# AUMA POGONI SA ELEKTRO CILINDRIMA ZA HIDROENERGETSKU INDUSTRIJU

# AUMA ACTUATORS WITH ELECTRIC CYLINDERS (LINEAR ACTUATORS) FOR HYDROPOWER INDUSTRY

**Bojana BERDIĆ*, M.Sc.ME**
APIS CENTAR Beograd

*21. vek i početak implementacije ekoloških sistema korišćenjem obnovljivih izvora energije doveli su do velike potražnje za ekološki prihvatljivijim rešenjima i zamene starih već prevaziđenih rešenja. Stoga su proizvođači AUMA iz Nemačke predstavili jedno popularno i futurističko rešenje za zamenu hidrauličnih cilindara. Hidraulični cilindri su bili u upotrebi u svim industrijama, čak i u industriji voda i hidroenergije. Od samog početka upotrebe ovih hidrauličnih rešenja dogodile su se mnoge ekološke katastrofe usled izlivanja ulja (hidrauličke tečnosti) u ekosisteme. Električni cilindri predstavljaju veoma popularno rešenje koje između ostalog donosi jednostavniji dizajn, mehanizam bez ulja, manje buke (tihi rad), uz manje održavanja, moderan dizajn, duži vek trajanja uz sve zajedno efikasnu i ekonomičnu instalaciju. Ovo ekološko rešenje uskoro će zauzeti svoje mesto u industriji.*

***Ključne reči:*** *AUMA pogoni sa električnim cilindrima, ekološka rešenja za hidroenergiju, hidroenergija, AUMA pogoni, ekološki prihvatljiva rešenja*

*21st century and the beginning of the implementation of environmental systems using renewable sources of energy have led us to the high demand for more environmentally friendly solutions and replacing old, obsolete solutions. Therefore, the AUMA manufacturers from Germany presented the very popular, and futuristic solution for the replacement of the hydraulic cylinders. The hydraulic cylinders have been in use in all industries even in the water and hydropower. Since the beginning of the usage of these hydraulic solutions, many ecological catastrophes have occurred. The electric cylinders represent a very popular solution which among others brings more simple design, non-oil mechanism, less noise (quiet operation), with less maintenance, modern design, longer lifespan with all together efficient economical installation. This eco-friendly solution is about to take place in the industry.*

***Key words:*** *AUMA actuators with electric cylinders, eco-friendly solutions for hydropower, hydropower, AUMA actuators, environmentally friendly solutions*

## 1 UVOD

Industrijalizacija sve do 21. veka dovela je našu planetu do stanja u kome se posebna energija mora uložiti u implementaciju sistema koji podrazumevaju korišćenje obnovljivih izvora energije i zamenu postojećih rešenja koja se u smislu poboljšanja ili održanja stanja životne sredine mogu koristiti u svim granama industrije.

U ovom radu je predstavljeno jedno od rešenja za zamenu hidrauličkih cilindara za elektro cilindre kroz upoznavanje hidroenergetskih sistema, hidrauličkih sistema i cilindara i njihovih posledica korišćenjem u hidro sistemima, kao i elektromotornih pogona, aktuatora za industrijsku armaturu i na kraju samih elektro cilindara.

### *1.1 Hidroenergija*

Hidroenergija predstavlja najrasprostranjeniji tip obnovljive energije u celom svetu. Hidroenergija ili energija vode predstavlja snagu koja je dobijena pretvaranjem sile ili energije vodenih tokova u druge vrste energije. Mnogo pre nego što je na scenu nastupila komercijalna električna energija i postala široko dostupna, energija vode se koristila za navodnjavanje i pogon raznih postrojenja, kao

* Corresponding author's email: bojana.berdic@apis-centar.com

na primer vodenica, liftova, dizalica i sl. Vodeni resursi bili su uslov za život manjih, većih sela i gradova te su se oko njih ciljano i gradili. Hidroenergija se može obnoviti, u zavisnosti od hidrološkog ciklusa, sa najmanjom emisijom gasova staklene bašte u atmosferu. Da bi hidroenergija bila i u budućnosti neometano korišćena, veliki proizvođači opreme koja se koristi u tim sistemima moraju biti spremni na ulaganje dodatnog napora u nova rešenja i sisteme koji neće ni na koji način taj vodeni resurs kontaminirati ili uticati nepovoljno na životnu sredinu.

### *1.2 O AUMA kompaniji*

AUMA kompanija (**A**rmaturen **U**nd **M**aschinen- **A**ntreibe, *Valve and machine actuators)* je osnovana 1964. godine u Eslingenu, u Nemačkoj. Od tada, vremenom se razvijala i danas broji negde oko 2600 zaposlenih u preko 30 lokacija širom sveta sa svojim proizvodnim programom koji uključuje Getriebefabrik Coswig (GFC od 1991. godine), SIPOS (od 2000. godine), Haselhofer Feinmechanik (od 2006. godine), DREHMO (od 2008. godine) i HALM (od 2018. godine). AUMA je kompanija pod porodičnom upravom sa sopstvenim vrhunskim proizvodnim pogonima, aktuatorskim upravljačkim jedinicama i reduktorima. Kroz njihov proizvodni asortiman može se primetiti veoma velika dubina sopstvene proizvodnje (specijalne izvedbe), automatizacija svih vrsta ventila u svim segmentima tržišta, sa modularnim dizajnom, mogućnošću za konsultacije sa stručnjacima iz branše i odličnim kvalitetom. AUMA pogoni i reduktori se proizvode bez hidrauličkog ulja korišćenog u mnogim drugim proizvođačkim sistemima.

Usluge koje pruža APIS Centar kao predstavništvo AUMA kompanije u Srbiji:

- Tehnička podrška
- Ugradnja i podešavanje
- Rezervni delovi i zamena rezervnih delova
- Servis pogona u AUMA servisnom centru
- Servis pogona na lokaciji
- Servis pogona u EX zoni (zoni opasnosti)
- Održavanje i reviziju pogona
- Automatizacija, modernizacija i nadgradnja
- Školovanje i edukacija

## 2 HIDRAULIČKI SISTEMI. HIDRAULIČKI CILINDRI. CURENJE U HIDRAULIČKIM CILINDRIMA. HIDRAULIČKE TEČNOSTI.

Hidraulički cilindri su mehanički pokretači, dizajnirani tako da nose hidrostatičku silu u jednom smeru. Obično se koristi u građevinskoj opremi, građevinarstvu ili mašinama namenjenim za proizvodni proces. Hidraulički cilindar koristi bilo koji oblik hidrauličke tečnosti, obično ulje, koje se klipom gura linearno u svaku stranu cilindra. Ova vrsta kretanja omogućava linearno kretanje, čineći da mašine poput buldožera i traktora izvode pokrete kao što su rušenje zgrada ili podizanje tereta koji se ne mogu izvršiti od strane ljudi direktno, već samo uz pomoć posrednika – mašinskog ili drugog sistema.

Hidraulički cilindri se sastoje od klipnjače, klipne zaptivke i dva odvojena dela od kojih su svi pričvršćeni maticama i vijcima kako bi se izvršila sila hidrauličke tečnosti unutar cevi cilindra. On može izvršiti ogromnu silu, od nekoliko kilograma do nekoliko hiljada tona. Bez obzira na komplikovanost sistema zbog prateće merno-regulacione opreme koja mora biti vremenom servisirana i održavana (rezervoar ulja, cevovodi, merači parametara ulja…), hidraulički cilindar dobrog kvaliteta se pokazao kao savršeno rešenje za sve potrebe proizvodnje, poljoprivrede, građevinarstva ili automatizacije.

Međutim, uobičajen problem inženjerskih i proizvodnih kompanija koji se bave transportom ili 'pokretanjem' velikih opterećenja je pronalaženje načina za smanjenje curenja iz njihovih hidrauličkih cilindara. Većinom bi se na samu pomisao o curenju zamislila lokva tečnosti na podu i potrebu da se pronađe rupa u hidrauličkom crevu ili možda zaptivka koja curi, ali ne otkrivaju se sva curenja kao lokve i ne mogu se sva curenja tako lako rešiti. Iako se curenje može učiniti manjim, to može

dovesti do prekomernih troškova održavanja i rada, loših performansi, nedostataka pouzdanosti i ubrzanog trošenja komponenti. Ponekad pronalaženje i saniranje izvora curenja (bilo da je interno ili eksterno) može biti vrlo teško.

*Propuštanje u cilindrima*

Propuštanje u cilindrima generalno može biti uzrokovano različitim problemima unutar samog sistema. To može biti zbog istrošenog zaptivača, istrošenim cevima između odvojenih područja tečnosti, zbog prejakog zatezanja zaptivki pri ugradnji i sl. Curenje hidrauličkih cilindara na velikim sistemima, visokog kapaciteta, postaje primetno, jer ulje u sistemu mora da se menja često, što dovodi do operativnih troškova, a sve je posledica nepravilnog rada sistema. Ulje za podmazivanje je skupo, a hidraulički proizvodi, pogotovu hidraulički cilindri snažno se oslanjaju na njih jer ih pokreće motor koji prenosi odnos pomoću mašinskih elemenata, a koji moraju imati dobru lubrikaciju.

*Unutrašnje curenje*

Unutrašnje curenje, kako sam naziv implicira, je curenje koje se dešava unutar hidrauličkog sistema. Neka od ovih curenja su namerna i imaju oblik uskih puteva ili malih otvora koji omogućavaju hidrauličkoj tečnosti da prolazi iz područja visokog pritiska u područje niskog pritiska radi hlađenja ili čišćenja određenih komponenti, ali osim toga ova vrsta prolaska nikada neće napustiti zatvoren sistem. Međutim, problemi mogu nastati u sistemu i uzrokovati povećanje internih curenja do te mere da negativno utiču na performanse sistema. Hidraulička tečnost će prvo procuriti kroz pukotine i ući u drugu pregradu tečnosti – curenje nadole – jer curi u područje klipa cilindra, što će verovatno iscrpeti cilindar i smanjiti njegovu efikasnost, a pritom nije uopšte vidljivo. Unutrašnje curenje može biti posledica različitih uzroka, uključujući istrošenost komponentnih površina, loš dizajn sistema, netačne tolerancije kontrole tokom početne proizvodnje ili obnove ili upotrebu neispravnih delova. Najčešće osnovno habanje komponenti je sledeće: kako površina određenih komponenti počinje da se troši, postoji dodatni zapreminski prostor za prolaz tečnosti kroz te komponente, što rezultuje većim unutrašnjim curenjem. Pumpe i motori mogu biti još jedan veliki izvor unutrašnjih problema sa curenjem usled prekomernog razmaka između komponenti, koji dovodi do značajnog gubitka zapreminskog protoka. Tek kada operativni menadžeri i osoblje primete pad performansi i efikasnosti sistema shvate da postoji problem sa hidrauličkim cilindrom što se vremenom samo može pogoršati.

*Spoljašnje curenje*

Najočigledniji tip curenja je spoljašnje curenje koje se odnosi na curenje koje omogućava radnom fluidu da nenamerno izađe iz sistema. Neka od ovih curenja mogu imati očigledno poreklo, kao na primer hidraulički vod koji je počeo da izbacuje tečnost pod visokim pritiskom iz pukotine malih dimenzija ili rupe u cevi. Drugi, međutim mogu biti nezgodni jer mesto gde se prikuplja tečnost (na primer lokva na podu ili na samoj mašini) nije nužno na istom mestu na kome hidraulička tečnost zapravo izlazi iz sistema. Curenje može lako da se pojavi na mestu koje je dislocirano u odnosu na samo mesto pojave fluida.

Spoljašnje curenje hidraulike može izazvati nekoliko problema, a najskuplji problem koji zahteva rešenje je prečišćavanje otpadne tečnosti. Čak i konstantno curenje u obliku kapljica će se vremenom povećati ili ukazati na potrebu za dopunom hidrauličke tečnosti (najčešće mineralnog ulja). U zavisnosti od mesta curenja (u skladištu gde se skuplja na betonskom podu ili na hidrauličkom bageru gde procuri u površinski sloj zemlje ili travu), može doći do ometanja životne sredine zbog neometanog nastavka curenja. Kada se počnu stvarati lokve ili klizava područja, postoji opasnost za rukovaoce i tehničare (padovi i klizanja su glavni uzrok povreda u OSHA (*Occupational Safety and health administration)* izveštajima, što može dovesti do dodatne odgovornosti. Osim svega toga, curenje takođe može izazvati probleme za tehničare, ukoliko dođe do prodiranja tečnosti u organizam.

Ukoliko je spoljašnje curenje povezano sa istrošenim zaptivačem ili rupom vodovodu bez pritiska, to znači da zagađivači poput prašine, vlage i vazduha mogu ući u sistem i izazvati još više problema, što je često slučaj. Iako se može činiti da je lakše samo nastaviti dopunjavati nivo hidrauličke tečnosti, to nikako nije najbolji pristup upravo iz sledećeg razloga: može se dodati još tečnosti,

ali ne može da se poništi šteta nastala prodorom abrazivnih zagađivača. Takođe, nedostatak dovoljne količine hidrauličke tečnosti može ubrzati habanje komponenti i dovesti do unutrašnjih curenja koja smanjuju performanse i efikasnost.

*Hidrauličke tečnosti*

Hidraulične tečnosti su materijali koji se koriste za prenos pritiska sa jedne tačke na drugu. Koriste se u mašinama koje rotacionim ili linearnim kretanjem menjaju ili održavaju određeni položaj (drže stvari u mestu, okreću se, podižu, vuku i guraju). Tri glavne vrste hidrauličnih tečnosti su **hidraulične tečnosti sa mineralnim uljima**, polialfaolefinske hidraulične tečnosti i organofosfatne (*OP – generalni naziv za estre fosforne kiseline, mogu se naći u nekim pesticidima, insekticidima, herbicidima i nervnim agensima*) hidraulične tečnosti. Najčešća vrsta ulja koje se koristi u hidrauličkim sistemima je mineralno ulje koje ima zadatak da pri promeni temperature nema nikakvu promenu viskoznosti koja je glavni parametar pri odabiru hidrauličke tečnosti.

Hidraulične tečnosti iz sistema mogu isticati na različite načine, poput curenja u mašinama koje ih koriste, curenja kočione tečnosti ili curenja rezervoara za skladištenje.

*Razumevanje uticaja hidrauličkih tečnosti na životnu sredinu*

Ako se hidraulička tečnost izlije u tlo, deo fluida može ostati na površini, dok deo može procuriti u podzemne vode, zavisno od količine kiše koja padne na površinu, količini hidrauličke tečnosti koja se izlije i o vrsti podloge na koju ta tečnost padne. Ako hidraulička tečnost dođe do vodenih resursa (reke, jezera, mora, okeani…) jedan deo tečnosti može ostati na površini, neki može potonuti ispod površine vode. Ako postoji životinjski svet na mestu gde se izliva velika količina hidrauličkih tečnosti, one će se često zadržavati u njihovim organizmima. Hidrauličke tečnosti se takođe mogu širiti vazduhom koji nije zdrav za udisanje kao ni za boravak u njegovoj atmosferi. Hidraulička tečnost će se na kraju raspasti i razgraditi, ali to bi moglo trajati određen vremenski period počevši od godinu dana pa naviše.

Ako se hidraulične tečnosti organofosfata udišu ili dođu u kontakt sa životinjskom kožom, to može ozbiljno uticati na njih. Takođe, hidraulične tečnosti sa mineralnim uljima mogu izazvati slabost kod životinja, a određene vrste mineralnih ulja i hidraulične tečnosti iz polialfaolefina mogu izazvati otečenu kožu i oči kod životinja koje su bile izložene navedenim tečnostima. Takođe mogu izazvati pospanost i zagušenje životinje u plućima, što može dovesti do problema sa disanjem. Hidraulične tečnosti organofosfata mogu izazvati iritaciju na koži i uzrokovati probleme sa nervnim sistemom, uključujući drhtavicu, znojenje, probleme sa disanjem, opštu slabost, slabost u rukama i nogama i paralizu.

*Odlaganje iskorišćene hidrauličke tečnosti*

Kao još jedan pokazatelj i vrlo bitan parametar pri odabiru adekvatnog rešenja za potrebe određenih aktivnosti je princip skladištenja i upravljanja otpadnim uljem iz hidrauličkih sistema.

Nakon što je hidraulički medijum ispunio svoj životni ciklus (u najboljem slučaju – kada je potrebno samo isprazniti hidraulički sistem i zameniti novim) ovaj medijum je potrebno skladištiti na adekvatan način, a u skladu sa zakonima koji to obuhvataju. Ulje koje se sada skladišti je prljavo i ne može se ni pod kojim uslovima izbaciti u recipijent, već se mora smestiti u odgovarajuće 'kontejnere' (najčešće buriće) koji se jedino mogu odložiti na adekvatnu deponiju, u adekvatnim uslovima. Korišćenje ovog 'iskorišćenog' ulja (najčešće primenjenog do danas) više nije moguće u bilo kojoj vrsti industrije.

*Zamena hidrauličkih cilindara*

Čak i najmanje curenje može da se zbroji: samo jedna kap tečnosti koja iscuri iz sistema u sekundi, jednaka je 420 litara hidrauličke tečnosti potrošene u periodu od 12 meseci. Ova dobijena vrednost može se smestiti u jedan kockasti rezervoar zapremine 0,42m$^3$, a dimenzije tog rezervoara bi bile 74x74x74cm.

Osim očiglednih predstojećih troškova zarad nadoknade izgubljenog u dopunjavanju tog nivoa tečnosti, postoji i mogućnost narušavanja životne sredine ili povrede zaposlenih. Gotovo svi hidraulički cilindri pokazaće iste znake curenja, ako postoji razumevanje teorije koja stoji iza toga, mnogo je lakše uočiti problem, međutim kada se uzme u obzir postavljanje hidrauličkih cilindara velikog kapaciteta i njihovog potencijalnog nepravilnog rada na vodenim tokovima ili vodenim resursima mora se postaviti pitanje zamenskog rešenja, jer usled njihovog nepravilnog rada može doći do ekološke katastrofe. Iako i površinsko curenje hidrauličkih sistema sa sobom nosi određene posledice u smislu prelaska sa površine u podzemne vode, najveći problem predstavljaju sistemi postavljeni na vodenim resursima. Poznajući efekte spoljašnjeg curenja, to curenje se mora rešiti bez odlaganja, a greška u ovakvim sistemima na vodenim resursima podrazumeva ne samo finansijsku investiciju već i vremensku, jer problem nekada ne može biti jednostavno otklonjen i rešen, dakle sledi zastoj. **Ne dovođenjem u pitanje primenu ovakvog sistema, problem zagađenja vodenih resursa ostaje nerešen.**

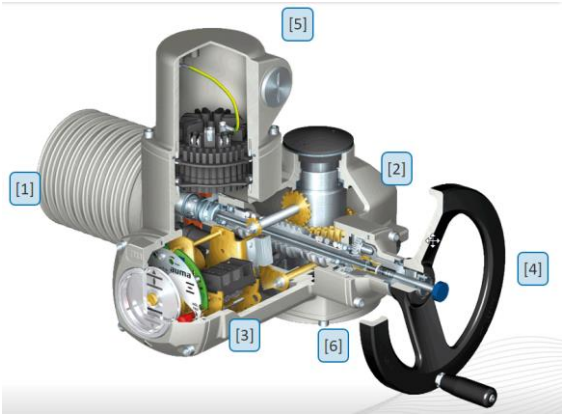
## 3 AUMA ELEKTROMOTORNI POGONI. ELEKTRO-POGONI (AKTUATORI).

Elektromotorni (EM) pogoni (aktuatori) predstavljaju mehaničko rešenje za pokretanje sistema pomoću pogonskog elektromotora. U širem smislu on definiše način upravljanja i regulacije rada sistema. Elektromotorni pogoni su danas, zahvaljujući pouzdanom i tihom radu, malim dimenzijama i niskim troškovima održavanja i eksploatacije najčešće korišćeni tip pogona radnih sistema u svim granama industrije. Kontrola procesa pomoću ovih pogona može da se vrši prema sledećim parametrima: broja obrtaja motora, brzine delovanja ili sile koju je potrebno savladati.

Elektromotornim pogonima može se pokrenuti određena vrsta industrijske armature koja se koristi u regulacionim procesima ili procesima u kojima je potrebno da komponenta vrši ON-OFF kretanje (pokretanje, zaustavljanje – bilo da je u pitanju početni, krajnji ili među-položaj).

Osnovni elementi elektromotornih pogona (slika 1):

1. Motora
2. Pužni zupčanik
3. Upravljačka jedinica
4. Ručni točak
5. Električna konekcija
6. Priključak za ventil ili komponentu armature koju je potrebno pogoniti




*Slika 1: Osnovni elementi elektromotornih pogona*

Osnovna podela elektromotornih pogona koji mogu ići do 32.000Nm, zavisno od tipa:

- ZA ROTACIONO KRETANJE (AUMA tipovi SA/R, SA/RV)
- ZA LINEARNO KRETANJE (AUMA tipovi SA/R+LE, SA/RV + A priključak)
- ZA ZAKRETNO KRETANJE (AUMA tipovi SQ, SQR, SA+GS…)

(‘’V” je nastavak koji se odnosi na varijabilni tip pogona odnosno pogon sa promenljivom brzinom, koji se vrši uz pomoć frekventnog regulatora;

“R” je nastavak koji se odnosi na pogon za regulaciju procesa, koji pored međupoložaja podrazumeva i veću učestalost paljenja i gašenja)

*Slika 2: Osnovni tipovi AUMA elektromotornih pogona (SA/R - levo i SQ - desno)*

Elektromotorni pogoni mogu doći u kombinaciji sa reduktorima i ići do 675.000Nm (multiplikacija ili redukcija prenosnog odnosa):

- Sa konusnom transmisijom (AUMA tip GK)
- Sa obodnom transmisijom (AUMA tip GST)
- Sa pužnom transmisijom (AUMA tipovi GS i GHT)

*Slika 3: Kombinacije rotacionog pogona (SA) sa reduktorima (redom GK, GST, GHT, GS)*

Elektromotorni pogoni mogu biti u sa integrisanim upravljačkim jedinicama u zavisnosti od procesa u kojima se koriste kao i tipa armature na koju se upravljanje odnosi:

- Uravljačka jedinica (AUMA tip AM – bez ekrana na kome je prikazan tačan položaj ventila već samo opcija OPEN-CLOSE-STOP, mogućnost povezivanja na SCADA sistem za detaljan pregled parametara)
- Uravljačka jedinica (AUMA tip AC – sa ekranom na kome je prikazan tačan položaj ventila + sve dodatne opcije povezivanja na postojeći sistem zarad pregleda svih parametara)

*Slika 4: Integrisane upravljačke jedinice (AC levo i AM desno)*

Upravljačka jedinica može biti smeštena na nekoj udaljenosti od pogona i da se snabdeva sunčevom energijom pomoću solarnog panela i konvertora – solarni sistem. Upravljanje može biti lokalno i daljinsko.

Za elektromotorne pogone, bitne su sledeće karakteristike koje doprinose poboljšanju kvaliteta i rada sistema:

- IP zaštita (hermetičnost)
- Termička zaštita motora (zaštita motora od pregrevanja)
- Anti korozivna zaštita (standardan premazni sloj od 14 μm ili 'extreme' od 200 μm)
- Samo zaključavanje (self-lock) do 90 ob/min (pomoću pužnog prenosnika)

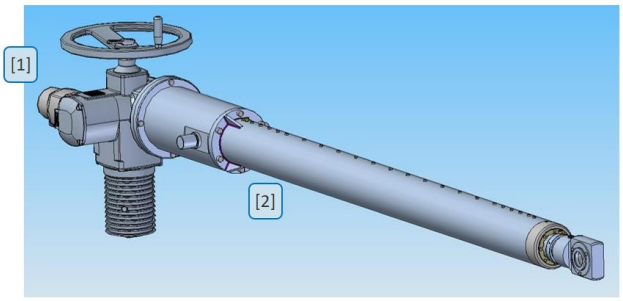
Elektromotorni pogoni mogu biti u sledećim kombinacijama:

- Promenljive brzine
- Trajno korišćenje pod vodom
- Sinhronizacija 2 EM aktuatora
- Postepeno pokretanje ili zaustavljanje (soft start, soft stop)

## 4 AUMA POGONI SA ELEKTRO CILINTRIMA – EHC ZA HIDROENERGETSKU INDUSTRIJU I ČELIČNE KONSTRUKCIJE

Ideja o elektro cilindrima je nastupila kada je uticaj hidrauličkih sistema ugrađenih na vodenim resursima na životnu sredinu postao sve više upečatljiv, pogotovu u poslednjih nekoliko godina.

Elektro cilindar predstavlja spoj elektro pogona i mehaničkog cilindra poboljšanog dizajna. Elektro cilindri mogu pogoniti sisteme kao što su morske prevodnice, radijalne pomorske, interkonekcione kapije, nosače grede, zatvarače, gabaritne rampe i sve velike sisteme koje je potrebno pogoniti na vodenim izvorima.

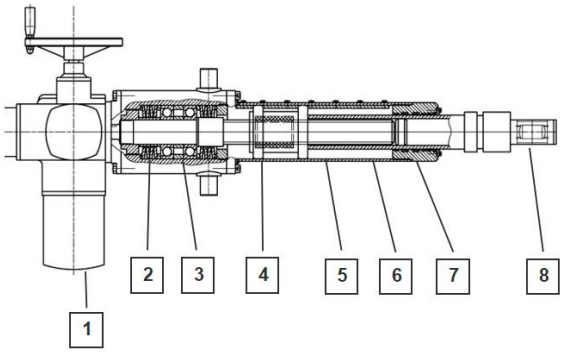



*Slika 6: Elektro cilindar (AUMA pogon i mehanički cilindar) – EHC*

*Konstrukciono rešenje elektrocilindra*

Elektro cilindar se sastoji od sledećih elemenata:

1. Motor/Reduktor
2. Spreg opruga
3. Set ležajeva
4. Vođice, vijak
5. Kućište
6. Klipnjača
7. Vođice klipnjače (unutrašnji navoj)
8. Konekcija - spojnica za zatvarač

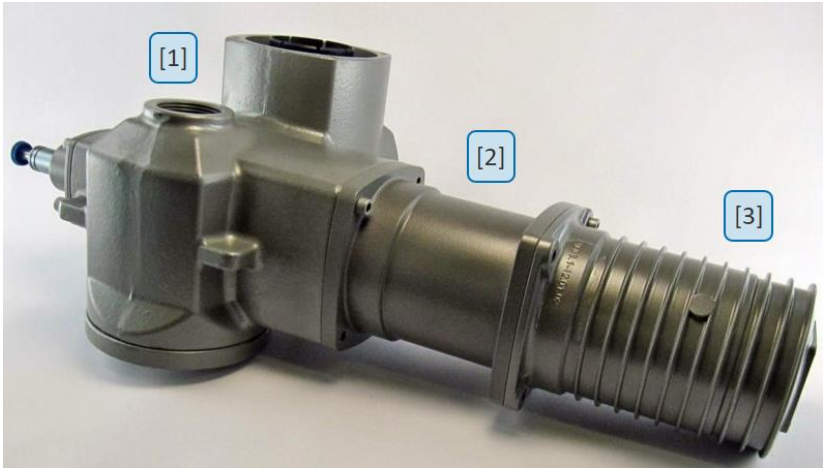



*Slika 6: AUMA sa (elektro) cilindrom – konstrukciono rešenje*

Jedna od bitnih mogućnosti za pogon elektro cilindra je elekrični pogon sa kočnicom (rad bez napajanja podrazumeva da će aktuator ostati u mestu  kočnica će držati u mestu; prilikom gubitka ulaznog signala/ne dobija signal od AM/AC upravljačke jedinice postoji opcija da ide u sigurnosnu poziciju/fail safe) koji u sebi sadrži aktuator-pogon (1), kočnicu (2) i elektromotor (3), što se može videti na slici 7.

Modeli koji su u kombinaciji sa ovim elektro cilindrom su:

- SA/SAR 07.2 – SA/SAR 16.2
- SAV/SARV 07.2 – SAV/SARV 16.2
- SA/SAV 25.1 – SA/SAV 35.1




*Slika 7: AUMA ELEKTRIČNI AKTUATOR sa kočnicom za postepeno gravitaciono kretanje*

Glavne prednosti ovog sistema su:

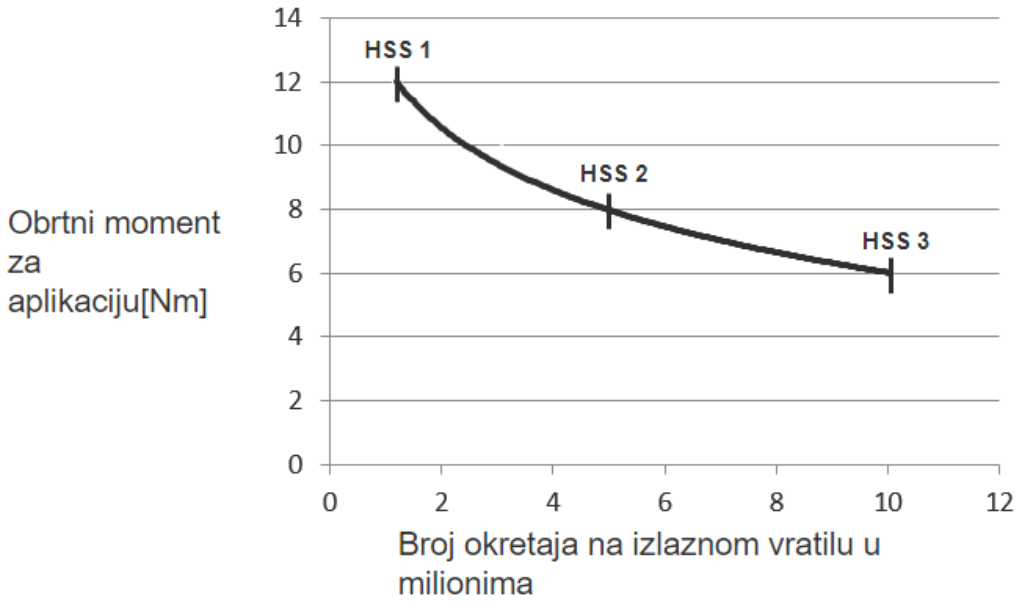
- ✓ Čist mehanički prenos snage
- ✓ Visoka efikasnost
- ✓ Zatvoren sistem bez cevi, creva i ostale prateće opreme
- ✓ Sistem bez ulja, samo mast za podmazivanje – bez curenja
- ✓ Standard IP68
- ✓ Mogućnost trajnog korišćenja pod vodom do 60m
- ✓ Okvirno u prvih 10 godina nije potrebno održavanje, niski troškovi održavanja
- ✓ Veoma dug životni vek (pogon 40 godina, cilindar 200 godina)
- ✓ Jednostavna instalacija
- ✓ Lako puštanje u rad
- ✓ Jednostavna eksploatacija
- ✓ Lokalna upravljačka jedinica ako je potrebno
- ✓ Lako povezivanje sa upravljačkim sistemom
- ✓ Mogućnost jednostavne manipulacije svim zatvaračima (pogonjenim elektro cilindrima) zbog male potrošnje energije zahvaljujući modernoj tehnologiji izrade navoja
- ✓ Neograničena dužina između upravljanja i pogona (hidraulika ima ograničenja)
- ✓ U slučaju nestanka struje postoje dodatne nezavisne mogućnosti za upravljanje (soft stop koje ide do 60% ukupno zadatog vremena zatvaranja)
- ✓ Sistem je stabilan pri promeni temperature (nema uticaja na viskoznost ulja)
- ✓ Niska emisija buke do 60dB
- ✓ Sistem sadrži integrisan apsolutni merni sistem
- ✓ Mogućnost praćenja opterećenja pojedinog pogona (korozija, prisutnost nečistoća)
- ✓ Primenom konkretno AUMA elektro cilindra, postojeća neposredna blizina servisnog centra

## 4.1 Habanje i opterećenje EHC-a:

| | HSS 1 | HSS 2 | HSS 3 |
|---|---|---|---|
| Desired lifetime | 35 years | 35 years | 35 years |
| Load of lock/ number of locking cycles | low | medium | high |
| Application profile for sluice gates | Tourist use in summer | Commercial use during ice-free months 12 h/d | Commercial use 24 h/d throughout the year |
| Application profile for weirs | Retention of floodwater | Roughly maintaining the level | Retention of sluice gates |

*Slika 8: Označavanje i odabir cikličnosti jednog elektro cilindra*

Prikaz zavisnosti životnog veka u zavisnosti od potrebnog broja paljenja/gašenja u skladu sa DIN19704 standardom za hidrauličke čelične konstrukcije:




*Grafik 1: Grafik zavisnosti broja okretaja, obrtnog momenta za datu aplikaciju od indeksa cikličnosti (učestanosti paljenja i gašenja)*

## 4.2 Opseg rada EHC-a

Sledeći podaci važe za aktuatore sa trofaznim AC motorima koji rade u režimu S2-15 minuta u satu.

| Type | Output speeds at 50 Hz | Setting range for tripping torque | Run torque in Nm for application | | | Valve output mounting flange | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [rpm] | [Nm] | HSS 1 | HSS 2 | HSS 3 | EN ISO 5210 | DIN 3210 |
| SA 07.2 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 63; 90; 125 | 10 – 30 | 12 | 8 | 6 | F07 or F10 | G0 |
| | 180 | 10 – 25 | | | | | |
| SA 07.6 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 63; 90; 125 | 20 – 60 | 25 | 18 | 12 | F07 or F10 | G0 |
| | 180 | 20 – 50 | | | | | |
| SA 10.2 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 63; 90; 125 | 40 – 120 | 50 | 36 | 24 | F10 | G0 |
| | 180 | 40 – 100 | | | | | |
| SA 14.2 | 4; 5,6; 8; 11 ;16; 22; 32; 45; 63; 90; 125 | 100 – 250 | 100 | 75 | 50 | F14 | G1/2 |
| | 180 | 100 – 200 | | | | | |
| SA 14.6 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 63; 90; 125 | 200 – 500 | 175 | 135 | 100 | F14 | G1/2 |
| | 180 | 200 – 400 | | | | | |
| SA 16.2 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 63; 90 | 400 – 1,000 | 350 | 270 | 200 | F16 | G3 |
| | 125; 180 | 400 – 800 | | | | | |
| SA 25.1 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 63; 90 | 630 – 2,000 | 700 | 550 | 400 | F25 | G4 |
| SA 30.1 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 90 | 1,250 – 4,000 | 1,400 | 1,100 | 800 | F30 | G5 |
| SA 35.1 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45 | 2,500 – 8,000 | 2,800 | 2,000 | 1,400 | F35 | G6 |
| SA 40.1 | 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45 | 5,000 – 16,000 | 5,600 | 4,000 | 2,800 | F40 | G7 |

*Slika 9: Aplikacija u hidroenergetici i opseg rada pojedinih aktuatora (SA u zavisnosti od HSS)*

### 4.3 Obrazac primene u hidroenergetskim i hidrauličkim čeličnim konstrukcijama

| Parametar | Opis parametra | Merna jedinica |
|---|---|---|
| **Opis aplikacije** | 1. Za koju aplikaciju se koristi ovaj elektro cilindar?<br>2. Koje je kretanje u pitanju?<br>3. Šta je potrebno pokrenuti? | / |
| **Sile** | 1. Koja je to sila koja mora biti savladana prilikom kretanja?<br>2. Koja je maksimalna vučna sila?<br>3. Koja je maksimalna potisna sila?<br>4. Statičko opterećenje?<br>5. Prosečna sila pri otvaranju/zatvaranju? | N; kN |
| **Hod** | 1. Koliki je ukupni hod ovog elektrocilindra?<br>2. Koliki je radni hod?<br>3. Koliki je regulacioni hod?<br>(npr regulacija nivoa vode)<br>4. Koliki je maksimalni hod? | mm, m |
| **Vreme**<br>**(linerana brzina)** | Koje je potrebno vreme otvaranja/zatvaranja' | sec, h |
| **Istrajnost** | 1. Koliki je broj duplih hodova? (broj izvlačenja/uvlačenja<br>2. elektro cilindara)<br>3. Koji je broj regulacionih koraka po danu (regulacioni korak)?<br>4. Koji je potreban životni vek elektro cilindra (poželjan)? | / |
| **Klasa zaštite (IP)** | 1. Standardna ili specifična u zavisnosti od primene?<br>2. Da li je bez kretanja dok je potopljen?<br>3. Kolika je visina vodenog stuba?<br>4. Koliko je ukupno vreme potapanja? | / |
| **Drugi uticaji** | Senzorski sistem: standardni, opcioni; | / |

Primer Brana u Nemačkoj: Prednja kapija 280kN/2650mm; Radijalna kapija 1500kN/2900mm; "Lock" radijalna kapija 20kN/250mm; Ventili i kapije 320kN/2650mm; Nosači grede 210kN/850mm; "Lock" nosač grede 30kN/300mm;

*Slika 11: WSV Hannover Renovation, Wesser*

Najveći elektro cilindar (linearni električni aktuator) napravljen do sada ima 9000mm hoda i može savladati silu od 2750 kN.

*Slika 12: Slika elektro cilindra*

## 5 Zaključak

Vodeni izvori su oduvek predstavljali uslov za život. Biljni i životinjski svet zavisi od njih, a ljudi zavise od svega navedenog. Na osnovu datog pregleda o nedostacima hidrauličkog sistema pri njihovoj primeni na vodenim resursima, hidrauličkoj tečnosti i njenom ponašanju u ekosistemima može se zaključiti da je neophodno dodatnu pažnju posvetiti pronalaženju boljih i adekvatnijih rešenja za primenu na vodenim resursima. Elektro cilindri predstavljaju pravo rešenje, kao moderan i kompaktan sistem za zamenu starog postojećeg i neadekvatnog za ovu upotrebu.

## 6 References


[1] https://riverlakeco.com/hydraulic-cylinder-leaks-and-how-to-fix-them/, pristupljeno 13.09.2021
[2] https://www.osha.gov/, pristupljeno 13.09.2021.
[3] http://fluidspillsintheenvironment.weebly.com/hydraulic-fluid-spills.html, pristupljeno 14.09.2021
[4] https://www.alatshop.rs/blog/tekst/ip_zastita_hermeticnost/8, pristupljeno 14.09.2021
[5] https://mac-hyd.com/blog/hydraulic-fluid-leaks/ pristupljeno 14.09.2021
[6] https://www.sdir.no/en/shipping/legislation/directives/leaks-in-hydraulic-hoses--couplings-and-in-hydraulic-cylinders/, pristupljeno 14.09.2021
[7] AUMA - Products, pristupljeno 14.09.2021