíni stabilizáció):***

- ripping the soil by rippers *talaj fellazítása talajlazító fogakkal (1)*
- crushing (breaking) soil by bucket-wheels *talajrögök törése (aprítása) marófejjel (2)*
- improving soil structure by adding missing soil-fragments, or cement (3) and water (4), or lime, or asphalt, and spreading it *talaj szemszerkezet javítása talajfrakciók, cement (3) és víz (4), illetve mész, vagy bitumen hozzáadásával és terítéssel*
- mixing additives and on-site soil by bucket-wheels *adalékok és helyi anyag keverése marófejjel (5)*
- compacting solidified layer by surface vibrators (6) and roller compactors (7)  
*a stabilizált talajréteg tömörítése felületi tömörítővel (6) és tömörítő hengerrel (7)*

# Soil stabilizing and resurfacing train *Talajstabilizációs géplánc*



## Train units *Géplánc egységei:*

- resurfacing unit *stabilizációs egység*
- water or slurry tank *víz-, ill. zagytartály*
- asphalt emulsion tank *aszfaltemulzió tartály*
- vibratory steel- and rubber-wheel rollers *vibrációs acélhenger, vagy gumihenger*

