

UDK: 631.558.1:631.561

*Pregledni rad*

*Review paper*

doi: 10.5937/PoljTeh1903001P

## HIDRAULIČKI SIMBOLI - DEO III: VENTILI

Petrović V. Dragan<sup>\*1</sup>, Cerović B. Vera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku, Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, R. Srbija

<sup>2</sup>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, R.Srbija

**Sažetak:** Slično ljudskom zdravlju, značaj hidraulike ponekad postaje vidljiv samo u njenom odsustvu. Slike i motivi radnika u poljoprivredi iz prošlih vremena i vekova mogu izgledati privlačno samo na umetničkim slikama. U stvarnosti, to je bio veoma naporan i ponekad prilično opasan posao. Uvođenje hidraulike u konstrukcije savremenih poljoprivrednih mašina za poljoprivrednu proizvodnju, učinilo je poljoprivredu fizički manje zahtevnom za radnike, ali i efikasnijom, što je od posebne važnosti za obezbeđenje hrane rastuće svetske populacije tokom XX veka. Postizanje visoke efikasnosti, pouzdanosti i dugog radnog veka ovih sistema zahteva naprednu dijagnostiku i otklanjanje kvarova, redovno održavanje i pažljivo korišćenje svakog hidrauličkog sistema, a to je moguće samo uz dobro poznavanje funkcionalnih principa svih elemenata, njihovih veza i sistema u celini. Međutim, savremeni hidraulički sistemi poljoprivrednih mašina često su veoma komplikovani, a konstrukcija njihovih komponenata previše kompleksna za detaljno grafičko predstavljanje u sastavu pripadajuće hidrauličke instalacije. Zato, umesto detaljnog predstavljanja komponenata, koriste se odgovarajući šematski dijagrami. Ovaj tekst predstavlja logičan nastavak prvog i drugog dela rada, posvećenih opštim simbolima, oznakama mernih instrumenata i indikatora (prvi deo), kao i pumpama i izvršnim elementima (drugi deo). Treći deo rada prikazuje hidrauličke simbole elemenata za upravljanje – hidrauličke ventile. Grafičke simboličke oznake upravljačkih komponenata su definisane ISO standardima.

**Ključne reči:** hidraulika, sistem, simbol, šema, upravljački hidraulički element, ventil, razvodnik

\* Kontakt autor. E-mail adresa: epetrodr@agrif.bg.ac.rs. Rad je deo aktivnosti projekta broj TR 31051 -Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

## UVOD

Hidraulička tehnologija je prvobitno uvedena u poljoprivredu, doslovno, da zameni konje. Veliki, teški konji zamenjeni su traktorima, koji su zavisili od hidraulike, kako interno (za kočenje i upravljanje) tako i eksterno (za podizanje ili prenos snage ka agregatiranim priključnim mašinama). U mnogim slučajevima i dalje je bio potreban određeni stepen ljudske intervencije u toku rada. Šta više, u nekim slučajevima to je moglo biti od suštinskog značaja.

Ranije konstrukcije traktora su zahtevale pažljivu kontrolu svih aktivnosti (kao što su npr. podizanje ili oranje) od strane ljudi. Međutim, čak i tada je postojao relativno visok stepen nepreciznosti u vođenju odgovarajućih radnih operacija. To je ostavljalo dve mogućnosti. Prva se svodila na prihvatanje određenog nivoa gubitaka. Druga je zahtevala dodatni ljudski (manuelni) rad, nakon što je traktor završio većinu posla, koji se u suštini obično svodio na čišćenje i obradu neadekvatno ili potpuno neobrađenih delova zemljišta ili useva.

Međutim, sa razvojem tehnologije, hidraulika je, kombinovana sa naprednom elektronikom, omogućavala fino podešavanje pritiska i protoka radne tečnosti (hidrauličkog ulja), koje prevazilazi veštinu ljudskih rukovaoca. To je rezultiralo intenzivnim razvojem poljoprivrednih mašina, kao što su npr. precizne sejalice, koje ne samo da mogu dostaviti seme na optimalan način preko promenljivog polja, već i istovremeno dostaviti i đubrivo. Ovo semenu pruža mnogo veće šanse za optimalan rast i razvoj do pune zrelosti, što rezultira boljim prinosom i smanjenjem troškova, a to se može preneti i na krajnje cene ka potrošačima.

Ranija hidraulička tehnologija imala je fiksni radni pritisak i protok. U zavisnosti od situacije, ponekad je bilo moguće promeniti parametre, ali je to zahtevalo intervenciju operatera. Moderni traktori i druge poljoprivredne mašine imaju znatno veći hidraulički kapacitet od svojih prethodnika sa znatno više ugrađenih ventila (videti [6]). U isto vreme, tradicionalno kardansko vratilo je u velikoj meri ustupilo mesto hidrauličnim cevima i crevima koja direktno prenose energiju od hidraulične pumpe (videti [5]) ka priključnoj mašini, što omogućava jednostavnije rukovanje i garantuje visoku pouzdanost. Upotreba elektronskih kontrola omogućava veliku preciznost, smanjujući gubitke i time troškove. Ukratko, kombinacija hidraulike i elektronike omogućila je poljoprivredi da pređe sa ljudskog radnika na donošenje najbolje odluke o tome šta je potrebno mašini koja koristi ogromne količine podataka od senzora da bi odlučila šta je potrebno i kako da se prilagođava.

Povezivanje „snage“ hidraulike sa preciznošću elektronike otvara niz mogućnosti. Na najprimitivnijem nivou, može se jednostavno koristiti za povećanje efikasnosti rada poljoprivredne mehanizacije, čime se smanjuje utošak goriva, a nekada i radnog vremena. Na složenijem nivou, može se koristiti za povećanje opsega zadataka koje poljoprivredne mašine mogu obavljati. Time se, između ostalog, stvaraju uslovi za razvoj mikro-poljoprivrede, kao sredstva uzgoja u kojem senzori u polju pružaju precizne informacije o uslovima u svakom delu zemljišta. Zahvaljujući obilnim i tačnim informacijama, poljoprivrednici mogu optimizovati proizvodne procese sa najvećim mogućim stepenom preciznosti i time povećati obim i kvalitet finalnog proizvoda, smanjiti troškove i povećati dobit.

Zato je savremena poljoprivredna tehnika tesno povezana sa širokom lepezom različitih elektronskih i hidrauličkih uređaja i sistema [14]. Ilustracije radi, mogu se navesti različite oblasti poljoprivredne mehanizacije, kao što su npr. prenos snage i upravljanja uljnim hidrauličkim sistemima [5], [6], [14], navodnjavanje [9], [10], zaštita bilja [4], [7], [13], sejalice itd.

Željene funkcije i bezbedan rad svih hidrauličkih sistema, pa i onih primenjenih u poljoprivrednoj tehnici, ostvaruju se ugradnjom upravljačkih elemenata – hidrauličkih ventila. Upravljanje hidrauličkim sistemom ostvaruje se podešavanjem pritiska i protoka, kao i sprečavanjem ili otvaranjem toka radne tečnosti u određene delove pripadajućeg sistema.

Ventili se prema nameni dele u četiri osnovne grupe:

- a) ventili za pritisak;
- b) ventili za protok;
- c) nepovratni ventili i
- d) razvodni ventile (razvodnici).

Sledeći pristup primenjen u prvom [11] i drugom [12] delu rada, a u skladu sa referencama [6], [8] i [15], u ovom (trećem) nastavku rada o hidrauličnim oznakama prikazani su najvažniji simboli hidrauličkih ventila. Ova grupa simbola je standardizovana međunarodnim ISO standardima [1], [2], [3] i nacionalnim standardima.

## SLOVNE OZNAKE PRIKLJUČAKA HIDRAULIČKIH VENTILA

Pored grafičkih simboličkih oznaka, u okviru hidrauličkih šema se redovno primenjuju i standardizovane slovne oznake odgovarajućih priključaka, koje simbolički prikazanu hidrauličku komponentu povezuju sa ostalim elementima pripadajućeg hidrauličkog sistema, kao što su npr. hidraulička pumpa, aktuator, glavni ili pomoćni rezervoar tečnosti itd. Ove slovne oznake su prikazane u tabeli 1.

Tabela 1. Slovne oznake priključaka u hidraulici.

Table 1. Letter designations of hydraulic connectors.

<b>P</b>	Ulazni priključak potisnog voda pumpe (engl. <i>pump</i> ), sa radnom tečnošću povišenog pritiska.
<b>T</b>	Priključak cevovoda za odvod-dovod tečnosti ka rezervoaru (engl. <i>tank</i> ).
<b>A, B, C</b>	Izlazni priključci radnih vodova, koji vode ka potrošačima.
<b>X, Y, Z</b>	Priključci upravljačkih vodova.
<b>L</b>	Priključak pomoćnog voda - odvoda prodrlog ulja iz komponente u pomoćni rezervoar. Ovaj rezervoar se ugrađuje ukoliko je glavni hidraulički rezervoar udaljen.

## GRAFIČKI SIMBOLI HIDRAULIČKIH VENTILA ZA PRITISAK

U ovoj glavi su tabelarno predstavljene osnovne grafičke simboličke oznake većine komercijalno raspoloživih tipova hidrauličkih ventila, označenih kao “ventili za pritisak”, koji nalaze primenu u svakodnevnoj tehničkoj praksi. Ova kategorija hidrauličkih ventila predstavlja upravljačke elemente pripadajućih hidrauličkih sistema, koji omogućavaju održavanje i podešavanje pritiska u hidrauličkom sistemu ili nekom njegovom delu, te predstavljaju elemente za upravljanje i za regulaciju pritiska radne tečnosti. Prema funkciji dele se u nekoliko podgrupa:

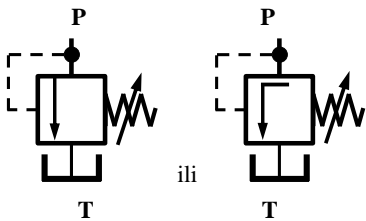
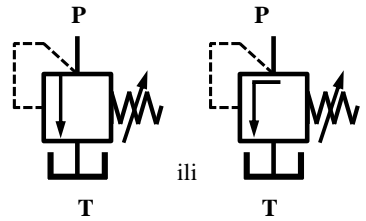
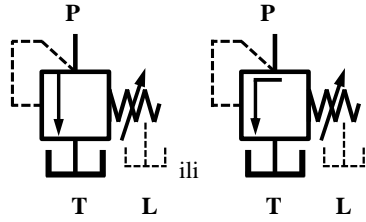
- a) ventile za ograničavanje pritiska,
- b) redosledne ventile i
- c) redukcione ventile.

Ventili za ograničavanje pritiska u najvećem broju slučajeva obavljaju funkciju sigurnosnih ventila, sprečavajući porast pritiska u sistemu iznad predviđene (dozvoljene) vrednosti. Normalno su zatvoreni. Otvaraju se kada pritisak na ulaznom priključku visokog pritiska koji dolazi od pumpe (**P**) premaši zadatu vrednost i višak tečnosti prelivnim vodom sprovode u rezervoar (**T**). Zatvaraju se kada pritisak padne ispod vrednosti zadate podešavanjem dužine sabijene opruge pomoću zavrtnja. Tečnost iskorišćena za hidrauličko upravljanje ventilom se vraća u glavni hidraulički rezervoar (**T**), ili u pomoćni rezervoar (**L**).

Grafičke simboličke oznake podesivih hidrauličkih sigurnosnih ventila prikazane su u tabeli 2. Svaki ventil iz ove grupe je opremljen elastičnom oprugom, čija se dužina, odnosno deformacija, mogu podešavati pomoću zavrtnja. Dejstvo opruge na zatvarački element opisuje Hukov zakon, koji povezuje relativne deformacije elastičnih tela nastale dejstvom spoljašnjih sila sa unutrašnjim naponima: sabijanjem ili rasterećenjem opruge se povećava ili smanjuje rezultujuća sila kojom ta opruga deluje na radni element ventila. U zavisnosti od intenziteta rezultujuće sile opruge, podešene zavrtanjem ili odvrtnjem regulacionog zavrtnja, podešava se veličina pritiska otvaranja sigurnosnog ventila, a time i maksimalni pritisak u hidrauličkom sistemu ili nekom njegovom delu.

Tabela 2. Simboli osnovnih ventila za ograničenje pritiska radne tečnosti u hidrauličkom sistemu, sa podesivom oprugom i direktnim spoljašnjim ili unutrašnjim upravljanjem.

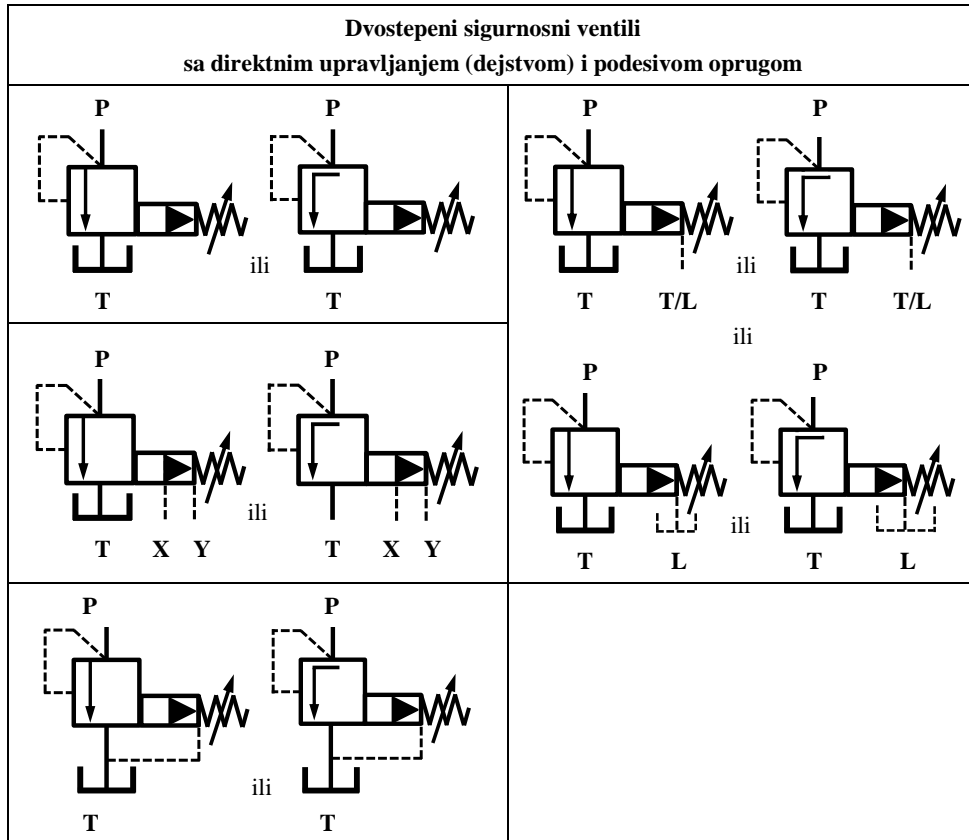
Table 2. Symbols of basic relief valves with adjustable spring and direct external or internal operation.

	<p><b>Sigurnosni ventil sa podesivom oprugom i direktnim eksternim upravljanjem.</b></p>
	<p><b>Sigurnosni ventil sa podesivom oprugom i direktnim internim upravljanjem.</b></p>
	<p><b>Sigurnosni ventil sa podesivom oprugom, direktnim internim upravljanjem i spoljašnjom drenažom.</b>          *Tečnost iskorišćena za upravljanje radom ventila se odvodi u pomoćni rezervoar preko priključka L. Ako je glavni rezervoar u blizini, ista tečnost se može odvesti i u njega – tada se drenažni priključak obeležava sa T.</p>

Grafičke simboličke oznake različitih konstruktivnih varijanti dvostepenih sigurnosnih ventila za ograničenje pritiska sa direktnim upravljanjem i podesivom oprugom prikazani su tabeli 3. Kod svih ovih ventila se kombinuju različite varijante hidrauličkog upravljanja sa mehaničkim upravljanjem, koje se ostvaruje uz pomoć podesive elastične spiralne opruge.

Tabela 3. Simboli dvostepenih sigurnosnih ventila sa direktnim upravljanjem i podesivom oprugom.

Table 3. Symbols of two-stage relief valves with direct operation and adjustable spring.

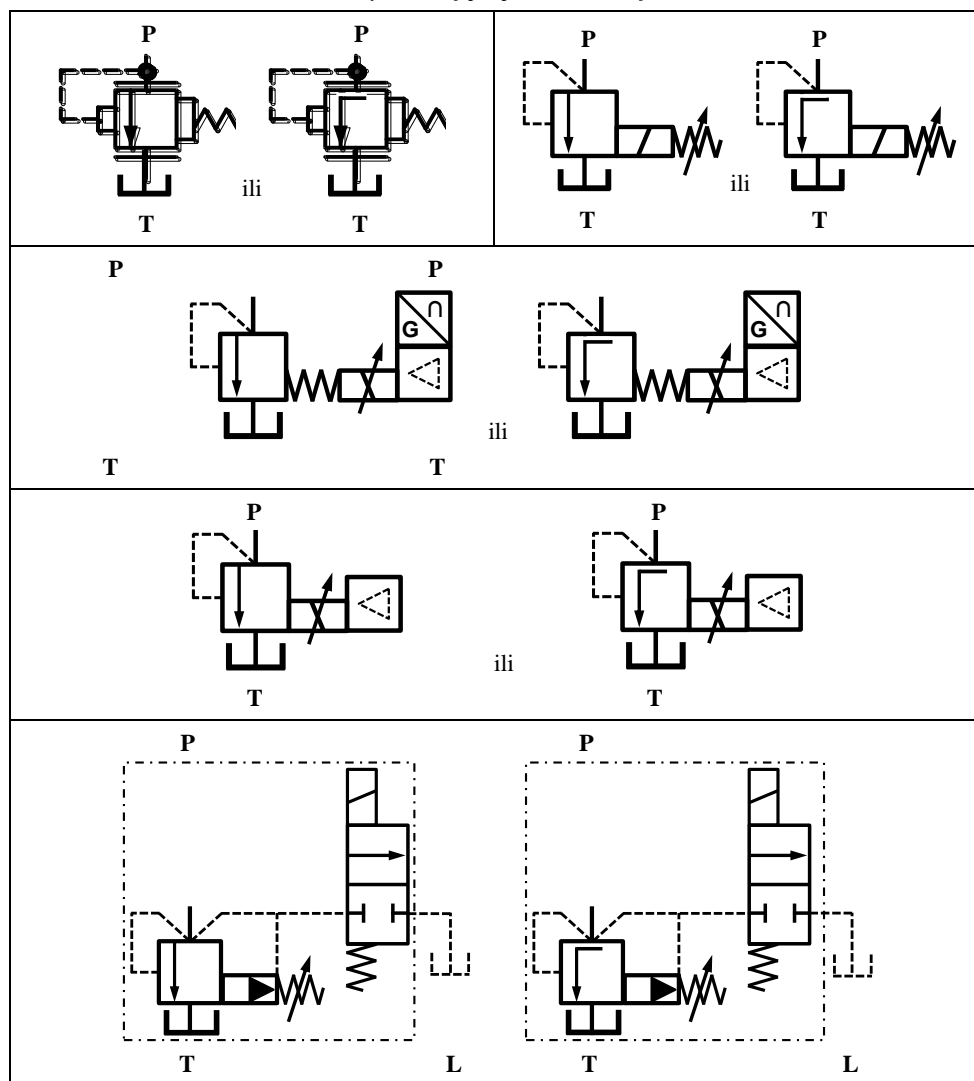


Nasuprot sigurnosnim ventilima sa jasno definisanim konačnim brojem (najčešće dva) mogućih fiksnih operativnih položaja radnog zatvaračkog elementa (organa), u savremenoj tehničkoj praksi se takođe široko primenjuju i tzv. proporcionalni sigurnosni ventili. Simboličko predstavljanje različitih varijanti proporcionalnih sigurnosnih ventila grafički je ilustrovano tabelom 4.

Ovi ventili ograničavaju pritisak radne tečnosti u pripadajućoj liniji hidrauličkog sistema na vrednost proporcionalnu upravljačkom električnom signalu. Ovaj signal se generiše automatski od strane odgovarajućeg mikrokontrolera, a ređe i manuelno od strane rukovaoca. Da bi se omogućio proporcionalni odziv ovih ventila, usklađen sa upravljačkim električnim signalom, neophodno je konstruktivno rešenje koje omogućava kontinualnu promenu (pozicioniranje) položaja njihovih radnih elemenata, pa ih u anglosaksonskom govornom području nekada nazivaju i ventili sa kontinualnim pozicioniranjem radnog elementa (*engl. valves capable of infinite positioning*).

Tabela 4. Simboli proporcionalnih ventila za ograničenje pritiska.

Table 4. Symbols of proportional relief valves.

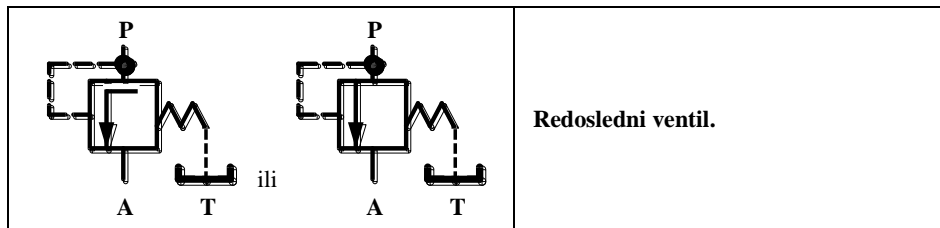


Treba napomenuti da se osnovni ventili ove grupe po pravilu kombinuju sa drugim dodatnim elementima: hidrauličnim (npr. razvodnicima), mehaničkim (npr. oprugama) i električnim elementima (npr. elektromagnetima). Imajući u vidu da je njihovo električno upravljanje (aktiviranje) realizovano pomoću ugrađenih elektromagneta, oni se prema nekim literaturnim izvorima i proizvođačkim katalozima označavaju i kao elektromagnetni hidraulički sigurnosni ventili.

Redosledni ventili su poznati i kao pritiski uključni, pritiski isključni ili samo uključni ili isključni ventili, zavisno od funkcije. Njihova konstrukcija i funkcionisanje su slični konstrukciji i načinu funkcionisanja ventila za ograničenje pritiska. Zadatak ove grupe ventila je da, pri određenom nivou pritiska na ulazu ventila (**P**), uključuju ili isključuju iz rada predviđeni deo hidrauličkog sistema. To ostvaruju uključivanjem ili isključivanjem njegovog napajanja radnom hidrauličkom tečnošću, odnosno otvaranjem ili zatvaranjem protoka ka izlazu (**A**) koji je povezan sa nizstrujnom linijom sistema. Postoji niz različitih konstruktivnih rešenja, u kojima se kombinuje direktno ili indirektno upravljanje, sa upravljanjem pomoću spoljašnjeg ili unutrašnjeg pritiska ili daljinski. Isključni ventil, čijim radom se upravlja pomoću spoljašnjeg pritiska, praktično se ne razlikuje od ventila za ograničenje pritiska. Radna tečnost upotrebljena za indirektno aktiviranje ventila vraća se drenažnim cevodom u rezervoar (**T**). Simboli ovih ventila prikazani su tabeli 5.

Tabela 5. Simboli redoslednih ventila.

Table 5. Symbols of sequence valves.



Grafički simboli različitih tipova redukcionih ventila su prikazani u tabeli 6. Ventili iz ove grupe se nazivaju još i ventili za umanjenje pritiska ili regulatori pritiska. Njihov osnovni zadatak je održavanje približno konstantne zadate vrednosti izlaznog pritiska iz ventila, niže vrednosti u odnosu na veći ulazni pritisak. Hidraulička tečnost konstantnog sniženog izlaznog pritiska napaja jedan ili više nizstrujno postavljenih aktuatora. Veličina tog pritiska se može podesiti prema potrebama aktuatora. Zato se vrednost izlaznog pritiska podešava sa nizstrujne strane ventila (ka aktuatoru).

Razvijene su dve različite varijante upravljanja ovih ventila, prema čemu se oni dele na ventile sa eksternim ili internim upravljanjem. Redukcioni ventil je u normalnom položaju otvoren. Obično se postavlja u blizini aktuatora, u cilju ograničavanja njegove maksimalne radne sile ili obrtnog momenta (zavisno da li se radi o linearnom ili obrtnom aktuatoru), ali ponekad i radi zaštite od prekomernog pritiska i preopterećenja. U cilju poboljšanja stabilnosti regulacije pritiska (smanjenja pulzacija), često se pomeranje ventila usporava ugradnjom dodatnih odgovarajućih prigušnica.

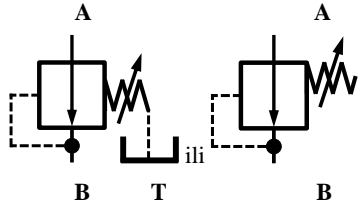
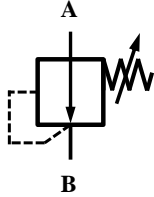
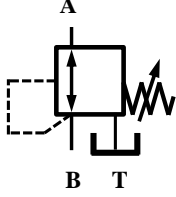
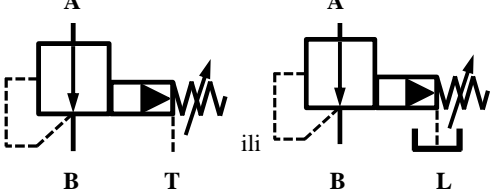
Postoje dva osnovna tipa redukcionih ventila: dvograni i trograni. Dvograni redukcionni ventili predstavljaju osnovnu konstrukciju, sa jedinim zadatkom održavanja stalnog pritiska. Pritisak na izlaznom priključku (**A**) je u negativnoj povratnoj sprezi sa otvaranjem ventila (povećanje pritiska pojačava prigušno delovanje ventila). Ventil održava zadati pritisak tako što je rezultujuća sila tog pritiska na čelo radnog klipa ventila u ravnoteži sa silom podešenom na oprugi.



Za razliku od njih, trograni redukcionni ventil predstavlja kombinaciju redukcionog i sigurnosnog ventila – u slučaju prekoračenja maksimalne dozvoljene vrednosti pritiska, trograni ventil rasterećuje granu sistema koju štiti otvaranjem izlaznog priključka ka rezervoaru (T).

Tabela 6. Simboli ventila za umanjenje pritiska - redukcionih ventila.

Table 6. Symbols of pressure reducing valves.

	<p><b>Dvograni ventil za umanjenje pritiska (redukcionni ventil) sa podesivom oprugom i eksternim (spoljašnjim) upravljanjem.</b></p> <p>*Ima dva priključka.</p>
	<p><b>Dvograni ventil za umanjenje pritiska (redukcionni ventil) sa podesivom oprugom i internim (unutrašnjim) upravljanjem.</b></p> <p>*Ima dva priključka, pa se označava kao “dvograni”.</p>
	<p><b>Trograni jednostepeni redukcionni ventil sa tri priključka.</b></p> <p>*Obzirom da ima tri glavna priključka ka različitim delovima hidrauličkog sistema, označava se kao “trograni”.</p>
	<p><b>Dvostepeni posredno upravljani dvograni redukcionni ventil sa eksternim (spoljašnjim) rasterećenjem (drenažom).</b></p> <p>*Fluid za hidrauličko upravljanje ventilom se odvođi u pomoćni (L) ili glavni rezervoar (T).</p>

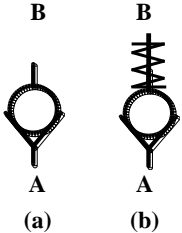
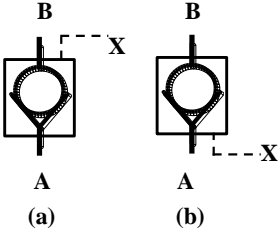
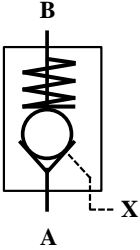
## GRAFIČKI SIMBOLI NEPOVRATNIH HIDRAULIČKIH VENTILA

Nepovratni ili zaporni ventili dozvoljavaju protok radne tečnosti samo u jednom (predviđenom, dozvoljenom) smeru (A → B), a blokiraju u suprotnom (A ← B). Zatvarački elementi nepovratnih ventila mogu imati oblik kugle, konusa, tanjira (pečurke) ili čaure. Nepovratni ventili se konstruktivno izvode kao neopterećeni (bez opruge) ili opterećeni, koji poseduju elastičnu oprugu.

Razvijene su i konstrukcije nepovratnih ventila sa hidrauličkim blokiranjem ili deblokiranjem. Ventili sa hidrauličkim deblokiranjem normalno dozvoljavaju protok predviđenom smeru (A → B). Međutim, dovođenje upravljačkog fluida povišenog pritiska na upravljački priključak X, deblokira ventil omogućavajući protok u suprotnom smeru. Kopd nepovratnih ventila sa hidrauličkim blokiranjem, situacija je obrnuta.

Tabela 7. Simboli nepovratnih ventila.

Table 7. Symbols of check valves.

 <p style="text-align: center;">(a)      (b)</p>	<p><b>Nepovratni ventili.</b> Postoje dva osnovna tipa običnih nepovratnih ventila:</p> <p>(a) neopterećeni nepovratni ventili (bez opruge) i</p> <p>(b) nepovratni ventili sa elastičnom oprugom (tzv. opterećeni ventili).</p>
 <p style="text-align: center;">(a)      (b)</p>	<p><b>Upravljeni nepovratni (blokirajući) ventili:</b></p> <p>(a) upravljano blokiranja toka;</p> <p>(b) upravljano deblokiranja toka.</p>
 <p style="text-align: center;">A</p>	<p><b>Opterećeni (sa oprugom) upravljani nepovratni (blokirajući) ventil.</b></p>

Hidraulički nepovratni ventili se najčešće konstruktivno izvode kao obični nepovratni ventili. Njihov jedini zadatak je sprečavanje povratnog strujanja (toka) radne hidrauličke tečnosti. Grafičke simboličke oznake ovih ventila su predstavljene u tabeli 7.

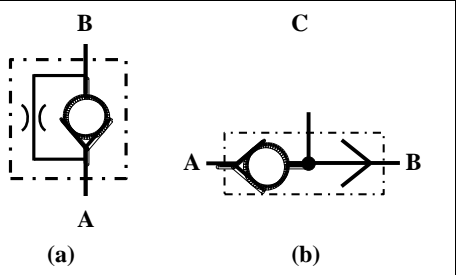
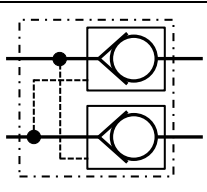
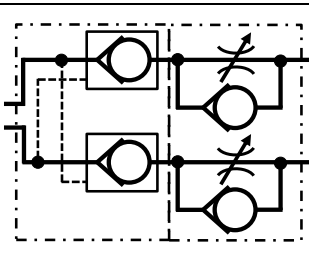
Postoje dva osnovna tipa običnih nepovratnih ventila:

- (a) neopterećeni nepovratni ventili (bez opruge) i
- (b) nepovratni ventili, opremljeni elastičnom oprugom koja pritiska zatvarački element, zbog čega su nazvani opterećeni ventili.

Pored najjednostavnijih osnovnih konstrukcija, razvijene su i složenije izvedbe nepovratnih ventila. Osim osnovnog zadatka sprečavanja toka u neželjenom smeru, složeni multifunkcijski nepovratni ventili mogu obavljati i druge dodatne funkcije, kao što je na primer, prigušivanje protoka. Simboli nekih tipova iz ove podgrupe hidrauličkih nepovratnih ventila su prikazani u tabeli 8.

Tabela 8. Simboli složenih (kombinovanih) nepovratnih ventila.

Table 8. Symbols of complex (multifunction) check valves.

 <p>(a) (b)</p>	<p><b>(a) Nepovratno-prigušni ventil.</b> Prigušuje protok u jednom smeru, a u suprotnom smeru protok je slobodan sa minimalnim gubitkom pritiska. Prigušenje se ne može menjati.</p> <p><b>(b) Naizmjenično-nepovratni ventil.</b> Izoluje dva alternativna dela (strujna kola) hidrauličkog sistema (A i B).</p>
	<p><b>Dvostruki hidraulički aktivirani nepovratni ventil.</b></p>
	<p><b>Dvostruki podesivi nepovratno prigušni ventil sa dvostrukim hidraulički aktiviranim nepovratnim ventilom.</b></p>

### GRAFIČKI SIMBOLI HIDRAULIČKIH VENTILA ZA PROTOK

Ventili za protok u hidrauličkom sistemu primarno služe za podešavanje protoka i/ili održavanje njegove konstantne vrednosti i/ili njegovo otvaranje ili potpuno prekidanje. Promena protoka najčešće se ostvaruje podešavanjem površine protočnog preseka radne hidrauličke tečnosti kroz ventil.

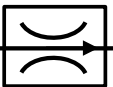

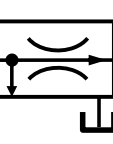
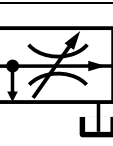
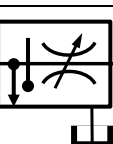
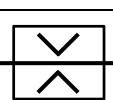
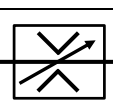
Prvu kategoriju ventila za protok predstavljaju prigušni elementi, odnosno hidraulički ventili opremljeni prigušnicama i blendama (dijafragmama) kao prigušnim elementima. U opštem slučaju, prigušnice imaju oblik uskih kanala, a dijafragme su oblika ploče sa uskim kružnim otvorom za proticanje radne tečnosti. Za razliku od prigušnica, lokalni hidraulički otpor dijafragmi u granicama radnog područja skoro ne zavisi od viskoznosti fluida (a time ni od njegove temperature). To je i razloga zbog koga se dijafragme koriste za merenje protoka radne tečnosti u cevima u koje su ugrađene. Principijelno, prigušne hidrauličke komponente se mogu podeliti na one sa fiksnim ili podesivim (varijabilnim) protokom.

Osnovnoj grupi prigušnih ventila pripadaju ventili sa ugrađenim prigušnicama i blendama, čiji su simboli zajedno sa kratkim opisima prikazani u tabeli 9. Ovo su ujedno i najjednostavnije konstrukcije prigušnih ventila, koji se često sreću u tehničkoj praksi.

Neki od njih omogućavaju promenu protočnog preseka prigušnih elemenata, a drugi ne, zavisno od namena i potreba hidrauličkih sistema ili njihovih ogranaka u koje su ventili ugrađeni. Naravno, promenom veličine površine "svetlog" poprečnog preseka kroz koji protiče radna tečnost unutar podesivog prigušnog ventila, menjaju se koeficijent lokalnog hidrauličkog otpora i pad pritiska tečnosti unutar ventila, što utiče i na odgovarajuću promenu protoka.

Tabela 9. Simboli osnovnih tipova prigušnih ventila.

Table 9. Symbols of basic types of throttle valves.

	<p><b>Prigušni ventil sa fiksnom prigušnicom.</b> Nije moguće podešavati veličinu protoka.</p>
	<p><b>Prigušni ventil podesivog (varijabilnog) protoka.</b> Protok hidrauličke tečnosti se kod ovakvih ventila može menjati, prema želji rukovaoca, odnosno potrebama sistema.</p>
	<p><b>Prigušni ventil stalnog (fiksno) protoka sa drenažom i rasterećenjem (kompenzacijom) pritiska.</b> Ima priključak za rasterećenje pritiska, kroz koji se odvodi višak radne hidrauličke tečnosti u rezervoar. Varijacije pritiska tečnosti na ulaznom priključku ventila ne utiču na veličinu protoka.</p>
	<p><b>Prigušni ventil podesivog (varijabilnog) protoka sa drenažom i kompenzacijom pritiska.</b> Može se menjati protok prema potrebama hidrauličkog sistema. Opremljen je priključkom za rasterećenje pritiska, kroz koji se odvodi višak hidrauličke tečnosti u rezervoar.</p>
	<p><b>Prigušni ventil podesivog (varijabilnog) protoka sa drenažom i kompenzacijom pritiska i temperature.</b> Može se menjati protok prema potrebama hidrauličkog sistema. Opremljen je priključkom za rasterećenje pritiska, kroz koji se odvodi višak hidrauličke tečnosti u rezervoar.</p>
	<p><b>Prigušni ventil sa fiksnom blendom.</b></p>
	<p><b>Prigušni ventil sa podesivom blendom.</b></p>

Grupa osnovnih prigušnih hidrauličkih ventila, čije su grafičke simboličke oznake prikazane u tabeli 9, dozvoljava protok radne tečnosti u oba smera. Međutim, to u nekim specifičnim situacijama nije preporučljivo, a nekada nije ni dozvoljeno. Stoga su razvijeni tzv. jednosmerni prigušni ventili, koji se još nazivaju i prigušno-nepovratni ventili. Kod ove grupe ventila, simboličkih oznaka prikazanih u tabeli 10, protok tečnosti se prigušuje u dozvoljenom smeru strujanja.

U drugom smeru, koji odgovara tzv. povratnom toku, ventili se automatski zatvaraju i time onemogućavaju protok radne hidrauličke tečnosti.

Tabela 10. Simboli prigušno–nepovratnih ventila.

Table 10. Symbols of basic types of throttle valves.

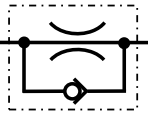
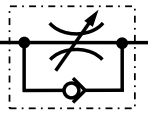
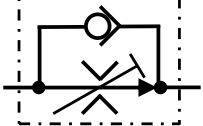
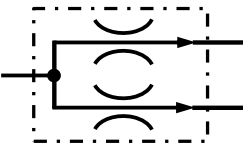
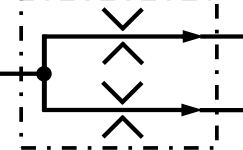
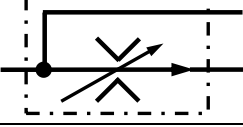
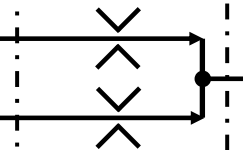
	<p><b>Jednosmerni prigušni (prigušno-nepovratni) ventil stalnog protoka hidrauličke tečnosti.</b></p> <p>Protok je prigušen u jednom smeru, a u suprotnom je slobodan, sa zanemarljivim padom pritiska.</p>
	<p><b>Jednosmerni prigušni (prigušno-nepovratni) ventil podesivog protoka hidrauličke tečnosti.</b></p> <p>Protok je kontrolisan u jednom smeru, a u drugom je slobodan, sa zanemarljivim padom pritiska.</p>
	<p><b>Jednosmerni protočni ventil sa podešavanjem protoka nezavisno od viskoznosti.</b></p>

Tabela 11. Simboli razdeljivača i sabirnika protoka.

Table 10. Symbols of flow dividers and flow collectors.

	<p><b>Razdeljivač protoka koji deli ulazni tok na dva izlazna toka jednakih protoka, viskozno zavisian.</b></p>
	<p><b>Razdeljivač protoka koji deli ulazni tok na dva izlazna toka jednakih protoka, viskozno nezavisian.</b></p>
	<p><b>Ventil sa tri priključka, koji deli ulazni protok na dva dela: izlazni tok podesivog protoka i drugi izlazni tok kome odgovara preostali deo protoka.</b></p>
	<p><b>Sabirnik protoka, viskozno nezavisian.</b></p>




U savremenoj tehničkoj praksi često se sreću hidraulički sistemi, u okviru kojih jedna pumpa napaja dva ili više aktuatora hidrauličkom tečnošću povišenog pritiska.

U ovakvim situacijama se obično primenjuju razdeljivači protoka različitih konstrukcija. Njihovi grafički simboli su prikazani u tabeli 11, zajedno sa simboličkom oznakom sabirnika protoka.

Veoma važnu ulogu i široku primenu u hidraulici nalaze i zatvarački ventili, čiji simboli su prikazani u tabeli 12. Njihov osnovni zadatak je potpuno zatvaranje ili otvaranje protoka radne hidrauličke tečnosti kroz određeni deo hidrauličkog sistema.

Tabela 12. Simboli zatvarača protoka.

Table 10. Symbols of shut-off valves.

	Opšti simbol ventila zatvarača protoka.
	Zatvarački loptasti ventil 2/2.
	Zatvarački ventil sa sedištem.

## ZAKLJUČAK

Opstanak i napredak savremene poljoprivredne tehnike suštinski su povezani sa širokom primenom elektronski kontrolisanih hidrauličkih sistema spregnutih sa mehaničkim elementima prenosa snage i upravljanja [12]. Ovaj rad predstavlja logičan nastavak prvog dela rada, pod nazivom „Hidraulički simboli - deo I: opšti simboli i oznake mernih instrumenata i indikatora“, i drugog dela istog rada sa naslovom „Hidraulički simboli - deo II: pumpe i izvršni organi“, posvećenog pripadajućoj tematici. Stoga je tekući treći deo rada posvećen prikazivanju i opisivanju hidrauličkih simbola račitih tipova ventila, koji obavljaju niz operativnih zadataka vezanih za upravljanje sistemom. Simboli svih grupa hidrauličkih ventila, koje su u fokusu ovog rada, definisani su ISO industrijskim standardima.

## LITERATURA

[1] Anonimous: ISO 1219-1:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications, 3<sup>rd</sup> ed., p. 178. Reviewed and confirmed in 2017. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/60184.html> .

[2] Anonimous: ISO 1219-2:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 2: Circuit diagrams, 2<sup>nd</sup> ed., p. 42. Reviewed and confirmed in 2018. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/51200.html> .

[3] Anonimous: ISO 1219-3:2016(en) Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 3: Symbol modules and connected symbols in circuit diagrams, 1<sup>st</sup> ed., p. 23. Technical Committee: ISO/TC 131/SC 1 Symbols, terminology and classifications. Link: <https://www.iso.org/standard/62614.html> .

- [4] Barać, S., Petrović, D., Vuković, A., Biberdžić, M., Đikić, A., Đokić, D. 2017. Rezultati ispitivanja ratarskih prskalica u uslovima centralne Srbije: Savremena poljoprivredna tehnika, No. 43(1), pp. 17-26. Link: <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?query=ISSID%26and%2614285&page=2&sort=8&styp=0&backurl=%2fissue.aspx%3fissue%3d14285>.
- [5] Cerović, B., V., Petrović, V.D. 2018. Hidrostatički sistemi prenosa snage poljoprivrednih mašina: zapreminske pumpe. Poljoprivredna tehnika. No. 43(1): pp.12-21. Link: [http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT\\_01-2018.pdf](http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2018.pdf).
- [6] Cerović, B., V., Petrović, V.D. 2018. Ventili kao upravljačke komponente hidrostatičkih sistema. Poljoprivredna tehnika. 43(3): pp.11-25. Link: [http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT\\_03-2018.pdf](http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_03-2018.pdf).
- [7] Cerović, V., Petrović, V.D., Radojević, L.R. 2016. Simulacije procesa raspršivanja. Zbornik radova 18. naučno-stručnog skupa sa međunarodnim učešćem „Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede“, Beograd, 9. Decembar 2016., Srbija: str. 14-21.
- [8] Majdić, F. 2013. Hidraulični Simboli - Povzeto po standardu ISO 1219-1 (2006-10-15). Laboratorij za pogonsko-krmilno hidrauliko (LPKH). Link: <http://lab.fs.uni-lj.si/ft/img/material/SW-Hidra-simboli-vse.pdf>.
- [9] Miodragović, R., Petrović, D., Mileusnić, Z., Dimitrijević, A. 2011. Energy and distribution parameters of the mobile wheel line sprinkler system. Proceedings of the 39<sup>th</sup> International symposium on agricultural engineering „Actual Tasks on Agricultural Engineering“, pp. 299-305, 22-25 Februar, 2011, Opatija, Hrvatska.
- [10] Miodragović, M.R., Petrović, V.D., Mileusnić, I.Z., Dimitrijević, Ž.A., Radojević, L.R. 2012: Water distribution uniformity of the traveling rain gun. African Journal of Agricultural Research 7(13), pp. 1988-1996. Link: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/326F84638540>.
- [11] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo I: Opšti simboli i oznake mernih instrumenata i indikatora. Poljoprivredna tehnika. 44(1): pp. 45-56. Link: [http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT\\_01-2019.pdf](http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2019.pdf).
- [12] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo II: Pumpe i izvršni organi. Poljoprivredna tehnika. 44(2): pp. 1-12. Link: [http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT\\_02-2019.pdf](http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_02-2019.pdf).
- [13] Petrović, V.D., Radojević, L.R., Vukša, P., Golubović, Z.Z. 2012. Droplet size distributions of conventional and air-induced nozzles. Proceedings of the DAS-29, 29<sup>th</sup> Danubia-Adria Symposium, 26<sup>th</sup> - 29<sup>th</sup>, pp. 166-169, September, University of Belgrade, Serbia.
- [14] Petrović, V. D., Urošević, M., Radojević, L. R., Mileusnić, I. Z., Petrović, S., 2017. Razvoj hidrauličko-mehaničkog sistema automatske nivelacije berača maline i kupine. Poljoprivredna tehnika. 42(2): pp.1-10. Link: [http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT\\_02-2017.pdf](http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_02-2017.pdf).
- [15] Trinkel, E., Fluid Power Basics, 1<sup>st</sup> eBook ed. Penton Media, Inc., <https://www.hydraulicspneumatics.com/>, 2017.

## HYDRAULIC SYMBOLS – PART THREE: VALVES

Petrović V. Dragan<sup>1</sup>, Cerović B. Vera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute for Agricultural Engineering, Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Republic of Serbia

<sup>2</sup>University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, The Queen Marija str. 16, 11120 Belgrade, Republic of Serbia

**Abstract:** Similar to human health, the importance of hydraulics sometimes becomes apparent only in her absence. Images and motives of agricultural workers from the past times and centuries can look attractive only on paintings of arts. In reality, it was a very hard and sometimes quite dangerous job.

The introduction of hydraulics in construction of modern farming machines, agriculture is less demanding for all farm workers, but also more efficient, which is of particular importance for providing enough food for the growing world during the 20<sup>th</sup> century. Achieving high efficiency, reliability and long service life of these systems requires sophisticated diagnostics and failure repairment, regular maintenance and careful use of each hydraulic system, and this is only possible with a good knowledge of the functional principles of all elements, their connections and the whole system. However, modern hydraulic systems of agricultural machines are often very complicated, and the construction of their components is too complex for detailed graphic representation within the whole corresponding hydraulic installation. Therefore, instead of detailed representation of the components, schematic diagrams are used. This manuscript represents a logical continuation of the first and second parts of the paper, devoted to the general symbols, labels of measuring instruments and indicators (part one), as well as pumps and actuators (part two). The third part of the paper presents the hydraulic symbols of the system control elements - hydraulic valves. The graphical symbols of these components are defined by ISO standards.

**Key words:** *hydraulics, system, symbol, scheme, hydraulic control element, valve, directional control valve*

Prijavljen:	26.03.2019.
Submitted:	
Ispravljen:	20.06.2019.
Revised:	
Prihvaćen:	01.08.2019.
Accepted:	