

POGLAVJE 8 – Hidravlični sistemi na traktorjih

Hidravlični sistemi so ključni za delovanje sodobnih traktorjev in drugih kmetijskih strojev, saj omogočajo prenos in nadzor moči s pomočjo tekočine pod tlakom. Hidravlika izkorišča lastnosti ne-stisljivih tekočin za prenos sile in gibanja, kar omogoča učinkovito upravljanje delovnih priključkov ter izvajanje različnih kmetijskih opravil.

Prednosti hidravličnih sistemov

Hidravlični sistemi imajo več prednosti pred mehanskimi in pnevmatskimi sistemi:

- **Velika moč pri majhni teži** – Hidravlični aktuatorji lahko prenašajo velike sile kljub kompaktni zasnovi.
- **Natančno upravljanje** – Pretok in tlak tekočine se lahko natančno regulirata, kar omogoča visoko stopnjo nadzora nad gibanjem.
- **Mehko in gladko delovanje** – Za razliko od mehanskih sistemov hidravlika zagotavlja gladko in enakomerno gibanje.
- **Dolga življenjska doba** – Ob ustreznem vzdrževanju so hidravlični sistemi izjemno zanesljivi in dolgotrajni.

Osnovna fizikalna načela hidravlike

Tlak

V mirujoči tekočini tlak opišemo z enačbo: $p(h) = p_0 + \rho gh$

$p_0 = 1013 \text{ mbar}$ je normalni zračni tlak na morski gladini

V globljih delih tekočine je tlak večji zaradi teže tekočine zgoraj.

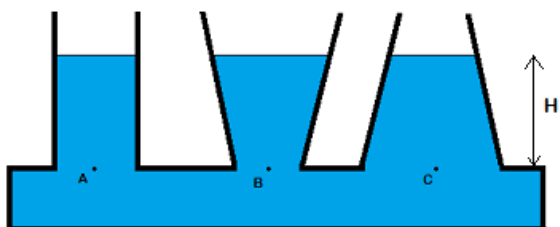
<https://www.youtube.com/watch?v=TzAJOURjR0>

V tekočinah deluje t.i. Pascalov zakon:

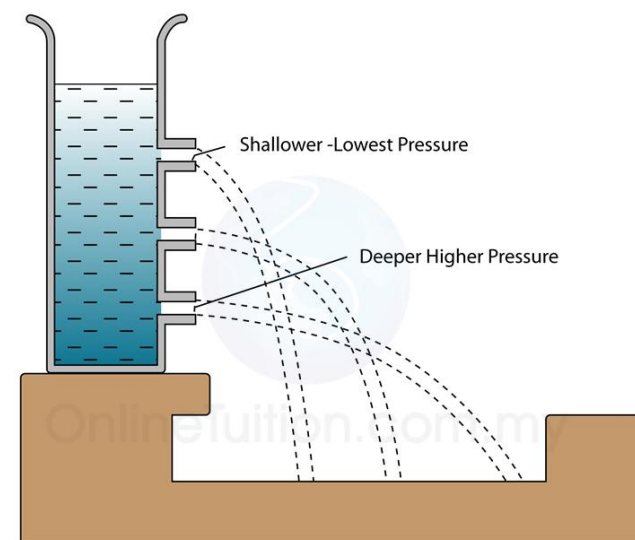
Pascalov zakon, imenovan po francoskem matematikom in fiziku Blaiseu Pascalu, je temeljni zakon hidrostatike, ki opisuje vedenje tekočin v zaprtih sistemih. Ta zakon pravi:

"Tlak, ki ga povzroča zunanja sila na tekočino v zaprti posodi, se enakomerno porazdeli v vse smeri po tekočini."

Pascalov zakon je ključnega pomena za razumevanje mnogih naravnih pojavov in za razvoj tehnologij, ki temeljijo na prenosu tlaka v tekočinah.



hidrostatični paradoks



Masni in prostorninski tok

Sprememba mase v enoti časa se imenuje

masni pretok:

$$\Phi_m = \frac{\Delta m}{\Delta t} \left[\frac{kg}{s} \right]$$

Sprememba volumna v enoti časa se imenuje

volumski pretok:

$$\Phi_v = \frac{\Delta V}{\Delta t} \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

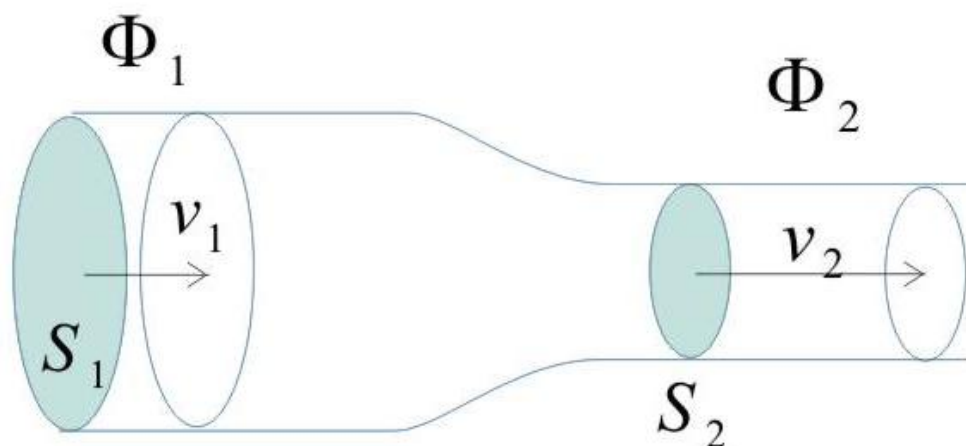
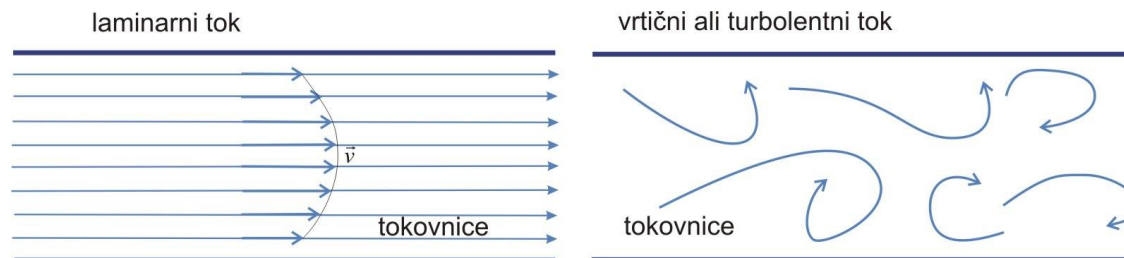
Masni in volumski pretok **sta povezana** z enačbo:

$$\Phi_m = \rho \Phi_v$$

Uporabna je tudi sledeča enačba:

$$\Phi_v = S v$$

Volumski pretok je premo-sorazmeren s presekom in hitrostjo.



Flow vs pressure: <https://www.youtube.com/watch?v=Upx-ecYwCLw>

Documentary: <https://www.youtube.com/watch?v=Zkun0JO-fxY>

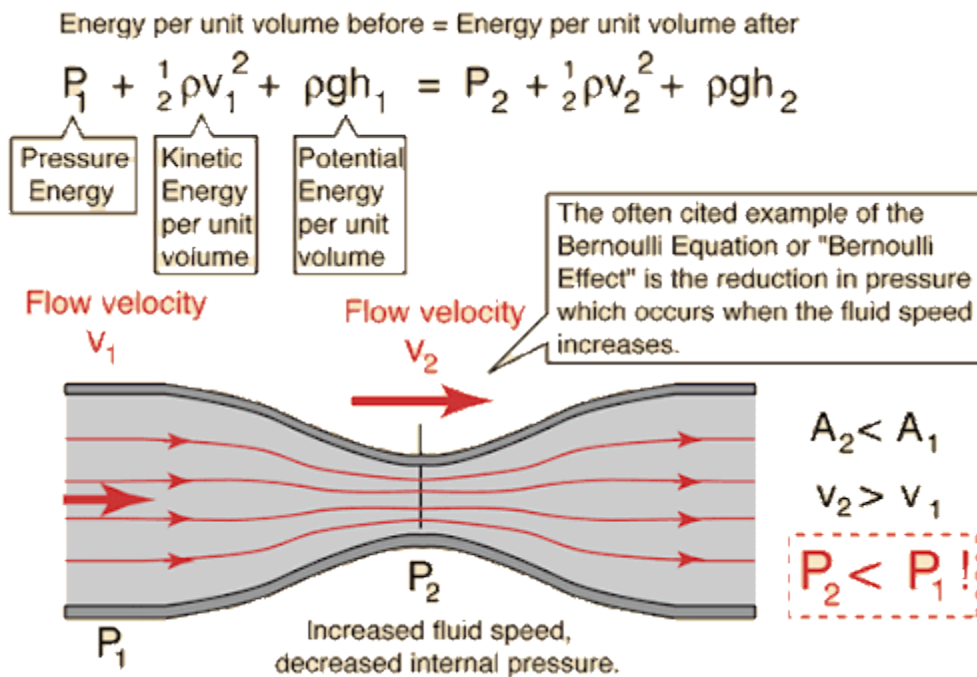
Bernoullijeva enačba

<https://www.youtube.com/watch?v=DW4rltB20h4>

Bernoullijeva enačba opisuje razmerje med tlakom, hitrostjo in višino tekočine v hidravličnem sistemu:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{konst.}$$

Ta zakon je pomemben pri analizi pretoka olja skozi cevi in ventile v hidravličnem sistemu.



fluid pressure density elevation

STATIC PRESSURE DYNAMIC PRESSURE HYDROSTATIC PRESSURE

P $\frac{\rho}{2}V^2$ ρgh = constant (along a streamline)

PRESSURE ENERGY KINETIC ENERGY POTENTIAL ENERGY

velocity gravitational acceleration

Delo tlaka

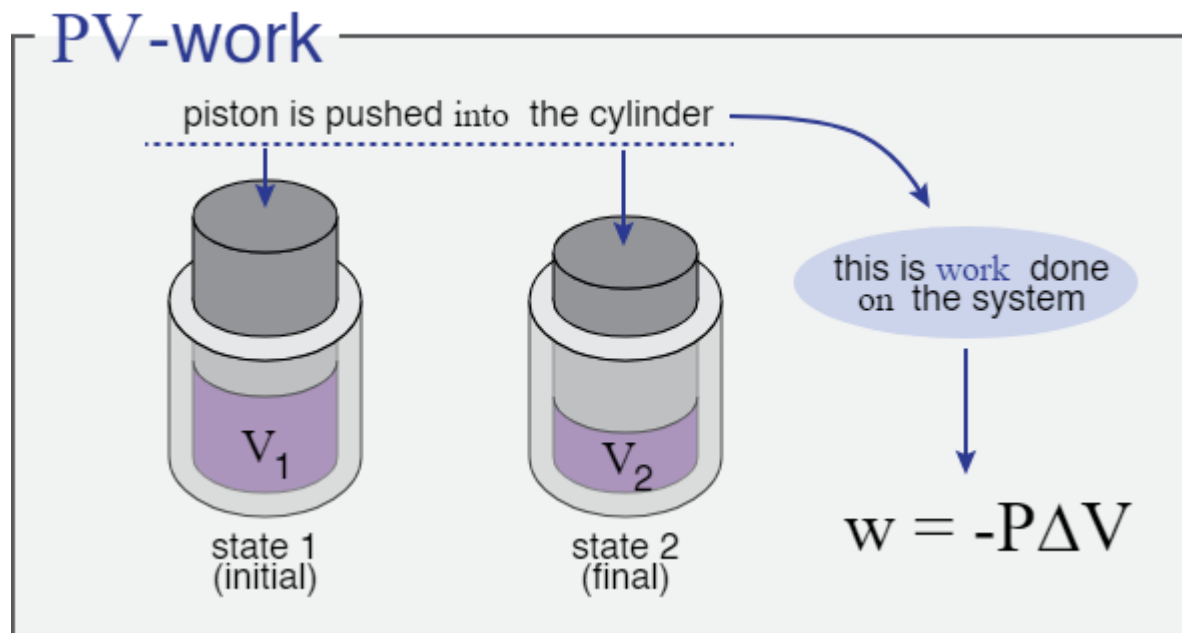
$$\Delta A = F s = p S \Delta s = p \Delta V.$$

$$P = p \frac{\Delta V}{\Delta t} = p \Phi_v.$$

$$p = \rho g h + p_0.$$

Moč je premo-sorazmerna s pretokom in tlakom.

To pomeni, čim večji padec (višino hidroelektrarne) in čim večji pretok.



Zakon o ohranitvi mase in energije

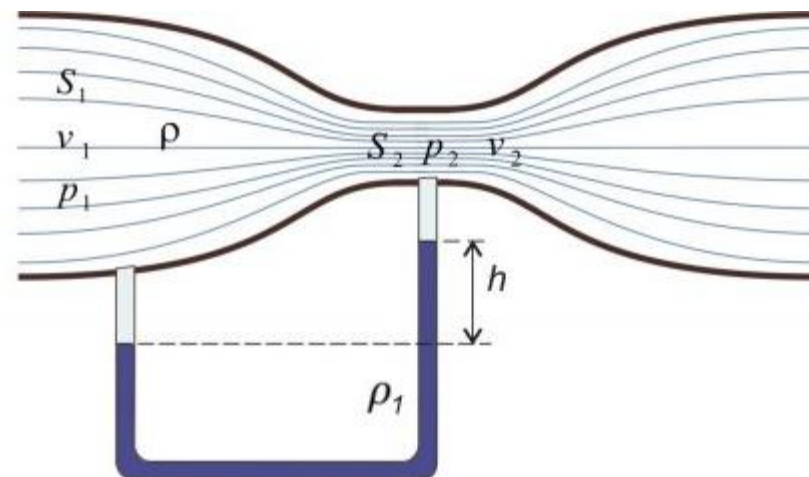
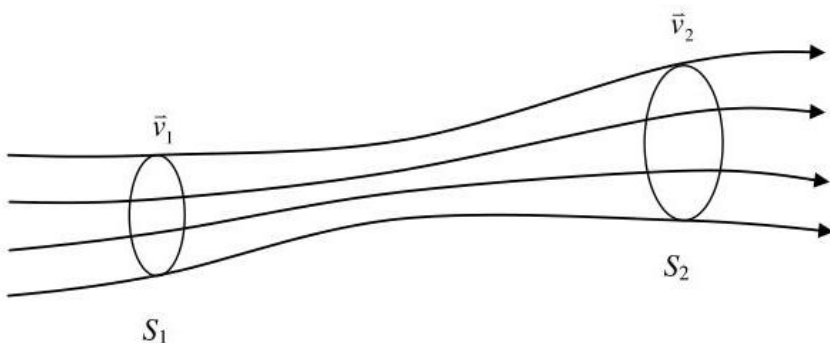
<https://www.youtube.com/watch?v=wykn-JTnacE>

Hidravlični sistemi delujejo po principu ohranitve mase (**kontinuitetna enačba**) in ohranitve energije, kar zagotavlja, da se pretok tekočine skozi sistem ohranja in da se energija ne izgublja, ampak pretvarja v delo.

- stacionarni tok
- nestisljiva tekočina

$$\Phi_v = S_1 v_1 = S_2 v_2$$

volumski pretok se ohranja: manjši presek, večja hitrost



Definicija hidravličnega principa

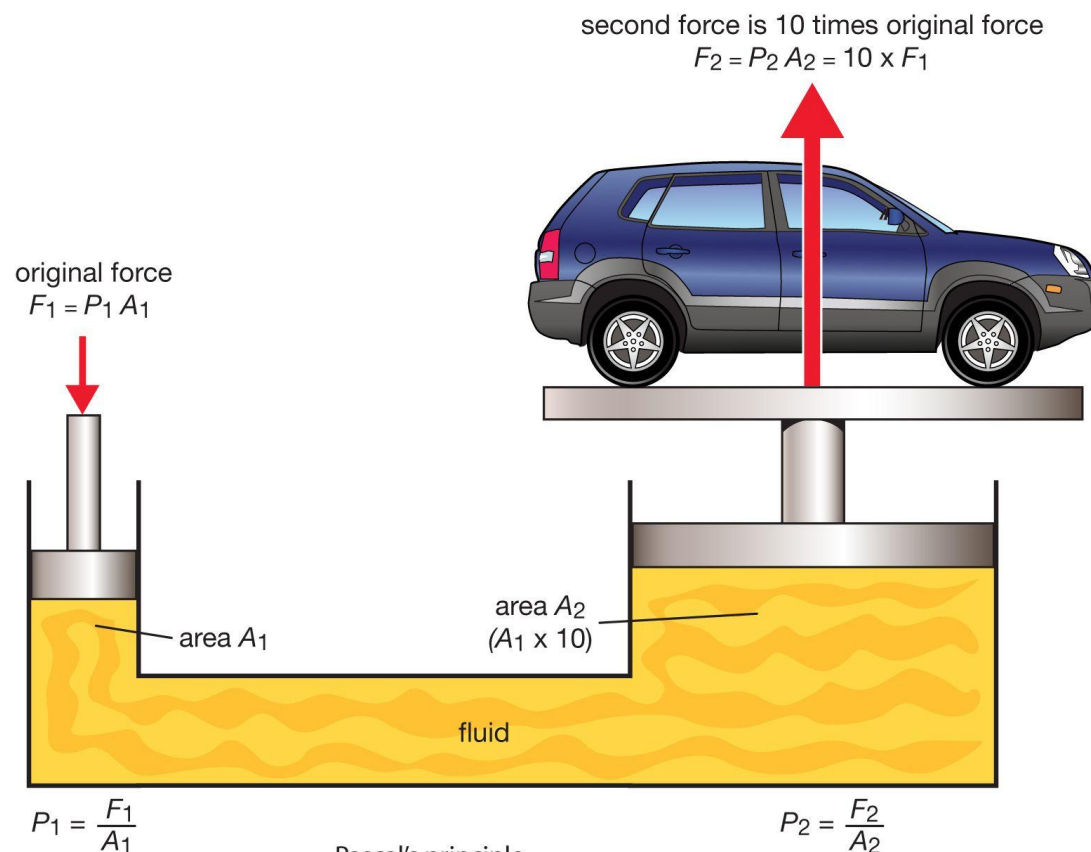
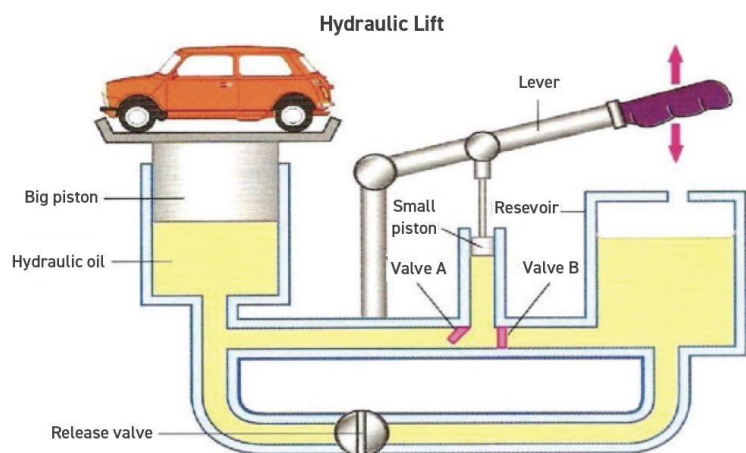
Hidravlični princip temelji na **uporabi nestisljive tekočine (najpogosteje hidravličnega olja) za prenos moči in gibanja v zaprtem sistemu**. Ta princip izkorišča **Pascalov zakon**, ki pravi, da se tlak v tekočini, ki je zaprta v posodi, prenaša enakomerno v vse smeri.

<https://www.youtube.com/watch?v=7WbddnjSFyQ&t=363s>

To pomeni, da če na manjši bat deluje sila F_1 , se zaradi enakomernega prenosa tlaka v tekočini ustvari sila F_2 na večjem batu, ki je večja sorazmerno s površino bata:

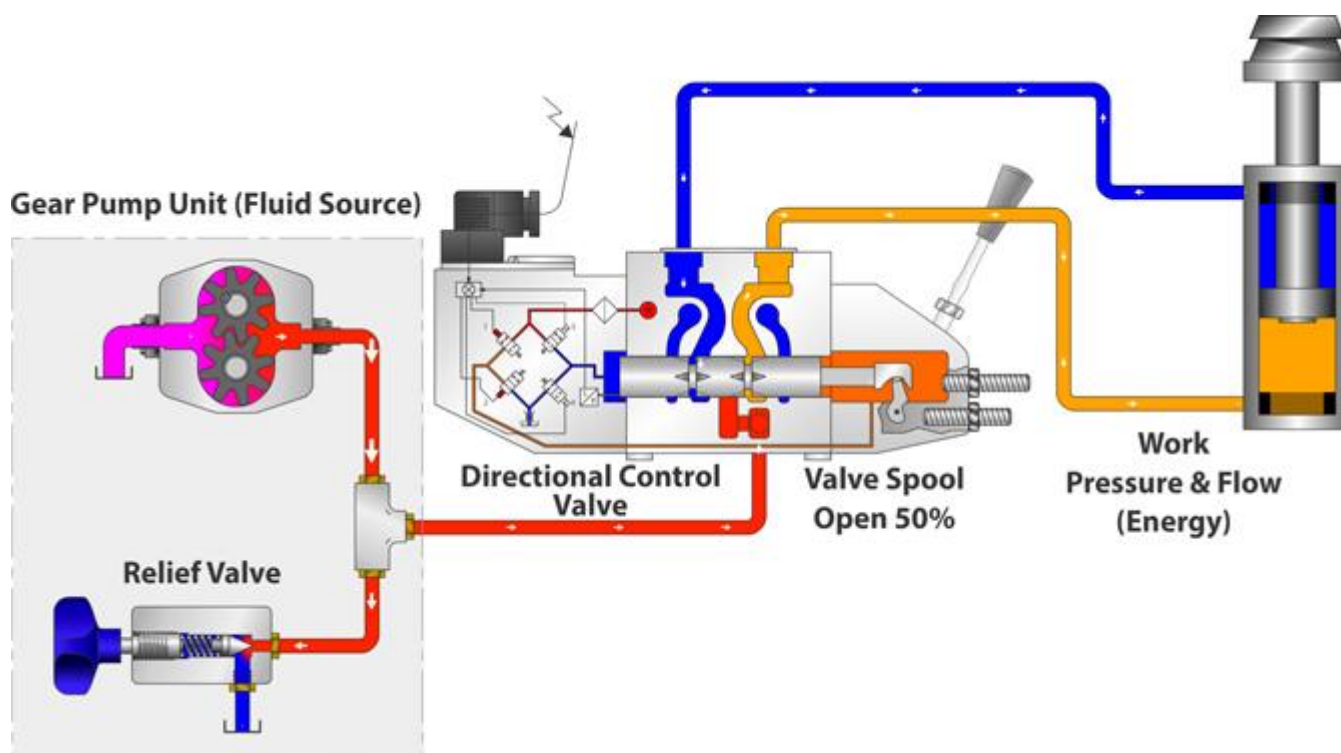
$$F_2 = F_1 \times \frac{A_2}{A_1}$$

kar omogoča mehansko ojačanje sile v hidravličnih sistemih.



Sestavni deli hidravličnega sistema traktorja

Hidravlični sistemi na traktorjih so sestavljeni iz več ključnih komponent, ki skupaj omogočajo prenos in regulacijo moči preko hidravlične tekočine. Vsak del ima specifično funkcijo, ki prispeva k delovanju celotnega sistema. V tem poglavju bomo podrobneje obravnavali glavne sestavne dele hidravličnega sistema traktorja.



Animation: <https://www.youtube.com/watch?v=W2t6etP0P-E>

Explanation: <https://www.youtube.com/watch?v=7WbddnjSFyQ&t=67s>

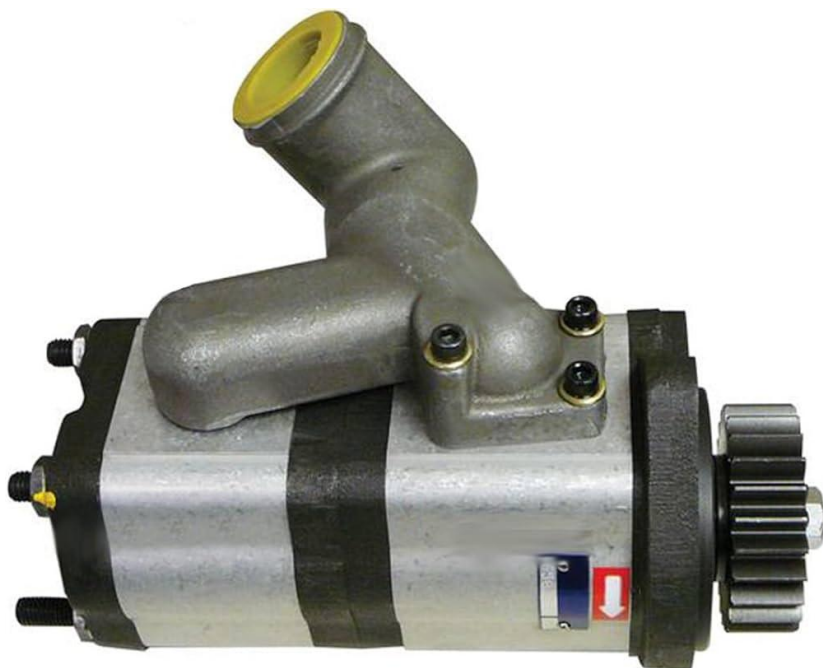
Hidravlična črpalka

<https://www.youtube.com/watch?v=7ul7G8csJSM>

Hidravlična črpalka je srce sistema, saj ustvarja pretok hidravličnega olja in zagotavlja tlak, potreben za delovanje hidravličnih aktuatorjev. V traktorjih se uporabljajo različne vrste črpalk:

- **Zobniška črpalka** – najpogosteje uporabljena, enostavna in robustna, primerna za osnovne hidravlične sisteme.
- **Batna črpalka** – učinkovitejša in zmožna ustvarjati višje tlake, uporablja se v zmogljivejših traktorjih.
- **Lamelna črpalka** – zagotavlja bolj enakomeren pretok, uporablja se pri zahtevnejših hidravličnih sistemih.

Hidravlična črpalka je običajno povezana s **kardansko gredjo motorja traktorja**, kar pomeni, da deluje sočasno z delovanjem motorja.



Hidravlični ventili

<https://www.youtube.com/watch?v=vGXjZNmK8ps>

<https://www.youtube.com/watch?v=CQPwwWXbV3w&t=49s>

Ventili v hidravličnem sistemu skrbijo za nadzor tlaka, pretoka in smeri hidravlične tekočine. Glavne vrste hidravličnih ventilov so:

- **Regulacijski ventili** – uravnavajo tlak in pretok hidravličnega olja.
- **Varnostni ventili** – preprečujejo poškodbe sistema zaradi previsokega tlaka.
- **Smerni ventili** – določajo smer pretoka hidravlične tekočine in omogočajo premik hidravličnih cilindrov v eno ali drugo smer.
- **Elektronsko nadzorovani ventili** – uporabljajo se v sodobnih traktorjih, kjer elektronski sistem prilagaja delovanje hidravlike glede na potrebe uporabnika.

Hidravlični ventili omogočajo traktorju prilagodljivo delovanje, saj kmetom omogočajo enostavno uporabo hidravličnih priključkov.



Hidravlični cilindri in motorji

<https://www.youtube.com/watch?v=52IMMQSB9Hs>

<https://www.youtube.com/watch?v=5M42kdA5nyU>

Hidravlični cilindri in hidravlični motorji so **aktuatorji**, ki pretvarjajo hidravlično energijo v mehansko gibanje.

Hidravlični cilindri

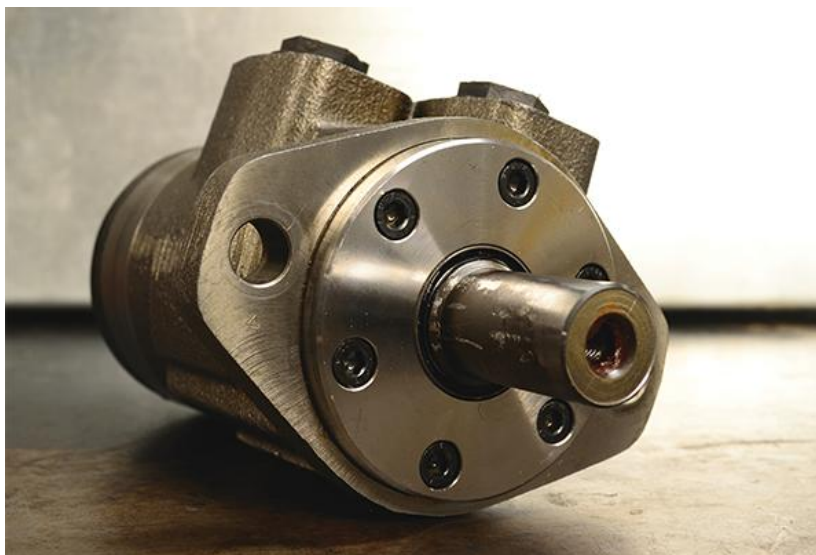
Hidravlični cilindri se uporabljajo za ustvarjanje linearnega gibanja, kot je dvigovanje in spuščanje priključkov. Poznamo različne vrste cilindrov:

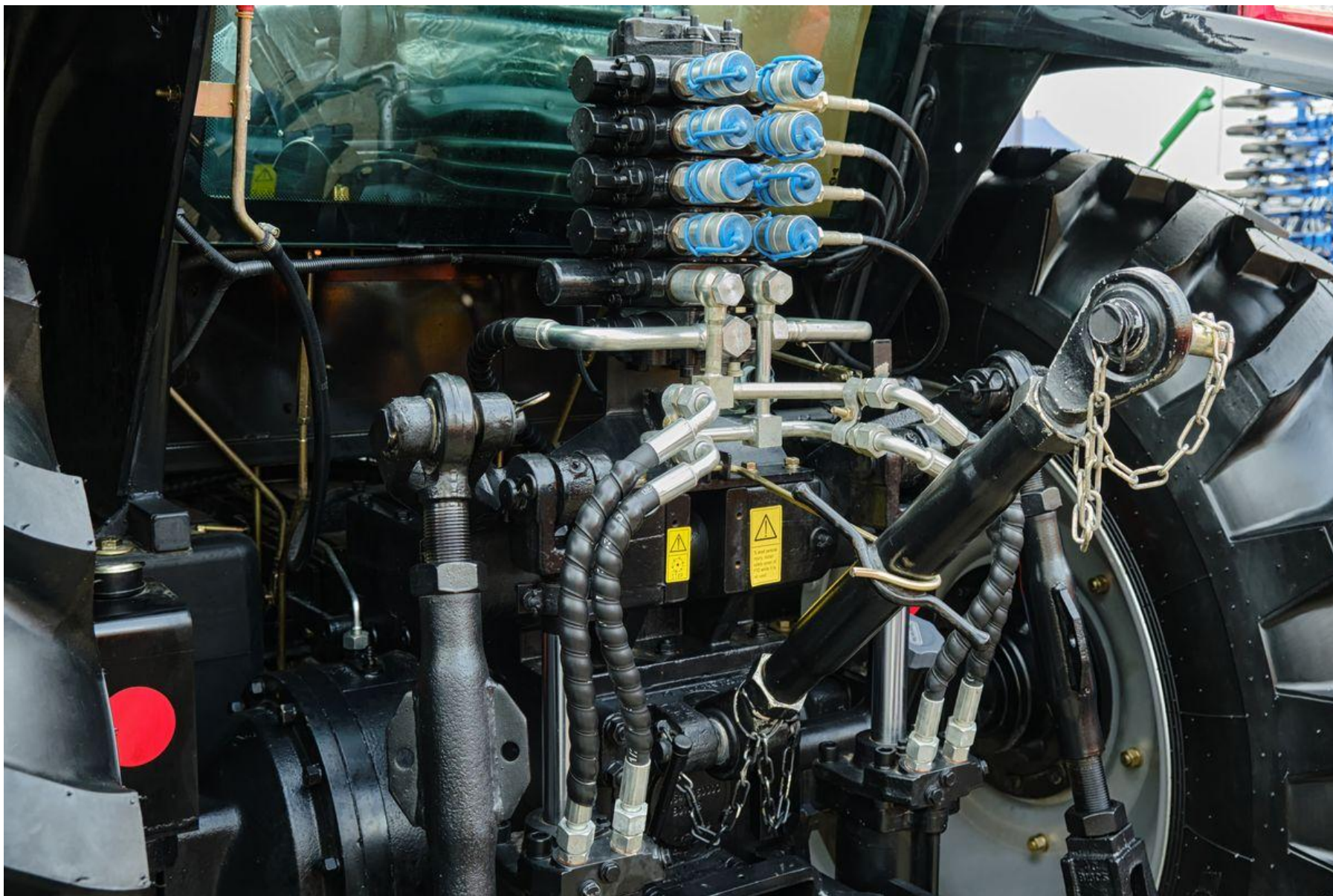
- **Enosmerni cilinder** – tekočina deluje samo na eno stran bata, vračanje se izvede z vzmetjo ali težo bremena.
- **Dvosmerni cilinder** – tekočina izmenično deluje na obe strani bata, kar omogoča nadzorovano gibanje v obeh smereh.

Hidravlični motorji

Hidravlični motorji pretvarjajo hidravlično energijo v rotacijsko gibanje in se uporabljajo za:

- Pogon **hidravličnih priključkov** (npr. vrtenje mulčerjev ali drugih kmetijskih priključkov).
- Pogon **hidrostatičnih menjalnikov** v traktorjih, ki omogočajo brezstopenjsko spreminjanje hitrosti.





Hidravlično olje in filtri

<https://www.youtube.com/watch?v=6DUC8sbVlZg>

Hidravlično olje ima ključno vlogo pri prenosu moči in zaščiti komponent sistema. Njegove naloge so:

- **Prenos energije** in **zagotavljanje učinkovitega delovanja** hidravličnih komponent.
- **Mazanje** in **zmanjševanje trenja** med gibljivimi deli.
- **Hlajenje sistema** z odvajanjem toplote.
- **Preprečevanje korozije** in **obrabe** notranjih komponent.

Za ohranjanje kakovosti olja in delovanje sistema so nameščeni **hidravlični filtri**, ki odstranjujejo nečistoče in kovinske delce. Redna menjava filtrov je ključnega pomena za zanesljivo delovanje sistema.



Rezervoar hidravličnega olja

<https://www.youtube.com/watch?v=BwHkw3KA4Q8>

Hidravlični rezervoar shranjuje hidravlično tekočino in omogoča:

- **Hlajenje olja** zaradi večje površine rezervoarja.
- **Odstranjevanje zračnih mehurčkov** iz olja.
- **Preprečevanje kontaminacije** s prahom in vodo.

Rezervoar je pogosto integriran v **ohišje traktorja**, kar pripomore k optimalni razporeditvi teže in zaščiti sistema pred zunanjimi vplivi.



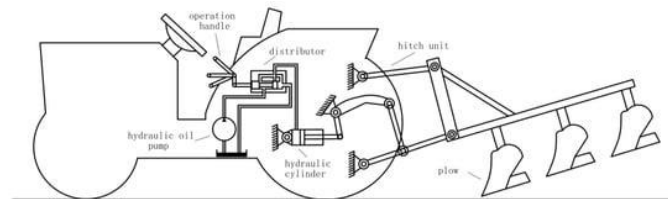
Povezovalne cevi in priključki

Cevi in priključki omogočajo prenos hidravličnega olja med različnimi komponentami sistema. Ločimo:

- **Toge hidravlične cevi** – kovinske cevi, ki se uporabljajo za trajne povezave v sistemu.
- **Prožne hidravlične cevi** – gumijaste ali plastične cevi, ki omogočajo gibanje komponent brez pretrganja povezav.
- **Hitra spojka (hidravlični priključki)** – omogoča hitro priklapljanje in odklapljanje hidravličnih priključkov brez izgube olja.



Delovanje hidravličnega sistema na traktorju



Hidravlični sistem na traktorju omogoča prenos moči prek hidravličnega olja in je ključen za upravljanje priključkov, dviganje in spuščanje kmetijskih orodij ter hidrostatične pogone. Njegovo delovanje temelji na osnovnih hidravličnih zakonitostih, ki omogočajo učinkovito uporabo energije. V tem poglavju bomo podrobneje opisali, kako deluje hidravlični sistem na traktorju, kakšne vrste sistemov obstajajo in kako je hidravlika povezana z drugimi funkcijami traktorja.

Osnovno delovanje hidravličnega sistema

Hidravlični sistem traktorja deluje na podlagi pretoka hidravličnega olja skozi zaprte cevi, kjer se s pomočjo tlaka ustvarja mehanska sila. Postopek delovanja lahko razdelimo na naslednje korake:

1. Črpalka ustvarja tlak

- Hidravlična črpalka (pogosto zobniška ali batna) potiska hidravlično olje iz rezervoarja v sistem pod visokim tlakom.

2. Regulacija tlaka in smeri pretoka

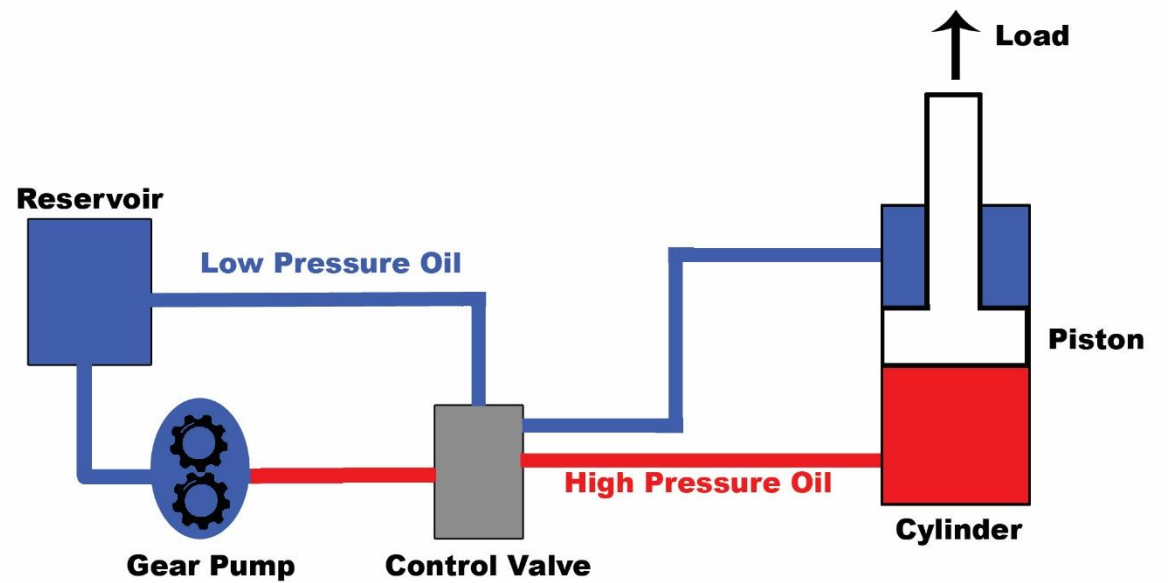
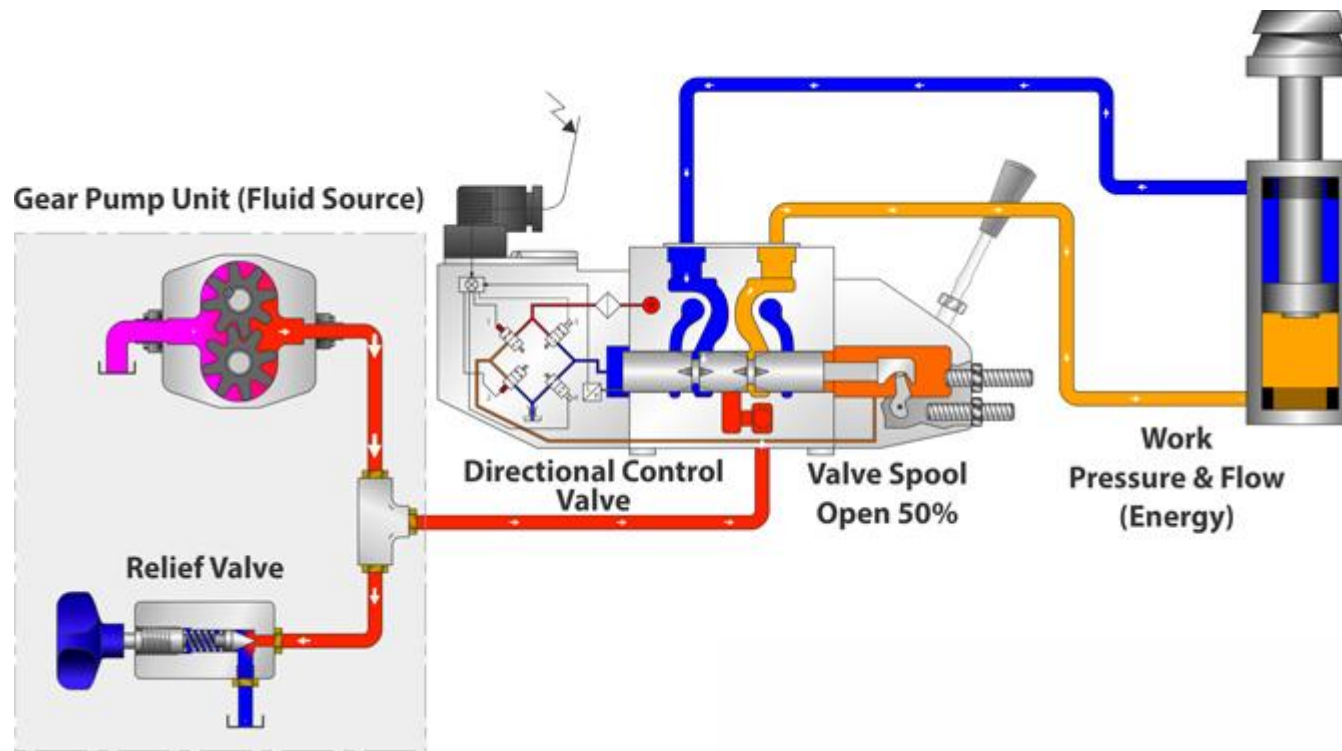
- Olje teče skozi **hidravlične ventile**, ki nadzorujejo, koliko olja bo prišlo do posamezne hidravlične komponente in v katero smer bo teklo.

3. Prenos moči na hidravlične akuatorje

- Hidravlični cilinder ali motor prejme tlak in začne mehansko gibanje – bodisi linearno (cilinder) bodisi rotacijsko (motor).

4. Vrnitev olja v rezervoar

- Porabljeno hidravlično olje se skozi povratne cevi vrne v rezervoar, kjer se hladi in filtrira pred ponovnim vstopom v sistem.



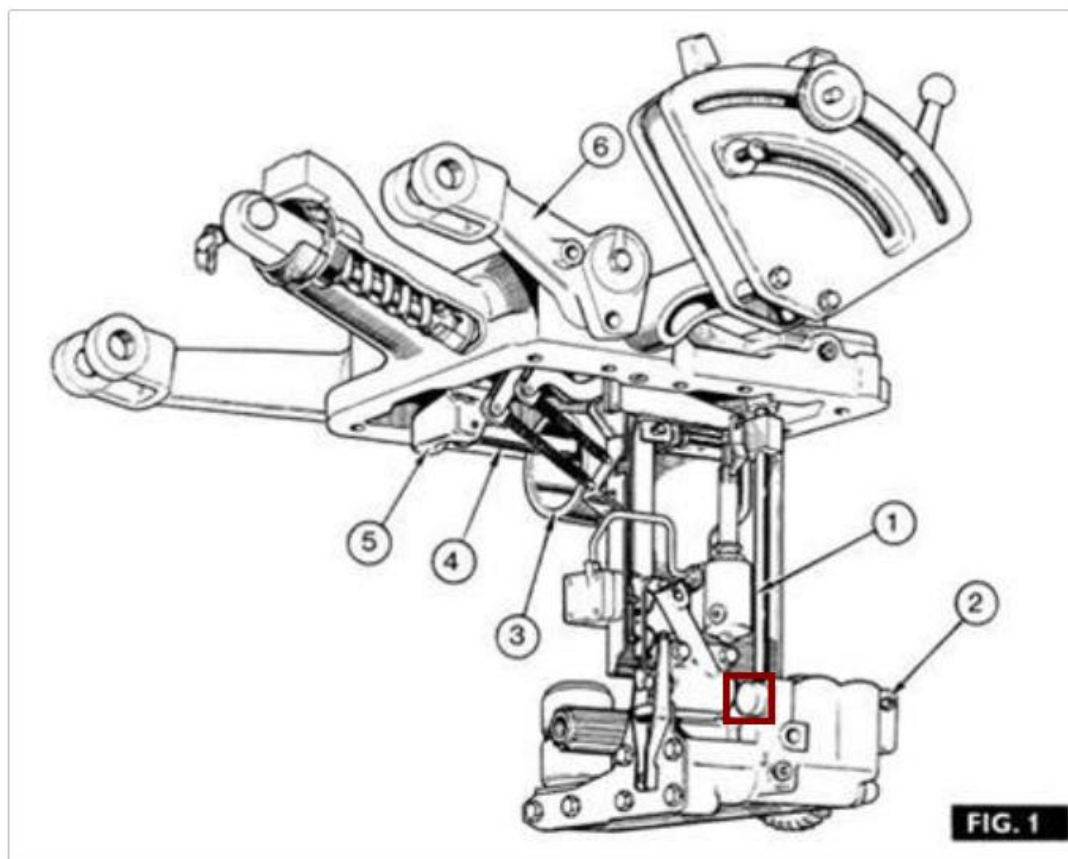
Massey Ferguson hydraulic system MK2

The MK2 hydraulic system was fitted to the MF series 100 tractors, 135, 165, 175, 178, 188 etc.

Because of the inherent simplicity of the system the most common hydraulic repairs done in our workshop are Massey's.

However if a tractor operator understands the system these repairs will be minimised.

First have a basic understanding of how the system works.



- 1 Relief valve
- 2 Hydraulic pump
- 3 Ram cylinder
- 4 Plunger
- 5 Saddle
- 6 Lift cover

Note : The relief valve (1) during the course of repairs will have been removed & replaced with a compact valve which screws into the pump body.



This is a result of spares not being available for the older factory fitted type. Consequently the response control lever on the dipstick housing will no longer function. Response control is to regulate the speed at which the lift arms drop.



Vrste hidravličnih sistemov na traktorjih

Traktorji uporabljajo različne vrste hidravličnih sistemov, odvisno od zahtevnosti nalog, ki jih opravljajo.

Odpri hidravlični sistem

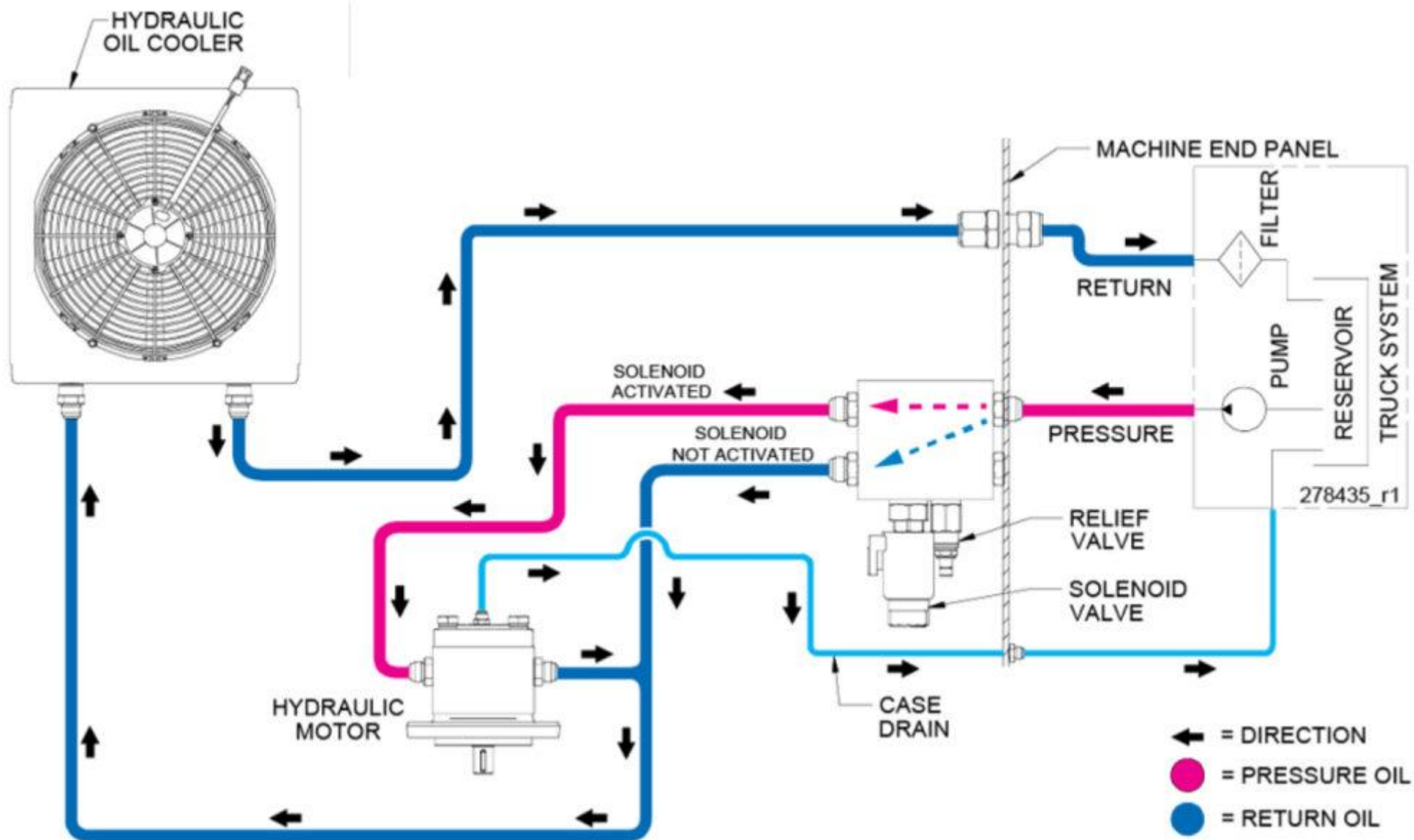
V odprtem sistemu hidravlično olje neprekinjeno kroži med črpalko in rezervoarjem, tudi kadar se hidravlični aktuatorji ne uporabljajo. Glavne značilnosti odprtega sistema:

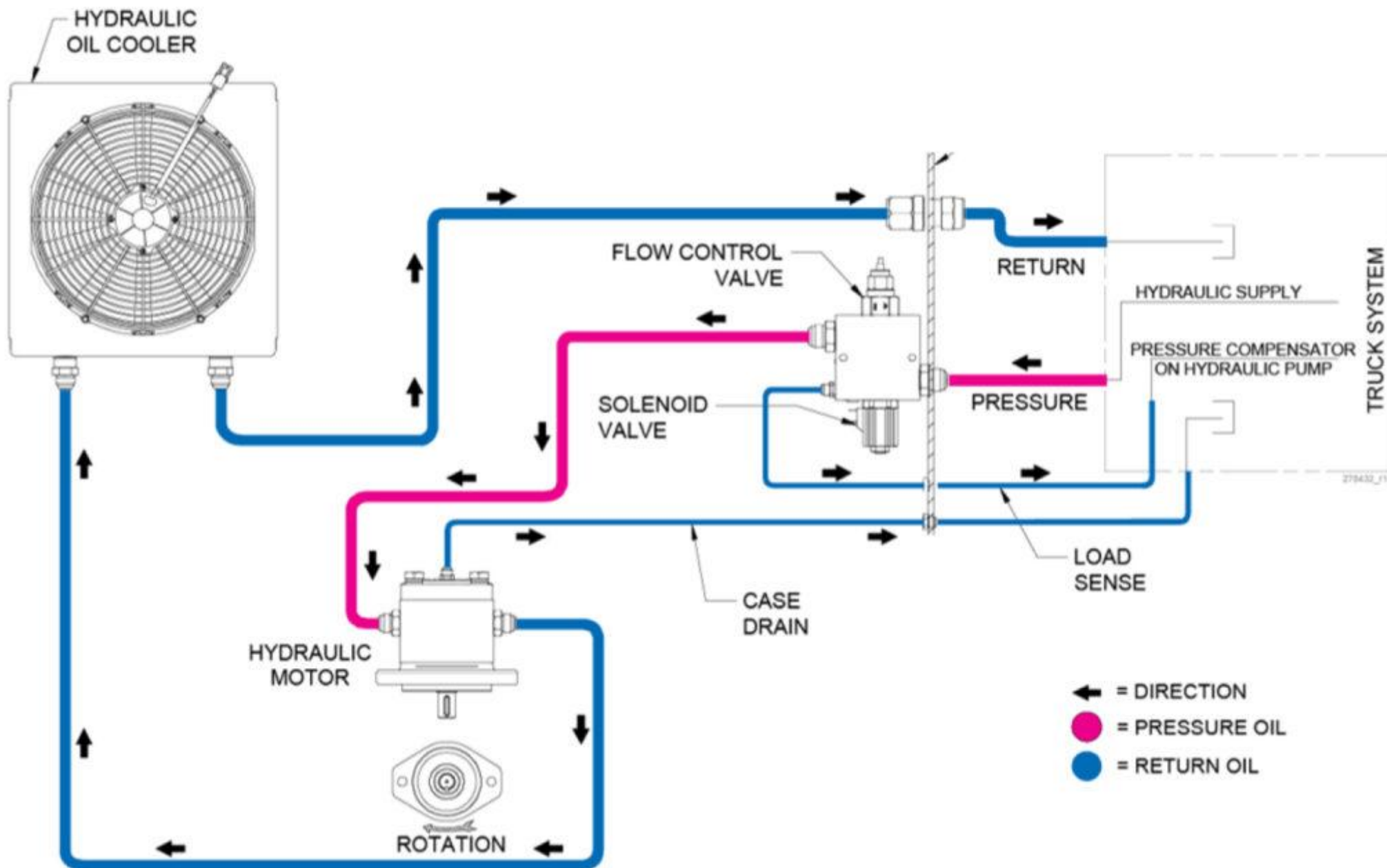
- Preprost in cenovno ugoden sistem.
- Nižja energetska učinkovitost, saj olje ves čas kroži.
- Uporablja se v starejših in osnovnih modelih traktorjev.

Zaprti hidravlični sistem

V zaprtem sistemu se hidravlično olje črpa le, ko je to potrebno, kar pomeni večjo energetsko učinkovitost. Prednosti zaprtega sistema:

- Manjša izguba energije, saj črpalka deluje le po potrebi.
- Boljši nadzor nad hidravličnimi komponentami.
- Pogosta uporaba v sodobnih traktorjih z naprednimi hidravličnimi funkcijami.





Krmiljenje hidravličnih priključkov in orodij

Hidravlični sistem traktorja omogoča priključitev in nadzor različnih priključkov in orodij. To se doseže s **hidravličnimi priključki**, ki so običajno locirani na zadnjem in/ali sprednjem delu traktorja.

<https://www.youtube.com/watch?v=v9FYY6dCUoo>

Hidravlično dvigalo (tritočkovni priklop)

Najbolj pogosta uporaba hidravlike na traktorju je dvigovanje in spuščanje kmetijskih priključkov prek **tritočkovnega priklopa**. Ta sistem vključuje:

- **Dvižna roka**, ki jo poganja hidravlični cilinder.
- **Senzor tlaka**, ki omogoča prilagajanje sile glede na teren.
- **Regulacijski ventili**, ki nadzorujejo hitrost in višino dviga.



UT-1



EF-720/721



TYPE-1



TYPE-2/ TYPE-3



Priključki za hidravlične naprave

<https://www.youtube.com/watch?v=7cgoDCLUSUE>

Na traktor lahko priključimo različne hidravlične naprave, kot so:

- **Hidravlični plugi** – omogočajo enostavno dviganje in nagibanje brazde.
- **Čelni nakladalniki** – uporabljajo hidravlične cilindre za dvigovanje tovora.
- **Trosilniki gnoja, škropilnice, mulčerji** – ti priključki uporabljajo hidravlične motorje za svoje delovanje.











Povezava hidravlike z drugimi sistemi traktorja

Hidravlični sistem ni ločen od ostalih sistemov traktorja, temveč deluje v povezavi z:

- **Menjalnikom in sklopko** – pri traktorjih s **hidrostatičnim pogonom** je hidravlika odgovorna za prenos moči na kolesa, kar omogoča brezstopenjsko regulacijo hitrosti.
- **Električnimi sistemi** – pri sodobnih traktorjih elektronika nadzoruje hidravlične ventile, kar omogoča boljšo optimizacijo porabe energije.
- **Senzorskimi in avtomatskimi sistemi** – nekateri traktorji uporabljajo **senzorje tlaka in obremenitve**, ki prilagajajo delovanje hidravlike glede na teren in obremenitev.



Možni priključki za traktorje

Traktorji so vsestranski kmetijski stroji, ki omogočajo priključitev različnih orodij in strojev za obdelavo tal, sejanje, gnojenje, žetev in transport.

Priključki so lahko **mehanski, hidravlični ali električni** in se povezujejo preko **tritočkovnega priklopa, hidravličnih priključkov ali kardanske gredi (PTO – Power Take-Off)**.

1. Priključki za obdelavo tal

Ti priključki se uporabljajo za pripravo zemlje pred setvijo ali sajenjem:

- **Plug** – za oranje in prekopavanje zemlje.
- **Brane (vlečne ali rotacijske)** – za rahljanje, drobljenje grudi in pripravo setvene površine.
- **Kultivator** – za plitvo obdelavo zemlje, odstranjevanje plevela in izboljšanje strukture tal.
- **Valjar** – za zbijanje zemlje po setvi in izboljšanje stika semen s tlemi.

2. Priključki za sejanje in sajenje

Uporabljajo se za natančno sejanje in sajenje različnih kultur:

- **Sejalnica** – za setev žit, koruze, soje in drugih poljščin.
- **Sadilnik** – za sajenje krompirja, čebule in drugih gomoljnic.
- **Precizna pnevmatska sejalnica** – omogoča natančno doziranje in postavitve semen.

3. Priključki za gnojenje in varstvo rastlin

Ti priključki pomagajo pri hranjenju rastlin in zaščiti pred boleznimi in škodljivci:

- **Trosilnik mineralnih gnojil** – za enakomerno razdelitev granuliranih gnojil.
- **Trosilnik hlevskega gnoja** – za enakomerno raztrositev organskih gnojil.
- **Škropilnica** – za zaščito rastlin s škropivi in tekočimi gnojili.
- **Cisterna za gnojevko** – za distribucijo tekočega gnojila na polju.

4. Priključki za žetev in spravilo pridelkov

Uporabljajo se za žetev in pobiranje pridelkov:

- **Kosilnica** – za košnjo trave in krmnih rastlin (diskasta, bobnasta, rotacijska).
- **Zgrabljalnik** – zbira pokošeno travo v vrste za lažjo spravitev.
- **Obračalnik** – za sušenje trave in sena.
- **Balirka** – za stiskanje in pakiranje sena ali slame v bale (okrogle ali kvadratne).
- **Nakladalka sena** – za nalaganje sena na prikolico.
- **Samoobiralni priključki** – za obiranje krompirja, koruze, sladkorne pese in druge pridelke.

5. Priključki za transport in manipulacijo

Omogočajo lažji prevoz materiala ali delo s težkimi bremenmi:

- **Prikolica** – za prevoz sena, lesa, gnoja, poljščin in drugih materialov.
- **Čelni nakladalnik** – za dviganje in premikanje materiala, pogosto z dodatnimi orodji (vilice, žlica, grabilci).
- **Paletne vilice** – za premikanje paletiziranega tovora.
- **Hidravlična dvigala in žerjavi** – za dviganje težkih bremen.
- **Hidravlični vitli** – za spravilo lesa pri gozdarskih opravilih.

6. Priključki za vzdrževanje poti in površin

Uporabljajo se za urejanje cest, pašnikov in dvorišč:

- **Snežna deska ali freza** – za odstranjevanje snega.
- **Uravalni plug (grader)** – za izravnavo makadamskih poti in dvorišč.
- **Cestna metla** – za čiščenje ulic in kmetijskih dvorišč.
- **Mulčer** – za čiščenje travnikov in grmovja.

7. Priključki za gozdarstvo

Specializirani priključki za delo v gozdu:

- **Gozdarski vitel** – za vleko debel in hlodovine.
- **Gozdarska dvigala** – za nakladanje lesa.
- **Cepilnik drv** – za cepljenje hlodov.
- **Gozdarska prikolica z dvigalom** – za prevoz hlodovine.

8. Priključki za energetske proizvodnje in specialne naloge

Uporabljajo se za pridobivanje energije in posebna opravila:

- **Generator (električni agregat)** – traktor služi kot vir energije za proizvodnjo elektrike.
- **Črpalka za vodo** – omogoča črpanje vode iz vodnih virov za namakanje.

Kombinirani priključki – sodobni priključki, ki združujejo več funkcij (npr. sejanje in gnojenje v enem prehodu).



EQUIPMENTS

Spraying Equipments



Cutting & Reaping Equipments



Threshers, Shellers, & Crushers



Material Handling & Haulage Equipments



www.agripak.com.pk

AGRIMONT EQUIPMENTS



Planters and Seed Drills



Spray Machines

