S!GNAL

2026 / št. 1

Baterijski hranilniki kot del energetske infrastrukture skupine Kolektor

Tri vodarne, ena tehnologija: ultrafiltracija kot standard za varno in zanesljivo pitno vodo

Od stroja do MES: kako urediti proizvodne podatke

ZInfV 1 v praksi: od skladnosti do odpornosti v industriji in kritični infrastrukturi

KOLEKTOR | Kolektor Sisteh

4 **ZInfV 1 v praksi: od skladnosti do odpornosti v industriji in kritični infrastrukturi**

Energetska učinkovitost in oskrba

8 Baterijski hranilniki kot del energetske infrastrukture skupine Kolektor
12 Silkem: energetska prenova brez zaustavitve proizvodnje
14 Prenova rezervnega napajanja v HE Solkan kot pilotna rešitev za objekte SENG
18 Digitalna hrbtenica energetike v cementarni Alpacem Anhovo
22 Eatonova digitalna platforma za zanesljivo upravljanje električne energije

Upravljanje vodnega kroga

26 Tri vodarne, ena tehnologija: ultrafiltracija kot standard za varno in zanesljivo pitno vodo
30 Digitalni dvojček kot orodje za učinkovito upravljanje vodovodnega sistema v Šaleški dolini
34 Digitalna nadgradnja Čistilne naprave Kočevje: več nadzora, sledljivosti in varnosti
36 Regulacijski ventili BERMAD za stabilnejše upravljanje vodovodnega omrežja v Slovenski Istri

Digitalizacija in industrija 4.0

38 Kolektor Sisteh digitaliziral sistem procesnih posod v Kolektor Etri
40 Od stroja do MES: kako urediti proizvodne podatke

Vzdrževanje in podpora uporabnikom

44 Dober servis zmanjšuje izpade delovanja in optimizira stroške ter tveganja

Nove tehnologije

48 Uvajanje informacijskega modeliranja objektov (BIM) v elektroenergetsko in vodno infrastrukturo

50 **Utrinki z dogodkov**

S!gnal, 2026, št. 1

Izdajatelj: Kolektor Sisteh d.o.o. (Zasavska cesta 95, 1231 Ljubljana–Črnuče, www.kolektorsisteh.com, sisteh@kolektor.com)
Odgovorna urednica: Mojca Progar (01/5636 305, mojca.progar@kolektor.com)
Naklada: 2000 izvodov, izhaja enkrat letno
Oblikovna zasnova in postavitev: Igor Lennasi, ID14, za Mediade d.o.o.
Lektoriranje: Anja Bolko
Tisk: Tiskarsko središče d.o.o.
Fotografije: Adobestock, Arhiv Alpacem, Arhiv ETI, Arhiv Kolektor Etra, Arhiv Kolektor Sisteh, Arhiv Kolektor, Arhiv Komunala Kočevje, Arhiv Občina Loška dolina, Arhiv RVK, Arhiv SENG, Arhiv URSIV, Barbara Reya, Bermad, Eaton, iStock, Magnific, Matej Vranič, TECES, UPKP FBIH

Revija je brezplačna. Vse pravice pridržane.

Mag. Jože Torkar Direktor podjetja Kolektor Sisteh

Ko je signal jasen, so odločitve boljše

V svetu hitrih sprememb je sposobnost pravočasno prepoznati pravi signal vse pomembnejša. Včasih je to podatek, ki odstopa od pričakovanega, sprememba v porabi energije ali zastoj v proizvodnji. Drugič nova tehnologija, sprememba na trgu ali nova potreba kupca. Ključno je, da signal razumemo in ga znamo pretvoriti v pravo odločitev.

Prav zato revija, ki je pred vami, nosi ime **S!gnal.**

Po 30 letih Informator dobiva novo podobo in novo vsebinsko usmeritev. **S!gnal** odraža tudi razvoj Kolektor Sisteha: želimo biti partner, ki razume izzive svojih kupcev, povezuje znanje različnih področij ter skupaj z njimi ustvarja tehnološko napredne, zanesljive in dolgoročno učinkovite rešitve.

Tehnologija namreč ni cilj sama po sebi. Njena vrednost se pokaže takrat, ko izboljša proces, poveča zanesljivost, zmanjša tveganje ali odpre novo poslovno priložnost.

Zato bodo v **S!gnalu** v ospredju zgodbe iz prakse – projekti, izzivi naših strank in predvsem **vrednost, ki smo jo ustvarili skupaj.** V njih se odražajo tudi vrednote Kolektorja: usmerjenost h kupcu, inovativnost, odgovornost, poštenost, vztrajnost in timski duh.

Naša prednost je v povezovanju znanja. Izzivi kupcev so vse bolj kompleksni in ne poznajo meja med avtomatizacijo, energetiko, digitalizacijo, vodnimi tehnologijami in kibernetsko varnostjo. Zahtevajo širši pogled, sodelovanje in razumevanje celotnega sistema.

S!gnal je hkrati tudi ogledalo našega dela. Priložnost, da se sodelavke in sodelavci ozremo na ustvarjeno ter **smo ponosni na znanje, zaupanje in rezultate, ki ostajajo za našimi projekti.**

Želim si, da bi vam **S!gnal** prinašal dobre zgodbe, nove poglede in ideje za prihodnje odločitve.

Kajti ko je signal jasen, je tudi pot naprej jasnejša.

Prijetno branje!

Mojca Progar Vodja marketinga, Kolektor Sisteh

ZInfV 1 v praksi: od skladnosti do odpornosti v industriji in kritični infrastrukturi

Nov Zakon o informacijski varnosti (ZInfV 1) v slovenski prostor prinaša bistveno širši in zahtevnejši okvir kibernetske varnosti. Ne gre več le za nalogo IT oddelkov, temveč za odgovornost vodstva, upravljanje tveganj, neprekinjeno poslovanje, obvladovanje incidentov in varnost dobavne verige.
Za industrijska podjetja in upravljavce kritične infrastrukture to pomeni konkreten premik: varnostni ukrepi morajo biti dokumentirani, uvedeni, preverljivi in podvrženi rednim izboljšavam. Ker se s takšnimi projekti v Kolektor Sistehu srečujemo vsak dan, smo za pogled regulatorja vprašali mag. **Melito Šinkovec**, vodjo Sektorja za informacijsko in kibernetsko varnost v Uradu vlade Republike Slovenije za informacijsko varnost (URSIV).

Zakaj ta zakon ni “samo še ena regulativa”, ampak realna sprememba v načinu upravljanja kibernetske varnosti?
Zagotavljanje informacijske in kibernetske varnosti bi moralo biti v organizaciji, ki deluje in nudi storitve v digitaliziranem svetu, ena izmed prioritet njenega delovanja, saj zagotavljanje tovrstne varnosti vpliva na sam obstoj in delovanje organizacije. Kibernetske grožnje in incidenti so postali naša realnost. O njih že skoraj vsak dan beremo v dnevnih novicah. Zavedati se je treba, da lahko kibernetski incident ohromi dejavnost organizacije ali pa jo celo pahne v zaprtje ali stečaj. Gre za pomembno grožnjo, ki jo morajo organizacije upoštevati.

Tudi zato je ZInfV-1 v ospredje postavil pomembno vlogo najvišjega vodstva organizacije. Zagotavljanje informacijske in kibernetske varnosti ni več le tehnični ali operativni izziv oziroma naloga IT služb, temveč gre za proces, v katerega mora biti vpeto najvišje vodstvo organizacije. Slednje odloča in določa, katero področje znotraj organizacije bo deležno več ali manj finančnih, kadrovskih in drugih virov, in s tem daje poudarek in podlago za zagotavljanje tudi kibernetske varnosti. Bistvena novost novega zakona, ki ureja področje informacijske in kibernetske varnosti, je tudi v njegovem obsegu učinkovanja. Zajema namreč precej večje število zavezancev, kot jih je stari zakon. Število zavezancev se je povečalo z okoli 200 na 700, pri čemer seznam še ni zaključen. Pričakujemo, da bo status zavezancev potrdilo blizu 1000 subjektov.



Na uradu pa se trudimo, da omenjeni zakon ne postane le še ena regulativna ovira in obveznost, pač pa želimo zavezancem tudi olajšati delo in jim nuditi podporo in pomoč.

Kakšno podporo lahko zavezanci pri izpolnjevanju obveznosti po ZInfV-1 dobijo od URSIV?
Že v lanskem letu je bil pripravljen priročnik za kibernetsko varnost, ki je bil nato posodobljen zaradi sprejetja novega ZInfV-1. Namen priročnika je zavezancem podati osnovne informacije in napotke za pripravo varnostne dokumentacije. Pripravljen je bil tudi spletni obrazec, prek katerega organizacije preverijo, če so zavezanci po ZInfV-1. V primeru pozitivnega odgovora lahko prek obrazca tudi oddajo skladno z zakonom zahtevane podatke. Z namenom dodatnega pojasnjevanja vsebin novega zakona so bila pripravljena tudi pojasnila k ZInfV-1, kjer lahko organizacije pridobijo dodatne informacije glede določanja zavezancev, samoregistracije, rokov za izpolnjevanje zahtev, usposabljanja in drugih vsebin iz zakona.

Urad je decembra lani pričel z izvajanjem brezplačnih usposabljanj odgovornih oseb na področju obvladovanja tveganj informacijske in kibernetske varnosti, kjer so vodstvu predstavljene obveznosti zakona in druge vsebine, pomembne za razumevanje zagotavljanja kibernetske varnosti v organizaciji.

Na spletni strani je na voljo tudi vprašalnik za samooceno zagotavljanja kibernetske varnosti v Excel obliki, ki temelji na CIS kontrolah. Datoteko lahko naložite lokalno, jo izpolnite in pridobite oceno zagotavljanja informacijske in kibernetske varnosti v organizaciji. Ocenjuje se 19 segmentov, poleg skupne ocene varnosti pa pridobite tudi oceno zrelosti varnostnih postopkov in politik. Poleg tega je na voljo vzorčna dokumentacija, ki je subjektom v pomoč pri pripravi varnostne dokumentacije.

Zavedati se je treba, da lahko kibernetski incident ohromi dejavnost organizacije ali pa jo celo pahne v zaprtje ali stečaj. Gre za pomembno grožnjo, ki jo morajo organizacije upoštevati.

Od januarja do marca 2026 so potekale tudi delavnice na temo treh vsebin, in sicer skladnost z ZInfV-1, v okviru katere se je prikazalo praktične korake priprave varnostne dokumentacije. Druga delavnica je bila na temo storitev varnostno-operativnega centra, tretja pa glede odzivanja na kibernetske incidente. Posnetki delavnic in gradiva so na voljo na spletu (Gradiva in posnetki delavnic o izpolnjevanju zakonskih obveznosti na področju kibernetske varnosti | GOV.SI). Urad pripravlja tudi digitalno platformo za priglasitev incidentov in obveščanje. Načrtuje se tudi okrepitev aktivnosti za dvig odpornosti vključno s sistemom finančnih spodbud. Za slednje je v postopku priprave področni zakon, ki bo vplival na mehkejši prehod v višji nivo kibernetske varnosti.

Pri tem želimo opozoriti tudi na preventivne aktivnosti na področju kibernetske varnosti. V skladu z ZInfV-1 morajo vodstva zagotoviti letna izobraževanja zaposlenih. Z namenom blaženja finančnih posledic ter doseganja čim višje odpornosti organizacije predlagamo, da se za dvig osveščenosti zaposleni poslužujejo

brezplačnih tečajev, ki jih nudi skupina CSIRT SI-CERT pri Arnesu. URSIV prek svojega proračuna financira delovanje skupin CSIRT.

Kdo je zavezanec in kje se danes dela največ napak?
Največ težav pri samoregistraciji subjektov smo zaznali pri identifikaciji storitev, ki jih opravlja organizacija, in tistih, ki jih ZInfV-1 določa v prilogah 1 in 2 in posledično pomenijo, da subjekt izpolnjuje prvega od treh kriterijev za zavezanca po ZInfV-1. Veliko vprašanj je bilo tudi glede pomena velikosti organizacije, kar predstavlja drugi dve merili, da subjekt postane zavezanec.

Večina omenjenih težav je bila naslovljena lansko leto, ko je potekel prvi rok za samoregistracijo. Prejeli smo precej vprašanj na to temo in tudi uspeli na vse podati odgovor. V primeru, da smo zaznali napačne samoregistracije, smo subjekt na to opozorili. Skladno z zakonom pa ni predvidenega postopka ugotavljanja, ali je subjekt zavezanec ali ne. Omenjen postopek izvedemo le pri določenih izjemah, kot jih predvideva zakon.

Za namen pojasnjevanja smo na uradu pripravili Pojasnila k ZInfV-1, ki so lahko organizacijam v pomoč pri prepoznavanju, ali so zavezanci in tudi glede drugih zahtev iz zakona.

Kaj ZInfV-1 pomeni za vodstva podjetij?
1. Preveriti status zavezanca in obveznost samoregistracije.
2. Imenovati odgovorne osebe in zagotoviti usposabljanje.
3. Izvesti oceno tveganj in določiti prioritetne ukrepe.
4. Urediti dokumentiransistem upravljanja varovanja informacij in neprekinjenega poslovanja.
5. V pogodbe z dobavitelji vključiti minimalne varnostne zahteve.
6. Vzpostaviti postopke za zaznavanje, obravnavo in prijavo incidentov.

Kako stroga je časovnica za vzpostavitev skladnosti in kdaj lahko zavezanci pričakujejo prvi resen nadzor inšpekcije ter sankcije za neskladnost?
Časovnica za skladnost je kar stroga. Zavezanci, ki so ob uveljavitvi ZInfV-1 izpolnjevali merila iz 6. in 7. člena ZInfV-1, so morali opraviti prvo registracijo po mehanizmu za samoregistracijo v šestih mesecih od uveljavitve zakona, to je bilo do 19. decembra 2025. Nadalje morajo ti zavezanci, ki se delijo na bistvene in pomembne, sprejeti ukrepe za obvladovanje tveganj za informacijsko in kibernetsko varnost iz 21. in 22. člena ZInfV-1 v roku osemnajstih mesecev, in sicer do 19. decembra 2026. Ob tem so določene izjeme, ki se nanašajo na zavezance po starem zakonu o informacijski varnosti, in sicer morajo nekdanji izvajalci bistvenih storitev (IBS), nekdanji organi državne uprave (ODU) in operaterji po ZEKom-2 skladnost glede omenjenih ukrepov doseči v roku enega leta od uveljavitve ZInfV-1, in sicer do 19. junija 2026. Prvi nadzori skladnosti z ZInfV-1 se bodo pričeli izvajati v januarju 2027.

Treba se je zavedati, da je vzpostavljanje informacijske in kibernetske varnosti proces, ki se dejansko nikoli ne konča, zato je vedno čas in priložnost za napredek in izboljšave.

Če gledamo z vidika uprav, kam bi morala podjetja najprej vlagati, da bi se približala skladnosti z ZInfV-1?
Podjetja bi morala dati poudarek na kadrovske vire v najširšem smislu, torej je treba identificirati ustrezne kadrovske vire, jih ustrezno usposobiti in zagotoviti kontinuirano ohranjanje in nadgrajevanje znanja. Ustrezno usposobljen kader bo znal pripraviti zahtevano varnostno dokumentacijo in izbrati primerne tehnološke rešitve, ki bodo zagotavljale ustrezen nivo kibernetske varnosti in obvladovanje tveganj.

Treba se je zavedati, da je vzpostavljanje informacijske in kibernetske varnosti proces, ki se dejansko nikoli ne konča, zato je vedno čas in priložnost za napredek in izboljšave.

Kaj naj zavezanci, ki želijo slediti zahtevam ZInfV 1, naredijo najprej?
Pristop organizacije k izpolnjevanju obveznosti po ZInfV-1 je seveda odvisen od njene dosedanje vpetosti v obveznosti po ZInfV-1 oziroma od sledenja dobrim praksam zagotavljanja informacijske varnosti v skladu s standardi iz družine ISO/IEC 27000. Če se organizacija prvič srečuje z obveznostmi, je treba pričeti na začetku. Ta začetek pa so kadrovski viri. Najprej je treba identificirati osebo, morda ekipo, ki bo pričela z delom na tem področju. Primeren korak je lahko ugotavljanje vrzeli, če je organizacija že bila v stiku z zagotavljanjem informacijske varnosti. Predvsem pa bi izpostavila pripravo in izvedbo celovitega programa usposabljanj za zagotavljanje informacijske in kibernetske varnosti za vse kategorije in vloge zaposlenih (CISO, skrbnik informacijskih sistemov, vodstvo, računovodstvo, kadroviki itd.), priprava realistične ocene informacijskih tveganj, priprava realnih in primernih ukrepov in njihova implementacija glede na ugotovljena tveganja ter zagotavljanje ustreznih postopkov za vpeljavo sprememb (ang. change management).

Glede omenjenih korakov si lahko subjekti pomagajo s pripomočki, ki sem jih že omenila, torej z vprašalnikom za samooceno skladnosti v Excel obliki, vzorčno dokumentacijo, gradivom delavnic, priročnikom kibernetske varnosti.

Kaj se bo z uveljavitvijo ZInfV 1 po vašem mnenju moralo spremeniti v odnosih med zavezanci in njihovimi dobavitelji tehnologije in storitev?
ZInfV-1 na področju varnosti dobavnih verig jasno opredeljuje odnose oziroma zahteve med zavezanci in njihovimi dobavitelji. Omenjeno je opredeljeno v 10. točki 22. člena med ukrepi za obvladovanje tveganj povezano še s četrtim odstavkom istega člena. Pomembno je vedeti, da je organizacija, ki sicer ni zavezanec po ZInfV-1, lahko soočena z zahtevami iz zakona, če je dobavitelj zavezancu po ZInfV-1. Te zahteve se dejansko prenašajo naprej po celotni verigi, zato je pomembno, da se s tem seznanijo tako dobavitelji kot tudi kupci, tudi če sami niso neposredni zavezanci po zakonu. Zavezanec v razmerju do dobavitelja določi ustrezne minimalne zahteve, povezane z informacijsko in kibernetsko varnostjo, ki pa morajo biti opredeljene v pogodbi ali drugem pisnem dogovoru med njima. Dolžnost zavezanca je tudi, da preverja izvajanje tovrstnih zahtev. Pregled dosedanjih incidentov kaže, da pri zelo veliko zabeleženih kibernetskih incidentih vzrok izvira pri dobavitelju. Primer: zlonamerni akter ukrade poverilnice dobavitelja in z njimi vstopi v informacijski sistem zavezanca. Kaj bi v tem primeru moral narediti zavezanec, da bi poskusil preprečiti incident? Dobavitelju predpiše ukrep uporabe večfaktorske avtentikacije ali rešitev neprekinjene avtentikacije za tiste informacijske sisteme, prek katerih dobavitelj vstopa v okolje zavezanca, in izvedbo omenjenega ukrepa tudi preverja.



ZInfV-1 na področju varnosti dobavnih verig jasno opredeljuje odnose oziroma zahteve med zavezanci in njihovimi dobavitelji.

19. 6. 2025	Uveljavitev ZInfV-1
19. 12. 2025	Prva registracija zavezancev po mehanizmu za samoregistracijo
19. 6. 2026	Skladnost z ukrepi za obvladovanje tveganj za informacijsko in kibernetsko varnost (21. in 22. člen) za izjeme – IBS, ODU in operaterji po ZEKom-2
19. 12. 2026	Sprejetje ukrepov za obvladovanje tveganj za informacijsko in kibernetsko varnost (21. in 22. člen ZInfV-1) za ostale zavezance
Januar 2027	Začetek prvih nadzorov skladnosti z ZInfV-1

Cel intervju si lahko preberete na spletni strani https://www.kolektor.com/novice.

Danijel Šuper Vodja projektov, Kolektor Sisteh

Baterijski hranilniki kot del energetske infrastrukture skupine Kolektor

Kolektorjeve naložbe v obnovljive vire in upravljanje energije kažejo, da zeleni prehod v industriji ni več samo vprašanje proizvodnje elektrike. Ključ postaja prožnost: kako energijo hraniti, voditi in varno vključiti v omrežje takrat, ko jo proizvodnja in procesi najbolj potrebujejo.



Ko sončna elektrarna ni dovolj

Ko industrijsko podjetje povečuje delež lastnih obnovljivih virov, se hitro pokaže, da sončna elektrarna sama po sebi še ne pomeni energetske neodvisnosti. Proizvodnja je odvisna od vremena, poraba pa od proizvodnega procesa, izmen, zagonov strojev in konic. Baterijski hranilnik električne energije (BHEE) poveže ta dva svetova. Prevzame presežke, pokrije kratkotrajne konice, omogoča sistemske storitve in varuje priključno moč. S tem postane del energetske infrastrukture podjetja. Kako tak pristop deluje v praksi, kažeta dva izvedena projekta postavitve BHEE, ki smo ju v Kolektor Sistehu izvedli v industrijskem kompleksu Kolektor.

BHEE Kolektor Idrija

V Idriji je bil v industrijsko omrežje vključen hranilnik skupne moči 5,99 MW in kapacitete 8,93 MWh. Sistem je razdeljen na dve lokaciji, ob proizvodnih halah S14 in S20, vsaka z dvema kontejnerskima enotama. Takšna razporeditev naročniku ne omogoča le hranjenja energije, ampak tudi razpoložljivost: več enot, dve lokaciji, ločeni priklopi in centralno vodenje zmanjšujejo odvisnost od enega samega elementa.

Baterijski hranilnik v Idriji zagotavlja več funkcionalnosti, od sistemskih storitev in arbitraže do izravnave konic ter optimizacije sončne elektrarne. Različne funkcionalnosti BHEE omogočajo fleksibilnost in monetizacijo v čim krajšem vračilnem času investicije. Nov tarifni sistem namreč daje velik pomen dogovorjeni in preseženi obračunski moči, zato je optimizacija odjema industrijskega porabnika ena od pomembnih funkcij.

Večji hranilnik, kot je na primer ta v Idriji, lahko pri polnjenju deluje kot velik porabnik in ob napačnem vodenju hitro obremeni prevzemno mesto. Pri projektu BHEE Kolektor Idrija je ključna funkcija dinamično omejevanje moči polnjenja. Hranilnik je priključen po shemi PS.2, priključna moč odjema na prevzemnem mestu pa je omejena na 6.000 kW. Brez prilagajanja moči BHEE preostalemu industrijskemu odjemu bi lahko skupni odjem v določenih trenutkih dosegel približno 9.000 kW.

Rešitev je regulator, ki meri moč na prevzemnem mestu P3 in sproti prilagaja delovno točko hranilnika. Prvotne 10-sekundne številčne meritve za tako hitro dinamiko niso bile dovolj. Zato je bil vgrajen dodatni analizator električnih veličin z zajemom na 100 ms, razsmernik pa na novo delovno točko reagira v približno 300–500 ms. Skupni odziv regulacije je krajši od ene sekunde. Uporabnik s tem ohrani proizvodne procese brez omejevanja, hranilnik pa se polni z največjo možno močjo, ki je v tistem trenutku še varna za omrežje in priključno moč.

BHEE Kolektor Postojna

BHEE v Postojni prikazuje drugo prednost tovrstnih sistemov: modularnost. Sistem nazivne moči 1,1 MW in kapacitete 2,56 MWh je sestavljen iz 11 samostojnih enot po 100 kW/233 kWh. V posameznem ohišju so združeni LFP baterijski moduli, AC/DC pretvornik in hladilni sistem. Priklop je izveden na 400 V AC, prek nove transformatorske postaje in SN stikališča.

Za uporabnika je modularna izvedba pomembna predvsem zato, ker moč in kapaciteta nista vezani na en sam velik blok. Želeno velikost sistema je mogoče prilagoditi številu nameščenih enot, razpoložljivemu prostoru, profilu porabe in načrtovani proizvodnji iz sončnih elektrarn. Rešitev je zasnovana za optimalen izkoristek obstoječe priključne moči in trenutnega trenda porabe industrijskega objekta. To pomeni manj nepotrebnih rezerv v priključku, boljšo izrabo lastne energije in postopno pot za prihodnje širitve.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Nižji stroški omrežnine	Dinamično omejevanje polnjenja zmanjšuje tveganje preseganja dogovorjene obračunske moči in pripadajočih stroškov.
Dodatni prihodki iz prožnosti	Sistem omogoča sodelovanje na trgih energije in pri sistemskih storitvah ter s tem ustvarjanje dodatnih virov prihodkov.
Boljša izraba lastne energije	Presežki iz sončnih elektrarn se shranijo in uporabijo v času večje porabe ali višjih cen električne energije.
Boljši ROI investicije	Ekonomski učinek nastaja iz kombinacije prihrankov pri omrežnini, optimizacije nabave energije, večje lastne porabe in prihodkov iz prožnosti.
Večja energetska avtonomija	BHEE povezuje lastno proizvodnjo, industrijski odjem in omrežje v voden lokalni energetski sistem.



Rezultati in učinki

Oba primera kažeta, da pri hranilnikih ni odločilen le proizvajalec baterijskih enot. Baterija je pomemben gradnik, vendar ne zagotavlja uspešnega obratovanja sama po sebi. Pri večjih proizvodnih virih in hranilnikih je prav izvajalec oziroma sistemski integrator **(v obeh primerih Kolektor Sisteh)** tisti, ki iz posameznih naprav sestavi energetski sistem, sposoben varnega paralelnega obratovanja z distribucijskim omrežjem. Kritični del je sistemska integracija: pravilno dimenzioniranje povezav, zaščit, meritev, ozemljitev, požarne varnosti, komunikacij, vodenja in skladnosti s SONDSEE (Sistemska obratovalna navodila za distribucijski sistem električne energije) ter zahtevami soglasja za priključitev.

Za uporabnika se vrednost takšne integracije pokaže v obratovanju: hranilnik mora slediti regulacijskim zahtevam, se odzivati na stanje omrežja, pravilno meriti pretoke energije, varovati ločilno mesto in ne sme povzročati novih motenj. V Idriji se to vidi v dinamičnem omejevanju, kjer je BHEE aktiven element upravljanja priključne moči. V Postojni se kaže v modularni arhitekturi, ki omogoča prilagoditev investicije realnim potrebam industrijskega odjema.

Od naprave do energetske infrastrukture

BHEE ni več samo naprava za shranjevanje električne energije. V industrijskem okolju postaja aktivni element energetskega vodenja: povezuje proizvodnjo iz obnovljivih virov, profil porabe, priključno moč in zahteve omrežja. Pravilno integriran hranilnik omogoča večjo energetsko avtonomijo lokacije, boljše obvladovanje konic, večjo izrabo lastne energije in stabilnejše načrtovanje stroškov. Ko je povezan z obnovljivimi viri, meritvami in naprednim vodenjem, postane temelj lokalnega energetskega sistema. Oba predstavljena primera potrjujeta, da zeleni prehod v industriji ni enkratna investicija v opremo, temveč premišljena nadgradnja infrastrukture: od sončnih elektrarn in meritev do hranilnikov, regulacije in obratovalne skladnosti.

BHEE je temelj energetske neodvisnosti šele takrat, ko je varno vključen, merjen in voden kot del celotnega elektroenergetskega sistema.

BHEE v Idriji uporabniku poleg izravnave konic industrijskega odjema in nudenja sistemskih storitev omogoča tudi aktivno varovanje priključne moči. Dinamično omejevanje polnjenja je posebej pomembno v sistemu, kjer ima dogovorjena obračunska moč pomembno vlogo pri načrtovanju stroškov uporabe omrežja. Hranilnik se zato ne sme obnašati kot nekontroliran dodatni porabnik, temveč kot voden element, ki se prilagaja trenutnemu industrijskemu odjemu in razpoložljivi priključni moči.

BHEE v Postojni naročniku prinaša boljšo izrabo lastne energije, možnost shranjevanja presežkov proizvodnje iz sončnih elektrarn ter prilagodljivost za prihodnje energetske potrebe. Modularna zasnova zmanjšuje tveganje predimenzioniranja, saj se število enot lahko uskladi z dejanskim profilom porabe.

Skupni rezultat obeh projektov je boljša pripravljenost na zeleni prehod in zanesljivejše obratovanje ob vse kompleksnejših zahtevah omrežja.

1) Energetska neodvisnost: hranilnik poveže OVE, industrijski odjem in omrežje v voden lokalni energetski sistem.

2) Nadzor konic: dinamično omejevanje v Idriji varuje priključno moč 6.000 kW in zmanjšuje tveganje presežne omrežnine.

3) Modularnost: BHEE v Postojni z 11 enotami po 100 kW/233 kWh omogoča prilagajanje moči in kapacitete dejanskim potrebam.

4) Skladnost in varnost: priklop, meritve, zaščite in obratovanje so usklajeni z zahtevami SONDSEE in soglasji.

5) Integracija: proizvajalec opreme je pomemben, odločilen pa je izvajalec in sistemski integrator (Kolektor Sisteh), ki zagotovi delujoč sistem.

6) Upravljanje: za ustvarjanje maksimalne dodane vrednosti sistema BHEE je pomembno zagotavljati napredno multi-tržno upravljanje energije (Kolektor sETup)



Ko je postrojenje BHEE zgrajeno in priključeno na omrežje, je ključno zagotoviti zanesljivo obratovanje in upravljanje z največjimi možnimi ekonomskimi učinki. Obe opisani postrojenji upravlja Kolektor sETup, ki z baterijskima hranilnikoma izvaja napredno multi-tržno upravljanje energije, kar pomeni optimizacijo med lastno porabo, omrežnino, trgi energije in storitvami prožnosti.

Jedro dodane vrednosti projekta ni samo hranjenje energije, temveč aktivno upravljanje priključne moči, konic, lastne proizvodnje in tržnih priložnosti.

Upravljanje vključuje tudi tesno in stalno sodelovanje z vzdrževalno ekipo Kolektor Sisteh, ki skrbi za visoko razpoložljivost in zanesljivo delovanje baterijskih hranilnikov ter s tem zagotavlja nemoteno izvajanje strategij na trgih.



Danijel Šuper Vodja projektov, Kolektor Sisteh

Silkem: energetska prenova brez zaustavitve proizvodnje

V energetsko intenzivni industriji zanesljivo napajanje ni le vprašanje stroškov, temveč pogoj za varno in stabilno proizvodnjo. V podjetju Silkem v Kidričevem, kjer potekajo kontinuirani procesi proizvodnje specialnih materialov, lahko izpad napajanja hitro povzroči tehnološke motnje, izmet materiala in varnostna tveganja. Kolektor Sisteh je zato izvedel obsežno energetsko prenovo transformatorskih postaj TP-4 in TP-5 ter modernizacijo pogona suhega mlina.

Prenova elektroenergetskega sistema

Projekt je vključeval zamenjavo srednjenapetostne (SN) in nizkonapetostne (NN) stikalne opreme, izboljšanje selektivnosti zaščit, vgradnjo sodobnih meritev ter pripravo infrastrukture za daljinski nadzor. Poseben izziv je bila izvedba posegov ob nemoteni proizvodnji, zato so bili preklopi, demontaže in priklopi izvedeni fazno, z vnaprej pripravljeno začasno napajalno strategijo.

Zanesljivost proizvodnje

Družba Silkem v Kidričevem upravlja industrijski kompleks s kontinuiranimi procesi, kjer izpadi napajanja hitro povzročijo tehnološke motnje, izmet materiala in varnostna tveganja. V zadnjih letih je del SN in NN opreme v transformatorskih postajah ter pogonskih sistemih dosegel konec življenjske dobe: rezervni deli niso bili več dobavljivi, stroški vzdrževanja so naraščali, hkrati pa so se povečevali izgube in tveganje okvar. Poseben izziv je bila tudi odsotnost sodobnih meritev in priprave na daljinski nadzor ključnih energetskih točk. Na lokaciji upravljajo pet transformatorskih postaj (TP-1 do TP-5) z več transformatorji; vse so vključene v interno 10 kV zanko industrijskega omrežja Talum, kar zahteva visoko zanesljivost in ustrezno izbiro selektivnosti zaščit.

Selektivnost in kratkostične razmere

Na nizkonapetostni strani v posamezni transformatorski postaji so se pojavljali različni profili porabnikov, od majhnih prek srednjih do velikih. Zaradi tega in zaradi velikega števila porabnikov so bili ključni projektiranje ustreznih zaščitnih elementov, njihova nastavitev, zagotavljanje selektivnosti, upoštevanje kratkostičnih razmer in obstoječih kabelskih priklopov.

V TP-4 so bili vgrajeni štirje oljni transformatorji 10,5/0,42 kV, 1000 kVA, katerih paralelno obratovanje je zaradi kratkostične moči omejeno (običajno trije v obratovanju, eden v rezervi), zato je bilo treba prenovo izvesti brez poslabšanja razpoložljivosti. V TP-5 je bilo poleg zamenjave SN/NN opreme potrebno vgraditi dodatni transformator T4 10,5/0,42 kV, 1000 kVA in ga vključiti v obstoječo zanko 10 kV industrijskega omrežja Talum.

Izvedba brez motenj

Najzahtevnejša izvedbena omejitev pri vseh posegih je bila nemotena proizvodnja: preklopi, demontaže in priklopi so morali potekati fazno, z natančno pripravljeno začasno napajalno strategijo ter jasnimi postopki LOTO in varnega dela.

Izbrane rešitve

Kolektor Sisteh je za prenovo izbral kombinacijo sodobne SN stikalne opreme ter certificiranih, kosovno preverjenih NN sestavov. Na SN strani sta TP-4 in TP-5 prenovljeni z novimi celicami ABB v konfiguraciji z merilnimi, vodnimi, spojnimi in transformatorskimi polji. Zaščita je izvedena z releji ABB REF615, krmilni tokokrogi so na 220 V DC, komunikacijska pripravljenost pa je zagotovljena z MODBUS RTU – tako za zaščite kot za zajem električnih veličin (U, I, f, THD, P, Q, S, kWh ...) prek mrežnih analizatorjev. Na NN strani je bila implementirana modularna stikalna oprema Eaton xEnergy, za katero je Kolektor Sisteh licencirani proizvajalec. V TP-4 je bil vgrajen xEnergy sestav s 17 polji, v TP-5 pa z 18 polji, nazivni tok glavnih zbiralk je 3200 A, kratkotrajni vzdržni tok Icw(1 s) 100 kA, notranja delitev forma 4 in zaščita IP31. Transformatorski dovodi so izvedeni z izoliranimi zbiralčnimi sistemi (tipično In 1600 A) in fleksibilnimi priključnimi pletenicami, kar je bistveno izboljšalo varnost in vzdrževanje v primerjavi s starejšimi golimi zbiralkami.

V sklopu tehnološke nadgradnje »Suhi mlin 1« je bila zamenjana dotrajana pogonska veriga mlina 1: star sinhronski motor (770 kW, 3 kV) je zamenjal nov asinhronski motor 690 V z vodenjem prek frekvenčnega pretvornika. Izbrana sta motor ABB moči 800 kW in frekvenčni pretvornik ABB serije ACS880. Napajanje je prilagojeno z novim transformatorjem 21/0,69 kV, 1250 kVA (tekočina Midel 7131) ter z nadgradnjo SN zaščite.

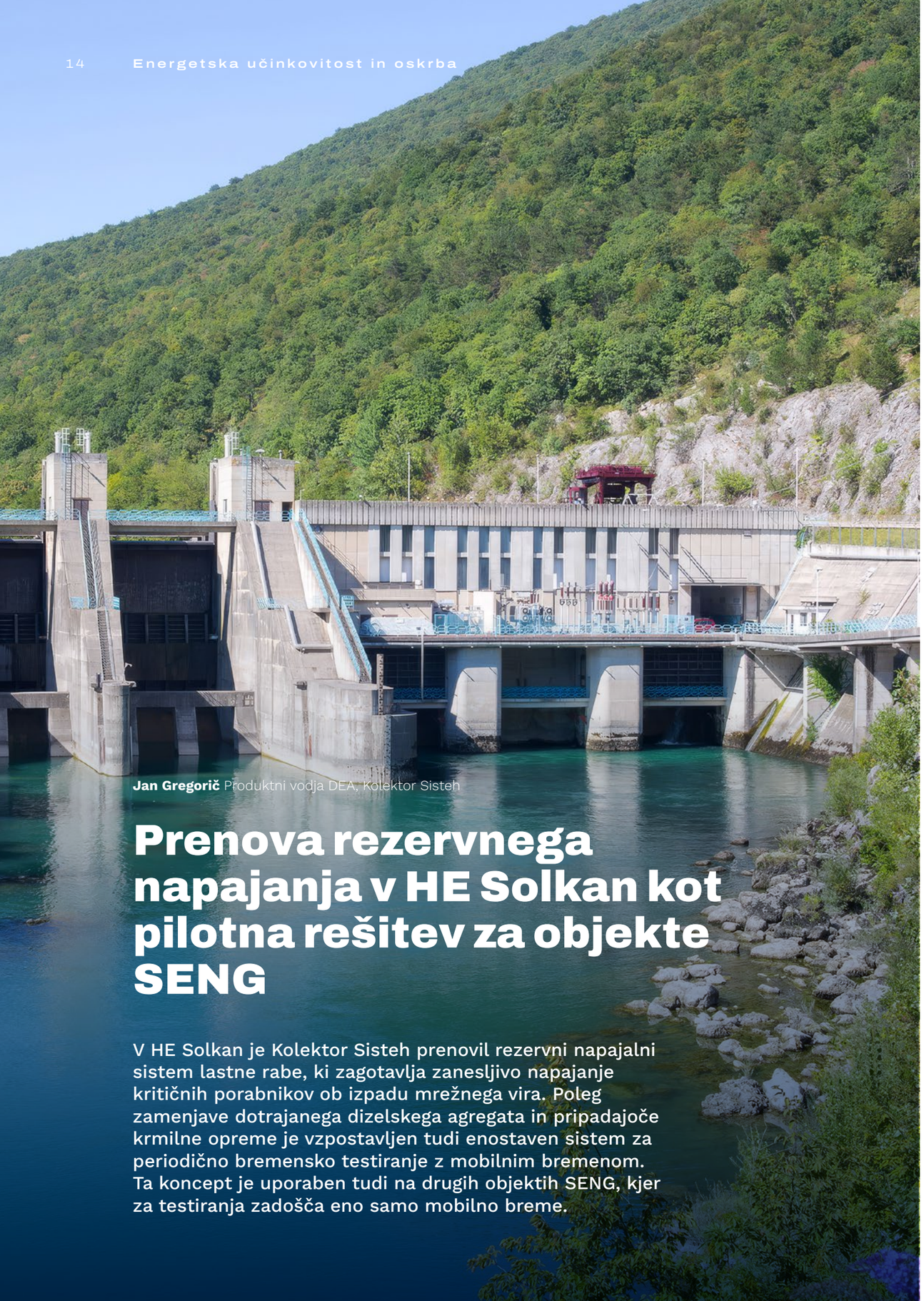
Rezultati in učinki

Prenova je najprej odpravila kritično tveganje nedobavljivih rezervnih delov in zmanjšala tveganje nenačrtovanih izpadov zaradi starosti opreme. Z novimi SN/NN zaščitami in pravilno nastavitvijo selektivnosti se je izboljšala zanesljivost napajanja, hkrati pa se je omejilo morebitne izpade zaradi okvar. Modularna zasnova xEnergy omogoča hitrejše posege (izvlačljivi odklopniki, razdelitev po poljih, boljša dostopnost odcepov) ter pripravo na kasnejše razširitve. Z integracijo meritev in pripravljenostjo na MODBUS RTU je Silkem dobil osnovo za centralni nadzor obremenitev, kakovosti električne energije (npr. THD) in energijskih tokov, kar je ključni pogoj za nadaljnjo optimizacijo porabe. Pri pogonu suhega mlina 1 sta z uporabo frekvenčnega pretvornika omogočena mehkejši zagon in regulacija hitrosti, s čimer se zmanjšajo mehanski sunki, zagonski tokovi in termične obremenitve. Dodatno nadzor temperatur (PT100) in vibracij izboljšuje preventivno vzdrževanje ter zmanjšuje tveganje sekundarnih poškodb na reduktorju in ležajih. Skupni učinek prenove se odraža v višji razpoložljivosti ključnih procesov, večji preglednosti nad stanjem napajanja ter v bolj predvidljivem planiranju vzdrževanja. Energetska prenova družbe Silkem se nadaljuje: v pripravi je projekt zamenjave opreme v TP-3 s ciljem poenotenja celotne energetske opreme na lokaciji, kar zmanjšuje število potrebnih rezervnih delov ter poenostavlja vzdrževanje.

»Izvedbo projektov ocenjujemo kot zelo uspešno, saj je bila energetska prenova izvedena strokovno, kakovostno in predvsem brez večjih motenj v proizvodnem procesu. Glede na zahtevnost projektov je bila ključnega pomena dobra priprava, natančno načrtovanje posameznih faz izvedbe ter usklajeno sodelovanje vseh izvajalcev. Z izvedbo smo pridobili sodobnejši, zanesljivejši in varnejši elektroenergetski sistem, ki bistveno zmanjšuje tveganje nepredvidenih izpadov in olajšuje nadaljnje vzdrževanje. Pomembna pridobitev je tudi večja fleksibilnost sistema, sodobne zaščite in izboljšana selektivnost, ki dodatno prispeva k varnosti in zanesljivosti obratovanja. Celotna izvedba je izpolnila naša pričakovanja.«

Zlatko Koprek
Vodja vzdrževanja in energetike, SILKEM

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Višja zanesljivost napajanja	Sodobna SN/NN oprema, selektivne zaščite in redundančna zasnova zanke.
Varnost in skladnost	Izvedba skladno s SIST EN 61439 (NN sestavi) ter preverjene zaščitne in merilne funkcije.
Izboljšano vzdrževanje	Modularni sestavi Eaton xEnergy in urejene zbiralčne povezave skrajšajo izpade pri posegih.
Digitalna pripravljenost	MODBUS RTU in analizatorji omogočajo integracijo v nadzorni sistem.
Optimizacija pogonov	Frekvenčno vodenje mlina zmanjšuje obremenitve in omogoča podatkovno podprto vzdrževanje.



Jan Gregorič Produktni vodja DEA, Kolektor Sisteh

Prenova rezervnega napajanja v HE Solkan kot pilotna rešitev za objekte SENG

V HE Solkan je Kolektor Sisteh prenovil rezervni napajalni sistem lastne rabe, ki zagotavlja zanesljivo napajanje kritičnih porabnikov ob izpadu mrežnega vira. Poleg zamenjave dotrajanega dizelskega agregata in pripadajoče krmilne opreme je vzpostavljen tudi enostaven sistem za periodično bremensko testiranje z mobilnim bremenom. Ta koncept je uporaben tudi na drugih objektih SENG, kjer za testiranja zadošča eno samo mobilno breme.

Zagotavljanje zanesljivega vira električne energije

HE Solkan je kot zadnja v verigi hidroelektrarn na reki Soči pomemben vir električne energije, pridobljene s pomočjo obnovljivih virov. Leta 2024 je obeležila 40 let obratovanja; prvi agregat se je zavrtel 9. septembra 1984. Danes zagotavlja stabilno in trajnostno oskrbo z električno energijo za severno Primorsko in podporo celotni energetski mreži Slovenije. V primeru motenj ali izpadov v omrežju ohranja napajanje ključnih porabnikov, kot so bolnišnice in vodna črpališča v severni Primorski, kar poudarja njeno strateško vrednost za regijo.

Eno mobilno breme – več lokacij uporabe

Zaradi ključnega pomena zanesljivega napajanja je bilo potrebno zamenjati dotrajan in poddimenzioniran star dizelski agregat. V Kolektor Sistehu smo zamenjali celoten sistem rezervnega napajanja kritičnih porabnikov lastne rabe – agregat ter krmilno omaro dizelskega agregata. Poleg zamenjave rezervnega napajalnega sistema smo poskrbeli tudi za izvedbo kabelskih povezav iz krmilne omare dizelskega agregata do zunanje priključne omarice, v katero se prek hitrih kabelskih spojk priključuje mobilno breme za potrebe periodičnih testiranj dizelskega agregata. S to pilotno rešitvijo omogočamo stranki uporabo enega samega mobilnega bremena na več lokacijah.

Opis sistema ter izvedba del

V objektih, ki predstavljajo proizvodne vire električne energije je ključnega pomena zagotoviti sistem rezervnega napajanja, ki nadomesti mrežni vir v primeru izpada električne energije. Le na ta način je mogoče ohraniti komunikacijo in nenazadnje tudi nadzor nad proizvodnim virom, v tem primeru nad vodnimi turbinami.

Prva stopnja rezervnega napajanja je v primeru razvoda kritičnih porabnikov lastne rabe v HE Solkan baterijski UPS sistem, ki ni bil del te prenove in je predviden za menjavo v kasnejši fazi. Drugo stopnjo rezervnega napajanja na omenjenem objektu predstavlja dizelski agregat, ki prevzame napajanje kritičnih porabnikov lastne rabe okvirno v 15 s po izpadu mrežnega napajanja. Dizelski agregat je bil star in zaradi povečevanja števila kritičnih porabnikov poddimenzioniran, zato smo projektno obdelali prenovo agregatnega napajalnega sistema. Sam projekt je bil sestavljen iz več faz zaradi potrebe po rezervnem napajanju tudi v času izvajanja del. Pred začetkom fizičnih del (odstranitev ter priprava strojnice na nov dizelski agregat) smo na lokacijo pripeljali nadomestni agregat, ki bi zagotavljal rezervno napajanje kritičnih porabnikov v primeru izpada mrežnega napajanja med samo izvedbo prenove.

Zapleteni periodični testi

Za potrebe zagotavljanja brezhibnosti sistema rezervnega napajanja je potrebno izvajati periodične bremenske teste dizelskega agregata. Bremensko testiranje omogoča preverjanje, ali rezervni sistem dejansko zanesljivo deluje v izrednih razmerah, pri čemer testno breme ne ogroža kritičnih porabnikov objekta.

HE Solkan zagotavlja stabilno in trajnostno oskrbo z električno energijo za severno Primorsko in podporo celotni energetski mreži Slovenije.

Tega je med testiranji potrebno obremenjevati do nazivne vrednosti in s tem testirati delovanje v celotnem spektru razpoložljive moči. Ker v normalnem obratovalnem stanju kritični porabniki predstavljajo le nekaj odstotkov

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Večja zanesljivost rezervnega napajanja	Nov, ustrezno dimenzioniran agregat zagotavlja napajanje kritičnih porabnikov lastne rabe ob izpadu mrežnega vira.
Ohranitev nadzora nad hidroelektrarno	Rezervno napajanje ohranja komunikacije, krmiljenje in nadzor ključnih sistemov ter zmanjšuje tveganje izgube upravljanja objekta.
Preverjena pripravljenost sistema	Bremensko testiranje do nazivne moči pokaže dejansko sposobnost agregata, hlajenja, gorivnega sistema, generatorja in krmiljenja v razmerah, primerljivih z izrednim dogodkom.
Nižji pričakovani stroški izrednih dogodkov	Večja verjetnost uspešnega zagona rezervnega vira zmanjšuje tveganje škode, izgube nadzora in daljšega izpada kritičnih sistemov.
Nižji investicijski stroški na ravni SENG	Eno mobilno breme se lahko uporablja na več hidroenergetskih objektih, zato nakup ločene testne opreme za vsako lokacijo ni potreben.



nazivne moči dizelskega agregata, bi za potrebe testiranj dizelskega agregata do višine nazivne moči morali energijo pošiljati tudi na nekritične porabnike, v najslabšem primeru (zelo majhen odjem za potrebe lastne rabe) pa celo v omrežje. Tak način testiranja bi zahteval dodatne spremembe pri pridobivanju korigiranih pogojev priključitve objekta na omrežje, zato je bila operativno enostavnejša rešitev testiranje agregata na lastnem, mobilnem bremenu.

S tem namenom je naročnik zasnoval praktično rešitev – mobilno breme na prikolici in sistem hitrih spojk, s katerim je mogoče enostavno izvajati periodična testiranja rezervnega napajanja tudi na drugih lokacijah.

Agregatni del napajanja iz krmilne omare smo podaljšali do nove zunanje priključne omarice, kamor se lahko zdaj prek hitrih spojk hitro in varno priključi kabelsko povezavo do mobilnega bremena. S tem smo dosegli rešitev, ki bistveno skrajša čas priprave na testiranja, odpravlja potrebo po vsakokratnem začasnem ožičenju ter zagotavlja visoko stopnjo varnosti za izvajalce.

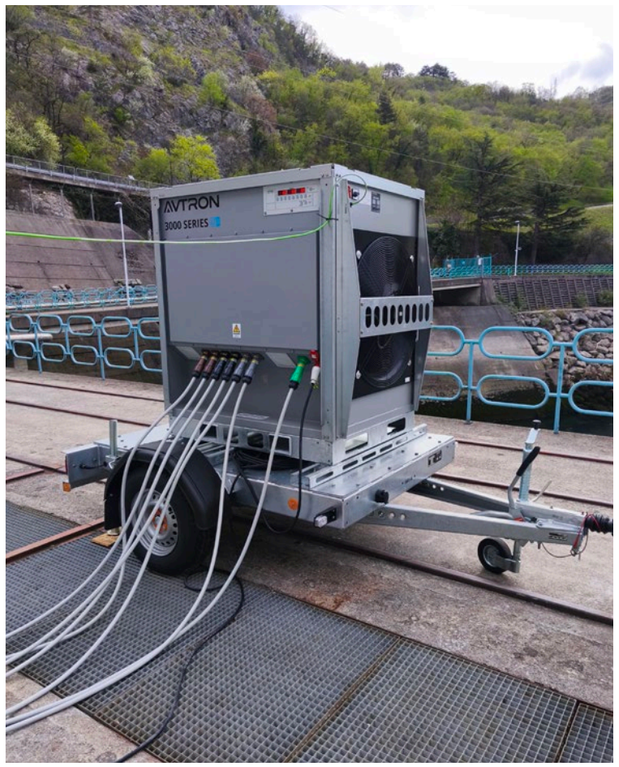
Z namenom enostavne polnitve rezervoarja dizelskega agregata smo na zunanjo steno objekta umestili tudi polnilno omarico s povezavo do znotraj umeščenega rezervoarja agregata, kar močno olajša dotakanje goriva. Obremenjevanje dizelskega agregata pomaga tudi zmanjševati težave zaradi dolgotrajnega delovanja pri majhni obremenitvi. Standard ISO 8528-1 zajema klasifikacijo, nazivne veličine in zmogljivost agregatov za rezervne aplikacije ter predstavlja ustrezno tehnično osnovo za določitev zahtev sistema.

Ključna dodana vrednost projekta je vzpostavitev standardiziranega, preverljivega in na več lokacijah uporabnega sistema rezervnega napajanja.

Uporaba novega sistema

Prenovljeni sistem rezervnega napajanja predstavlja zanesljivo rešitev za napajanje kritičnih porabnikov ob morebitnih izpadih mreže.

Z izgradnjo sistema z omogočenim hitrim priključevanjem mobilnega bremena smo v Kolektor Sistehu vzpostavili rešitev, ki presega



enkratno zamenjavo opreme. Naročniku omogoča varnejše, hitrejše in standardizirano testiranje sistemov rezervnega napajanja tudi na drugih hidroenergetskih objektih. Zaradi zasnove z zunanjo priključno omarico in hitrimi kabelskimi spojkami za ta namen zadošča eno samo mobilno breme, kar se odraža tudi v nižjih stroških prenove sistemov rezervnega napajanja.

Ključna dodana vrednost projekta ni le zamenjava dotrajanega agregata, temveč vzpostavitev standardiziranega, preverljivega in na več lokacijah uporabnega sistema rezervnega napajanja. Novi agregat prevzame kritične porabnike približno 15 s po izpadu omrežja, mobilno breme pa omogoča preizkus pri nazivni moči brez poseganja v nekritične porabnike ali oddaje energije v omrežje.

To pa ima nenazadnje tudi finančne koristi za stranko – zniževanje stroškov prenove posameznega sistema rezervnega napajanja.

S tem je bila na objektu vzpostavljena rešitev, ki naročniku omogoča varnejše, hitrejše in bolj ponovljivo preverjanje delovanja rezervnega vira.



»Posebna vrednost projekta je bila v samem načinu izvedbe. Dela so bila skrbno načrtovana, tako je bila elektrarna tudi med posegom ves čas ustrezno varovana z rezervnim virom napajanja. To je zahtevalo natančno usklajevanje, odgovoren pristop in tesno sodelovanje vseh vključenih. Prav sodelovanje je bilo eden ključnih razlogov za uspeh. V projektu so se povezali različni profili znotraj SENG — od strokovnih služb do sodelavcev na objektu. Posebej velja poudariti vlogo vodje HE Solkan ter upravljavcev na elektrarni, ki so s svojim odličnim poznavanjem objekta, praktičnimi izkušnjami in sprotnim usklajevanjem pomembno prispevali k temu, da so dela potekala varno, organizirano in brez vpliva na zanesljivost obratovanja. Takšni projekti vedno znova pokažejo, da vrhunske tehnične rešitve nastanejo tam, kjer se strokovno znanje poveže z izkušnjami iz prakse. Velika zasluga za uspešno izvedbo pa gre seveda izvajalcu Kolektor Sisteh, ki je z visoko tehnično usposobljenostjo, odzivnostjo in odličnim sodelovanjem poskrbel za kakovostno dokončanje del v predvidenem roku.«

Gorazd Ml. Leban
Inženir za napajalne naprave, Soške elektrarne Nova Gorica

Matija Kovačič Produktni vodja EMS, Kolektor Sisteh

Digitalna hrbtenica energetike v cementarni Alpacem Anhovo

Alpacem Cement d.d. je skupaj s podjetjem Kolektor Sisteh v letih 2023–2025 vzpostavil celovit sistem za upravljanje energije. Projekt je povezal 88 dodatnih oziroma prenovljenih električnih meritev, 14 PLC lokacij, 550 vhodnih podatkov in meritev ter centralno platformo SIMATIC Energy Manager PRO (EnMPRO). Rezultat je digitalna hrbtenica energetike, ki omogoča pregled nad energetskimi tokovi, hitrejše odkrivanje odstopanj, podporo obračunom v zaprtem distribucijskem sistemu ter osnovo za prihodnjo optimizacijo odjema in vključevanje novih virov energije.



Energija kot strateška spremenljivka

V energetsko intenzivni industriji je poraba energije ključna spremenljivka konkurenčnosti, okoljske odgovornosti in dolgoročne vzdržnosti poslovanja. Cementarna potrebuje za žganje klinkerja temperaturo blizu 1.450 °C; sama rotacijska peč je eden največjih industrijskih porabnikov toplotne energije v regiji. K temu dodajmo mline, kompresorje, transportne sisteme in vrsto velikih elektromotorjev – skupaj električno breme v desetinah megavatov. Kompleks cementarne in njenih odjemalcev se razteza prek razdalje dobrega kilometra, merilna shema pa je bila na številnih mestih pomanjkljiva ali nezanesljiva.

V takšnem okolju ni dovolj zgolj plačevati računov – energijo je treba meriti, razumeti in upravljati na podlagi transparentnih podatkov. Ker nov slovenski obračun omrežnine temelji na časovnih blokih in dogovorjeni obračunski moči, vrednost 15-minutnih meritev in analitike še dodatno raste. Prav ta preplet tehnoloških, prostorskih in regulatornih izzivov je bil izhodišče projekta, ki smo ga skupaj s podjetjem Alpacem Cement d.d. razvijali in implementirali med letoma 2023 in 2025.

Kompleksna elektroenergetska infrastruktura

Alpacem Cement d.d. – naslednik Salonita Anhovo in del mednarodne skupine Alpacem – upravlja z dvema lastnima razdelilnima transformatorskima postajama (RTP), več kot 20 transformatorskimi postajami ter razvejano srednjenapetostno distribucijsko mrežo. Podjetje nastopa kot upravljavec zaprtega distribucijskega sistema (ZDS), prek katerega dobavlja električno energijo vrsti zunanjih in internih odjemalcev na lokaciji. Poleg električne energije so ključni energenti še zemeljski plin, tehnološka in sanitarna voda ter alternativna goriva; v strateških načrtih podjetja pomembno mesto zasedajo tudi lastni obnovljivi viri, kar bo lokaciji prineslo še kompleksnejšo sliko energetske oskrbe in hkrati povečuje vrednost celovitega digitalnega nadzora.

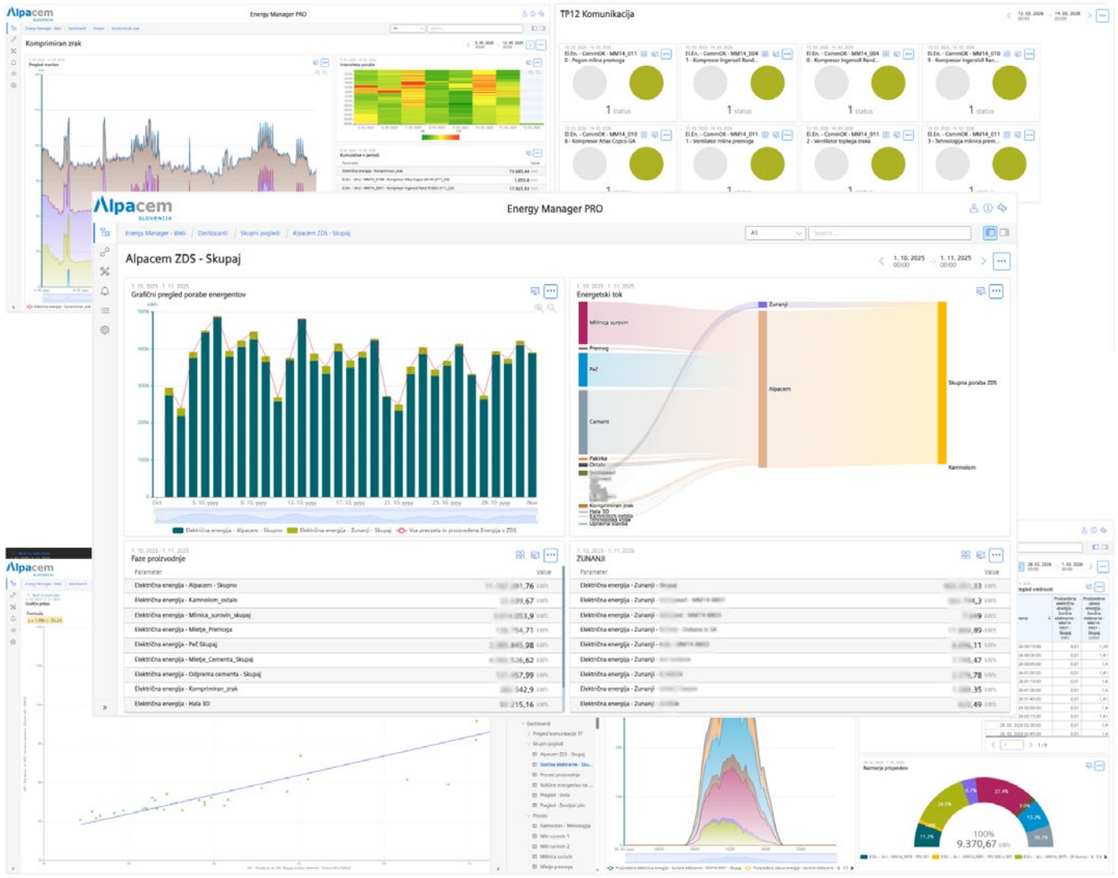
Projekt: celovita prenova od merilnika do platforme

Kolektor Sisteh je projekt prevzel v celoti kot integrator, dobavitelj opreme, elektro projektant in implementator EMS platforme. Obstoječa merilna infrastruktura ni bila primerna za digitalno upravljanje, komunikacijske poti so bile zastarele, podatki pa razdrobljeni po različnih sistemih. Projekt je bil zato zasnovan kot celovita večfazna prenova: dodatnih oziroma prenovljenih je bilo 88 električnih meritev, celoten sistem pa danes vključuje okoli 550 vhodnih podatkov, signalov in meritev. Obstoječi merilniki so bili zamenjani z merilniki Iskraemeco MT880 – števci distribucijskega razreda z Modbus TCP vmesnikom; komunikacijska infrastruktura je bila dopolnjena s 1.500 metri optičnih kablov in 5 ločenimi optičnimi povezavami. Med izvedbo sta se kot dodatna izziva izkazali integracija z obstoječimi sistemi naročnika ter sprememba metodologije obračuna omrežnine oktobra 2024, na katero je moral Kolektor Sisteh hitro odreagirati.

EMS ni projekt z datumom zaključka. Je živeč sistem, ki se skupaj s podjetjem neprestano razvija in raste.

Zbiranje podatkov poteka v treh nivojih: merilniki komunicirajo s PLC krmilniki Siemens S7-1200 na 14 lokacijah; ti podatke posredujejo prek OPC UA v centralno platformo SIMATIC Energy Manager PRO (EnMPRO), ki jih shranjuje v integrirani podatkovni bazi. Interval zajema je 15 minut. Sistem je integriran s proizvodnim nadzornim sistemom za izračun KPI, s poslovnim informacijskim sistemom za tarife in stroške ter s CEEPS prek API.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Nižji stroški energije	Tarifne analize, spremljanje konic in simulacije dogovorjene moči omogočajo optimizacijo odjema ter zmanjšanje stroškov omrežnine in energije.
Popolna preglednost nad energetskimi tokovi	Enoten vir podatkov prikazuje porabo po obratih, procesih, energentih in odjemalcih ter odpravlja razdrobljenost podatkov.
Hitrejše odkrivanje energetskih izgub	Toplotni zemljevidi, primerjave obdobij, CUSUM-analize in alarmiranje razkrijejo odstopanja, skrito porabo in neučinkovito delovanje opreme.
Boljši ROI energetskih investicij	Meritve pred izvedbo in po njej omogočajo preverjanje dejanskih prihrankov ter prednostno izbiro ukrepov z največjim finančnim učinkom.
Osnova za razogljičenje	Sistem omogoča spremljanje energije in emisij ter podpira načrtovanje sončnih elektrarn, baterijskih hranilnikov in drugih novih virov.



Projekt v številkah:

Element	Vsebina
Obdobje izvedbe	2023–2025
Dodatne/prenovljene el. meritve	88
Vhodni podatki, signali in meritve	550
Tipske PLC lokacije – agregatorji	14
Novi optični kabli	1.500 m
Interval zajema	15 min

Kaj zmore sistem danes

Sistem EMS, osnovan na platformi SIMATIC Energy Manager PRO (EnMPRO), je zasnovan za vsakodnevno aktivno uporabo – energetiki ga odpirajo večkrat dnevno prek spletnega brskalnika. Dostop je večnivojski: energetik vidi celotno sliko, vodstvo dobiva povzetke in mesečna poročila po e-pošti, služba za pripravo računov pa ima neposreden dostop do obračunov za odjemalce v ZDS.

Alpacem je pridobil enotno digitalno hrbtenico energetike, ki podatke pretvarja v konkretne ukrepe za nižje stroške, manj izgub, večjo zanesljivost obratovanja in bolj donosne prihodnje investicije.

V ospredju vsakodnevne uporabe so toplotni zemljevidi (heatmap prikazi) porabe, ki razkrijejo konice v dnevu ali tednu; Sankeyjev diagram, ki pokaže, kam energija dejansko teče – v peč, mline, podporne procese ali ZDS; in primerjava med obdobji, ki hitro pokaže, ali se poraba giblje v pričakovanih mejah. Iskanje anomalij je pogosto najbolj praktična vrednost sistema: nenadna poraba zunaj vzorca je lahko znak napake na opremi, ki bi sicer ostala neopažena. Poraba se spremlja ločeno po fazah proizvodnje z lastnimi kazalci, sistem pa izvaja tudi tarifno analizo in simulacijo, kako bi drugačna razporeditev dogovorjene moči prinesla nižje stroške. Sistem spremlja porabo tudi v odvisnosti od obsega proizvodnje, omogoča ciljno spremljanje porabe preko namenske analitike (npr. CUSUM diagramov) in benchmarking primerljivih postrojenj.

Kaj pridobi naročnik

Za podjetje, ki razmišlja o podobnem koraku, je vrednost sistema oprijemljiva. Namesto ročnega zbiranja odčitkov in priprave preglednic so podatki na voljo samodejno in v enotnem viru, mesečni obračuni za odjemalce v ZDS pa se generirajo brez ročnega vnosa, kar skrajša čas poročanja in odpravi napake pri prepisovanju. Hitrejše odkrivanje odstopanj omogoča zaznavanje napak na opremi, še preden prerastejo v okvaro. Napredna analitika – primerjave med obdobji in obrati, regresijski modeli in napovedovanje porabe – naročniku odpira pot k sistematični optimizaciji energetike in znižanju specifične rabe energije. Sistem tako ustvarja podatkovno osnovo za optimizacijo stroškov energije, zmanjšanje ročnega dela in hitrejše odzivanje na odstopanja v porabi ter s tem oprijemljivo podlago za odločanje o prihodnjih investicijah.

Za Kolektor Sisteh je Alpacem EMS referenčna implementacija, v kateri se tehnološka kompetenca izvajalca in industrijsko znanje naročnika skupaj razvijata v digitalno infrastrukturo, ki raste skupaj s podjetjem.

Nadaljevanje: voda, plin in naslednje faze

EMS v Alpacemu ni statičen sistem, temveč mora slediti spremembam procesov in se širiti z idejami po dodatni analitiki in optimizaciji. Konec leta 2025 so bili priključeni prvi vodni števci s komunikacijskim vmesnikom; nabor merilnih mest se bo širil, vzporedno pa poteka prenova zajema plinskih meritev – cilj je še naprej enoten nadzor nad vsemi energenti v enem sistemu. Sistem bo igral pomembno vlogo tudi pri načrtovanih investicijah v sončne elektrarne in baterijske hranilnike.

Za Kolektor Sisteh pa ostaja Alpacem EMS referenčna implementacija, v kateri se tehnološka kompetenca izvajalca in industrijsko znanje naročnika skupaj razvijata v digitalno infrastrukturo, ki raste skupaj s podjetjem.

»EMS danes ni več zgolj orodje za spremljanje porabe, ampak postaja ključna platforma za aktivno upravljanje energije. Ključne koristi v našem primeru so zmanjšanje stroškov energije prek optimizacije odjema in boljše odzivnosti na tržne signale, večja preglednost nad porabo, identifikacija neučinkovitosti v realnem času in podpora trajnostnim ciljem. EMS bo eno ključnih orodij pri naših načrtovanih investicijah v sončne elektrarne in baterijske hranilnike.«

Simon Kragelj
Vodja upravljanja z energijo in TGP, Alpacem Cement



Erik Lakner Vodja programa Električna oprema, Kolektor Sisteh

Eatonova digitalna platforma za zanesljivo upravljanje električne energije

Inteligentni odklopniki, zaščita pred oblokom in termični nadzor prinašajo rešitve za varnost in učinkovitost nizkonapetostnih elektroenergetskih sistemov

Večja razpoložljivost in varnost obratovanja

Energetski sistemi v industriji in infrastrukturi danes delujejo pod večjimi obremenitvami kot kadarkoli prej. Visoka razpoložljivost, varno obratovanje in obvladovanje stroškov energije zato postajajo ključni kriteriji pri načrtovanju in posodobitvah nizkonapetostnih razdelilnih sistemov. V ospredje prihajajo celovite rešitve, ki zmanjšujejo nenačrtovane izpade, omogočajo boljše odločanje in podpirajo prehod na nizkoogljično poslovanje.

V Kolektor Sistehu zato ne nastopamo le kot dobavitelj električne opreme, temveč kot sistemski integrator naprednih energetskih rešitev. V sodelovanju z globalnim partnerjem Eaton uvajamo rešitve, ki združujejo nizkonapetostne razdelilne sisteme, zaščitne in krmilne funkcije ter digitalni nadzor v enoten sistem. Eaton s svojimi inovacijami že desetletja postavlja standarde na področju upravljanja in zaščite električne energije.

Za upravljavce industrijskih in infrastrukturnih objektov to pomeni manj nenačrtovanih izpadov, hitrejše odkrivanje napak, boljšo sledljivost energetskih podatkov in varnejše obratovanje nizkonapetostnih razdelilnih sistemov.

Digitalni odklopnik NZM: zaščita in energetski podatki v enem

Eden najpomembnejših korakov v tej smeri je nova generacija digitalnih odklopnikov Eaton NZM, ki predstavljajo pomemben gradnik digitalne elektroenergetske infrastrukture. Ti odklopniki združujejo visoko zaščitno zmogljivost s sodobnimi funkcijami merjenja, diagnostike in komunikacije. Zaradi svoje zasnove so primerni za širok spekter aplikacij – od industrijskih postrojenj, kritične infrastrukture do velikih distribucijskih sistemov.

Posebno vrednost prinaša napredna elektronska zaščita Power Xpert Release (PXR), ki omogoča natančno konfiguracijo zaščitnih funkcij ter spremljanje obratovalnih parametrov sistema. S pomočjo digitalnega vmesnika lahko uporabniki odklopnike parametrirajo, izvajajo teste, beležijo rezultate in podatke enostavno vključijo v sisteme upravljanja energije ali nadzorne platforme.

Takšna digitalna funkcionalnost pomeni, da odklopnik ni več zgolj zaščitni element v elektroenergetskem omrežju. Postaja inteligenten vir podatkov, ki omogoča boljši nadzor nad energetskimi tokovi, napredno diagnostiko ter prediktivno vzdrževanje.

»Obe družini odklopnikov, tako NZM kot IZM, predstavljata sodobno rešitev v obliki stikalnih naprav, opremljenih z naprednimi zaščitno-merilnimi moduli. To je še zlasti pomembno pri načrtovanju energetskih sistemov, kjer sta v prvi vrsti pomembni varnost ter zanesljivost napajalnih sistemov. Poenotenje v smislu PXR zaščitnih modulov pri obeh družinah odklopnikov pa pomeni še nekaj bistvenega – izvajanje diagnostike in testiranj s pomočjo programskega orodja PXPM (Power Xpert Protection Manager) ter posledično opustitev namenskih testnih naprav.«

Vasja Škerjanec
Projektant, Elsing Inženiring

Odklopnik IZM: enotna platforma za upravljanje celotnega omrežja

Enako filozofijo digitalnega upravljanja prinašajo tudi zračni odklopniki Eaton IZM, ki so namenjeni glavnim nizkonapetostnim

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Večja varnost zaposlenih	Sistem ARCON omeji energijo in posledice električnega obloka ter s tem zmanjša tveganje poškodb osebja in okvar stikalnega sestava.
Hitrejša omejitev obločnega dogodka	ARCON omogoča gašenje obloka v času največ 2 ms, kar bistveno zmanjša termične in mehanske posledice dogodka.
Manj nenačrtovanih izpadov	Neprekinjeno spremljanje zaščitnih, električnih in termičnih parametrov omogoča zaznavanje odstopanj, še preden povzročijo okvaro ali zaustavitev procesa.
Boljša selektivnost zaščite	Natančna nastavitev zaščitnih funkcij zmanjšuje tveganje nepotrebnega izklopa širšega dela omrežja in pomaga omejiti motnjo na prizadeti odsek.
Boljši donos investicije – ROI	Finančni učinek nastaja predvsem zaradi preprečenih izpadov in poškodb, manj urgentnih intervencij, učinkovitejšega vzdrževanja ter daljše življenjske dobe opreme.



razdelilnim sistemom v industriji, energetskih centrih in kritični infrastrukturi. Z uporabo zaščitnega modula PXR omogočajo enotno platformo upravljanja zaščite, merjenja in komunikacije tako v kompaktnem kot tudi v glavnem razdelilnem delu sistema. Takšna standardizacija digitalnih funkcij pomeni pomemben korak k integriranemu upravljanju energetskih sistemov, kjer lahko operaterji centralno spremljajo obremenitve, tokove, dogodke in porabo energije v celotnem omrežju.

Energetska infrastruktura prihodnosti ne bo temeljila le na električni energiji, temveč tudi na podatkih, povezljivosti in zaupanju v tehnologijo.

ARCON: aktivna zaščita pred oblokom v največ 2 milisekundah

V sodobni energetiki pa digitalizacija ni pomembna le zaradi učinkovitosti, temveč tudi zaradi varnosti infrastrukture in ljudi. Zato imajo v sodobnih elektroenergetskih sistemih vse večjo vlogo tudi napredni zaščitni sistemi.



Med njimi izstopa Eaton ARCON, sistem za izjemno hitro zaznavo in gašenje električnega obloka v nizkonapetostnih stikalnih sestavih. Električni oblok predstavlja eno najnevarnejših tveganj v elektroenergetskih sistemih, saj lahko v delčku sekunde povzroči resne poškodbe opreme ali ogrozi varnost osebja.
ARCON z uporabo optičnih senzorjev in hitre zaščitne logike zazna pojav obloka ter sproži izklop v izjemno kratkem času, s čimer bistveno zmanjša posledice takšnega dogodka.

Termični nadzor CTM: zgodnje opozorilo pred okvarami

Dodatno raven zanesljivosti pa prinaša tudi Exerthermova rešitev CTM (Continuous Thermal Monitoring), ki omogoča stalno spremljanje temperature na kritičnih električnih povezavah. Sistem uporablja trajno vgrajene infrardeče senzorje, ki neprekinjeno 24/7 nadzorujejo temperaturo na zbiralkah, kabelskih priključkih in drugih ključnih točkah elektroenergetskih sistemov.

Takšen pristop omogoča zgodnje zaznavanje pregrevanja ali slabih električnih spojev, ki so eden najpogostejših vzrokov za okvare in izpade v elektroenergetskih sistemih. S tem omogoča prehod iz reaktivnega na prediktivno vzdrževanje, kar bistveno povečuje zanesljivost delovanja kritične infrastrukture.

V primerjavi s periodičnimi termografskimi pregledi stalni nadzor omogoča zaznavanje temperaturnih odstopanj tudi med pregledi, pri spremenljivih obremenitvah in v realnih obratovalnih pogojih. CTM lahko po podatkih proizvajalca napove do 70 % več okvar v električnih sredstvih kot periodični pregledi.

Digitalni energetski sistem: učinkovitost, varnost in ISO 50001

Ko združimo digitalne odklopnike, napredne zaščitne sisteme in stalen nadzor stanja opreme, dobimo energetski sistem, ki je bistveno bolj transparenten, varen in učinkovit. Takšni sistemi so pomembna tehnična podpora pri izvajanju ISO 50001, saj zagotavljajo merljive podatke, ki jih organizacije potrebujejo za spremljanje porabe, analizo energetske učinkovitosti in sistematično izboljševanje energetske uspešnosti.

Digitalizacija energetike ni zgolj tehnološki trend, temveč temelj prihodnjega razvoja industrije, infrastrukture in družbe. Energetska infrastruktura prihodnosti ne bo temeljila le na električni energiji, temveč tudi na podatkih, povezljivosti in zaupanju v tehnologijo.

Kako vam lahko pomagamo?

Vloga Kolektor Sisteha je, da te tehnologije poveže z dejanskimi potrebami uporabnika: od izbire ustrezne zaščitne opreme in projektne podpore do integracije v razdelilne sisteme, nadzorne platforme in vzdrževalne procese.





Valerija Javornik Produktni vodja Vodne tehnologije, Kolektor Sisteh

Tri vodarne, ena tehnologija: ultrafiltracija kot standard za varno in zanesljivo pitno vodo

Primeri iz Ilirske Bistrice, Loške doline in Belišća kažejo, da dobro zasnovan ultrafiltracijski sistem ne izboljša zgolj kakovosti pitne vode, temveč tudi zanesljivost, predvidljivost in stopnjo avtomatizacije obratovanja.

Sodobna priprava pitne vode z ultrafiltracijo

V podjetju Kolektor Sisteh smo pri vseh treh projektih nastopili kot vodilni tehnološki izvajalec in uporabili celovit pristop, ki združuje tehnološki inženiring, pravilno dimenzioniranje naprave, integracijo v nadzorni sistem, zagon ter optimizacijo delovanja. Sisteme smo ob zaključku projektov prevzeli tudi v vzdrževanje, kar naročnikom zagotavlja delovanje skozi celotno življenjsko dobo naprav.

Ultrafiltracija postaja pomemben odgovor na izzive sodobne priprave pitne vode, zlasti tam, kjer je kakovost surove vode odvisna od vremenskih razmer in nihanj ter klasični postopki ne zagotavljajo več stabilnega delovanja. V takih razmerah omogoča višjo stopnjo zanesljivosti oskrbe in bolj predvidljivo obratovanje sistema.

Ultrafiltracija je fizikalni postopek filtracije z zelo finimi membranami, ki iz vode učinkovito odstranjuje bakterije, mikroorganizme, parazite in viruse ter zagotavlja bistro in mikrobiološko neoporečno vodo. Zato je posebej primerna v vodarnah, ki pripravljajo vodo iz vodnjakov s površinskim vplivom ali iz površinske vode ter morajo obvladovati izrazita nihanja kakovosti in izdatnosti surove vode.

Ilirska Bistrica: nadgradnja velike vodarne

Vodarna Ilirska Bistrica se je razvijala postopno, zato je bila nadgradnja z ultrafiltracijo leta 2024 predvsem vprašanje pravilne vključitve nove tehnologije v obstoječ sistem. V okviru celovite posodobitve vodarne je bila obstoječa filtracija z usedalniki in peščenimi filtri ter kasneje s sistemom mikrofiltracije zamenjana z naprednim sistemom ultrafiltracije, ki je posebej primeren za vremensko občutljive kraške vodne vire. Poleg zanesljive priprave pitne vode je bilo treba zagotoviti ustrezno dimenzioniranje, stabilno obratovanje brez pogostih posegov ter optimizacijo porabe električne energije in količine pralnih vod. Izvedena je bila dograditev sistema priprave pitne vode z ultrafiltracijo in povezovalnega cevovoda do vodohrana Gradina. Ob tem je bilo treba novo vodarno zgraditi in vključiti v obstoječi vodovodni sistem, ne da bi bila med celotnim obdobjem gradnje prekinjena dobava pitne vode uporabnikom.

Loška dolina: sodobna rešitev za male vodne vire

Projekt UF Obrh v Loški dolini potrjuje, da je ultrafiltracija smiselna tudi pri manjših sistemih, kjer je cilj hkrati zagotoviti varno oskrbo in ponovno vključiti pomemben lokalni vodni vir. Vir Obrh je bil vrsto let izločen iz uporabe zaradi onesnaženja, zato je bila nova vodarna pomemben infrastrukturni korak za območje, ki se je soočalo s pomanjkanjem vode.

Projekt je potekal od julija 2024 do marca 2025 in je zajemal postavitev objekta ultrafiltracije ob obstoječem vodohranu, rekonstrukcijo črpališča ter ureditev pripadajoče infrastrukture za distribucijo vode, električno napajanje in optično povezavo. Jedro sistema sta dve UF enoti, vsaka s tremi ultrafiltracijskimi moduli skupne površine 75 m², ki zagotavljata zmogljivost 10 l/s oziroma 36 m³/h.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Stabilna kakovost pitne vode	Membranska pregrada zagotavlja zanesljivo odstranjevanje delcev in mikrobioloških onesnaževal tudi ob izrazitih nihanjih kakovosti vode iz vodnjaka s površinskim vplivom ali površinske vode.
Večja zanesljivost oskrbe	Stabilnejši proces zmanjšuje tveganje prekinitev priprave vode zaradi motnosti, padavin ali drugih hitrih sprememb kakovosti surove vode.
Optimizirana poraba energije	V Ilirski Bistrici se je po izvedbi optimizacije v prvem letu delovanja specifična poraba električne energije zmanjšala z začetnih 0,437 na 0,277 kWh/m³, kar predstavlja približno 36,6-odstotni prihranek energije na m³ pripravljene vode.
Manj izgub vode	Delež pralnih vod se je v Ilirski Bistrici po izvedbi optimizacije v prvem letu delovanja zmanjšal iz začetnih 15 % na 8 % prečrpane vode oziroma za 7 odstotnih točk.
Boljši nadzor obratovalnih stroškov	Spremljanje porabe električne energije, pralne vode in kemikalij omogoča preglednejše upravljanje variabilnih stroškov priprave vode.
Večji izkoristek zajete vode	Manj vode se porabi za pranje membran, zato je večji delež načrpane vode na voljo za distribucijo uporabnikom.
Manj ročnih posegov	Avtomatizirani cikli filtracije, pranja, dezinfekcije in alarmiranja zmanjšujejo potrebo po stalnem ročnem upravljanju procesa.
Hitrejše odzivanje na odstopanja	Sistem SCADA omogoča spremljanje pretokov, tlakov, kakovosti vode, stanja membran in alarmov v realnem času.
Večja robustnost sistema	Več vzporednih ultrafiltracijskih enot oziroma modulov omogoča prilagajanje zmogljivosti porabi, servisiranje posameznega sklopa in nadaljevanje obratovanja z razpoložljivimi enotami.
Nižje tveganje neskladnosti	Stabilen in dokumentiran proces omogoča boljše obvladovanje zdravstvenih tveganj ter lažje dokazovanje skladnosti kakovosti pitne vode.
Predvidljivejše vzdrževanje	Spremljanje procesnih parametrov in stanja membran omogoča načrtovanje pranj, kemijskega čiščenja in servisnih aktivnosti glede na dejansko stanje.





V času poskusnega obratovanja od februarja do maja 2025 so potekali spremljanje sistema, nastavitev doziranja kemikalij in nadzor porabe električne energije, ki je ostajala pod zahtevano mejo 0,5 kWh za 1 m³ vode.

Direktiva (EU) 2020/2184 in Uredba o pitni vodi zahtevata pristop k varnosti pitne vode, ki temelji na tveganju in zajema celotno verigo od zajema vode prek priprave do distribucije. Pri slovenskih projektih je bila ultrafiltracija izbrana kot edina ustrezna tehnologija za izpolnitev zahtev Uredbe o pitni vodi.

Belišće, Hrvaška: priprava pitne vode iz reke Drave

Projekt v Belišću kaže, kako pomembna je ultrafiltracija v zahtevnejšem okolju, kjer je treba pitno vodo pripravljati iz rečne vode z izrazito spremenljivo kakovostjo. Obstoječi sistem na industrijskem območju podjetja DS Smith ni več zagotavljal dolgoročne varnosti in kakovosti oskrbe, saj je bil tehnološko zastarel, ročno upravljan in izpostavljen pogostim motnjam.

Projekt, začet za naročnika Dvorac Valpovo in končnega uporabnika Hidrobel Belišće, je bil med izvajanjem vključen v skupno upravljanje pod okriljem Vodovoda Osijek. Cilj prenove je bil vzpostaviti sodoben, avtomatiziran in zanesljiv sistem, ki iz rečne vode Drave pripravlja pitno vodo ustrezne kakovosti za dolgoročno oskrbo. Izvedena rešitev je obsegala kompletni inženiring za pripravo vode z ultrafiltracijskim sistemom, integracijo procesne opreme z naprednim nadzornim sistemom, vgradnjo merilnih in regulacijskih elementov, avtomatizacijo zajema, filtracije, dezinfekcije in distribucije ter vzpostavitev sistema SCADA za centralni nadzor ključnih procesnih parametrov v realnem času. Posebnost projekta ni bila le v tehnološki prenovi, temveč tudi v zahtevnem gradbenem posegu, vključno z izvedbo vstopnega jaška v reki Dravi, gradnjo zaščitenega delovnega platoja, izkopom vodnjakastega črpališča dimenzij 5 x 6 metrov in globine 11 metrov ter potiskanjem 22 metrov dolge zaščitne cevi za zajem vode pod rečnim dnom.

»Nadgradnja sistema čiščenja v vodarni s sistemom ultrafiltracije je bistveno izboljšala kvaliteto vodooskrbe. Samo v letu 2022 smo tudi zaradi izgradnje in razširitve vodarne imeli preko 100 dni oskrbovanje s potrebnim ukrepom prekuhavanja. Po nadgradnji sistema število teh dni v letu ne preseže števila 10. Istočasno smo vložili veliko energije tudi v prenovo elektro in komunikacijskih sistemov ter izjemno zmanjšali vodne izgube. Nadgradnja sistema je bistveno izboljšala stabilnost vodooskrbe, racionalizacijo stroškov delovanja zaradi prenove elektro in komunikacijskih sistemov pa tudi ceno dobavljene vode za porabnike.«

Mag. Tomaž Umek
Direktor JP Komunala Ilirska Bistrica

»Dolga leta smo se predvsem v poletnih mesecih na območju občine Loška dolina borili z zagotavljanjem zadostnih količin čiste pitne vode. Z zagonom ultrafiltracije na vodnem viru Obrh je oskrba s pitno vodo postala bistveno bolj stabilna in zanesljiva. Vodni vir Obrh je po izgradnji ultrafiltracije in posodobitvi črpališča zopet postal primarni vodni vir za oskrbo prebivalcev Loške doline s čisto pitno vodo. V primeru večjega deževja in s tem močno povečane vstopne motnosti surove vode je zmogljivost ultrafiltracije nekoliko zmanjšana, takrat pa manjkajoče količine nadomeščamo z vodo iz rezervnih vrtin v Kozariščah. S samim delovanjem sistema ultrafiltracije smo zelo zadovoljni.«

Stane Sterle
Direktor občinske uprave, Občina Loška dolina





»Zagotavljanje varne in kakovostne pitne vode uporabnikom naših storitev je ena naših najpomembnejših odgovornosti. Izgradnja nove naprave za pripravo pitne vode je pomemben korak k zanesljivejši in dolgoročno stabilni oskrbi s pitno vodo na območju Belišća in Valpova. Tehnologija ultrafiltracije nam omogoča neprekinjeno pripravo visokokakovostne pitne vode tudi ob spremenljivi kakovosti vode iz Drave, avtomatizirani sistem pa zagotavlja boljši nadzor nad procesom in učinkovitejše upravljanje celotnega sistema.«

Mag. Marko Eljuga
Direktor Vodovod Osijek







Kristjan Gašperin Produktni vodja Optimizacija komunalne infrastrukture, Kolektor Sisteh

Digitalni dvojček kot orodje za učinkovito upravljanje vodovodnega sistema v Šaleški dolini

Projekt digitalnega dvojčka Komunalnega podjetja Velenje povezuje spremljanje vodnih izgub, hidravlične analize, kakovost vode in model kritičnosti cevovodov v enotno podporo operativnemu in investicijskemu odločanju.

Platforma za celostno upravljanje in ukrepanje

Upravljanje vodovodnih sistemov se sooča s številnimi izzivi, med katerimi izstopajo vodne izgube, zagotavljanje ustrezne kakovosti pitne vode ter omejeni kadrovski in finančni viri. V tem kontekstu pridobivajo na pomenu digitalna orodja, pri čemer hidravlični modeli v realnem času (digitalni dvojček) predstavljajo pomembno podporo analizi in upravljanju sistema. Digitalni dvojček postavlja na skupni imenovalec vse gradnike vodovoda ter jih povezuje v integrirano platformo za celostno upravljanje in ukrepanje. S tem odpravlja razdrobljenost parcialnih rešitev, ki delujejo vsaka zase, in omogoča, da sistem deluje kot usklajena celota.

Na Komunalnem podjetju Velenje sistem kontinuirano vzdržujejo, nadgrajujejo in razvijajo že od leta 2014. Od leta 2020 dalje so bile uvedene pomembne nadgradnje za spremljanje vodnih izgub, analizo kakovosti vode in podporo pri planiranju obnove omrežja.

Rezultati kažejo, da kontinuirana raba, vzdrževanje in razvoj digitalnega dvojčka omogočajo učinkovitejše upravljanje sistema, izboljšano podporo odločanju in racionalnejše načrtovanje investicij.

Prilagajanje digitalnega dvojčka na sistemske in regulatorne spremembe

Obdobje po letu 2020 je prineslo pomembne sistemske in regulatorne spremembe. Direktiva (EU) 2020/2184 je okrepila pomen tveganjsko zasnovanega upravljanja pitne vode, slovenski Operativni program oskrbe s pitno vodo 2022–2027 pa dodatno poudarja zmanjševanje vodnih izgub, odpornost oskrbe in učinkovito načrtovanje vlaganj, pri čemer se metodološko naslanja na mednarodno strokovno prakso IWA (International Water Association). Hkrati NIS2 in novi ZInfV-1 zaostrujeta zahteve na področju kibernetske varnosti. Vse to povečuje potrebo po celovitih digitalnih rešitvah, ki ne povezujejo le tehničnih podatkov, temveč tudi procese, odgovornosti in odločitve.

Digitalni dvojček temelji na povezovanju različnih virov informacij ter integraciji tehničnih, ekonomskih in procesnih vidikov upravljanja v enotno podatkovno okolje. S povečano stopnjo digitalizacije se hkrati povečuje potreba po zagotavljanju ustrezne ravni kibernetske varnosti. V ta namen so bile izvedene nadgradnje programske opreme, ki povečujejo zanesljivost delovanja sistema, zagotavljajo njegovo nemoteno delovanje ter omogočajo varno dostopanje in uporabo sistema v skladu z zahtevami ZInfV-1.

Digitalni dvojček kot operativni standard upravljanja vodovodov

Digitalni dvojček je z razvojem naprednih funkcionalnosti postal osrednja odločitvena platforma za upravljanje vodovodne infrastrukture. Povezuje GIS, meritve in daljinsko odčitavanje, nadzor vodnih izgub, načrtovanje investicij, vzdrževalne aktivnosti in poročanje v enotno podatkovno okolje ter omogoča učinkovitejše operativno in strateško odločanje.

Digitalni dvojček in GIS

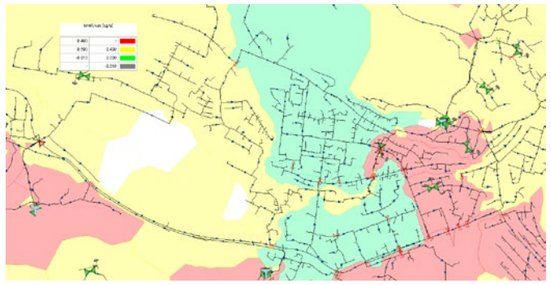
Povezava med GIS in digitalnim dvojčkom je ključna za zanesljivo in digitalno podprto upravljanje vodovodnega sistema. GIS predstavlja osnovno evidenco infrastrukture, vendar podatki pogosto niso v celoti prilagojeni za hidravlično analizo, saj lahko vsebujejo topološke neskladnosti ali nepopolne atribute. Te pomanjkljivosti se pokažejo pri hidravličnih simulacijah, kjer vplivajo na stabilnost izračuna in ujemanje z meritvami.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Zmanjševanje vodnih izgub	Hitrejše odkrivanje puščanj, manj izgubljene vode ter nižji stroški črpanja, priprave in distribucije
Večja zanesljivost oskrbe	Stabilnejša oskrba uporabnikov ter hitrejše prepoznavanje nevarnih obratovalnih razmer
Boljša kakovost pitne vode	Ciljno načrtovanje spiranja, doziranja in drugih ukrepov; zmanjšanje tveganja poslabšanja kakovosti vode
Boljši donos investicij – ROI	Investicije se usmerjajo tja, kjer najbolj zmanjšajo tveganje okvar in prekinitve oskrbe; manjša verjetnost prezgodnjih ali neučinkovitih obnov
Optimizacija investicij	Manj napačnih investicijskih odločitev, boljša izbira dimenzij in lokacij ukrepov ter racionalnejša poraba sredstev
Večja robustnost in odpornost	Boljša pripravljenost na motnje in manjše posledice ob okvari ali spremembah obratovalnih pogojev
Regulativna in kibernetska odpornost	Boljša podpora tveganjsko zasnovanemu upravljanju pitne vode ter zahtevam informacijske varnosti

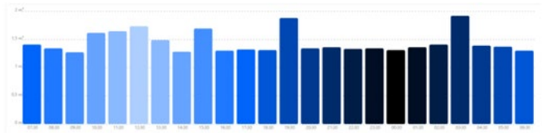
V primeru Komunalnega podjetja Velenje digitalni dvojček deluje kot orodje za preverjanje in izboljšanje kakovosti podatkov, saj omogoča zaznavanje napak v katastru ter njihovo postopno odpravo. Na tej osnovi se vzpostavlja digitalni dvojček kot usklajen in za analize primeren model omrežja, ki predstavlja temelj sodobnega, podatkovno podprtega upravljanja sistema ter prispeva k njegovi večji učinkovitosti in odpornosti.

Digitalni dvojček in spremljanje vodnih izgub

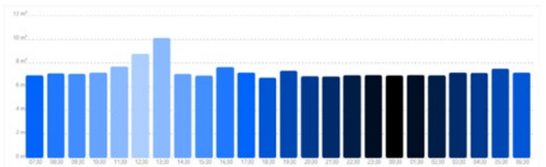
Za potrebe upravljanja vodnih izgub je bil vzpostavljen sistem spremljanja vodnih izgub po metodologiji IWA, ki temelji na uporabi con DMA, upravljanju tlakov, aktivni kontroli puščanj in spremljanju kazalnikov uspešnosti. Poseben poudarek je namenjen tudi prenosu operativnega znanja v digitalno okolje, s čimer se zmanjšuje odvisnost od posameznikov in zagotavlja dolgoročna ohranitev strokovnega znanja.



Slika 1: Vzpostavljen semafor con DMA



Graf pred odpravo okvare 2. 10. 2025



Graf porabe po odpravi napake 18. 10. 2025

REZULTATI PROJEKTA	
GARANTIRANO zmanjšanje izgub	467.998 m³/leto
DOSEŽENO zmanjšanje izgub	920.851 m³/leto
DODATNO zmanjšanje izgub	452.853 m³/leto



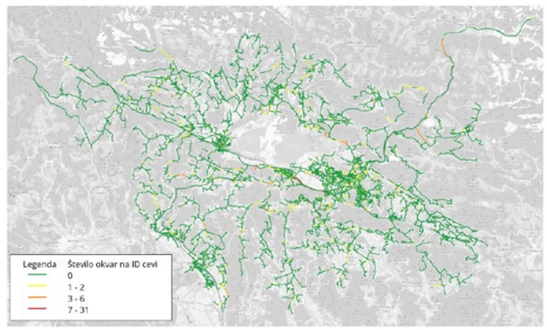
Slika 2: Trend zmanjševanja vodnih izgub

Za kontinuirano spremljanje vodnih izgub je bila uvedena vizualizacija v obliki t. i. »semaforja con«, ki omogoča hitro prepoznavanje območij s povečanimi izgubami. Spremljanje temelji na analizi minimalnega nočnega pretoka (MNF), pri čemer se uporabljajo kazalniki absolutnega MNF, razmerja MNF glede na povprečni pretok in MNF na dolžino cevovoda.

Poleg semaforja con se je izvedla tudi integracija podatkov o dnevni porabi za večje odjemalce (npr. TEŠ), kar prispeva k natančnejši analizi sistema in boljšemu razumevanju lokalnih odstopanj – identifikacija puščanja na nivoju odjemalcev, ne samo na nivoju kritičnega odseka. Takšen pristop omogoča sistematično spremljanje stanja ter določanje prioritet pri aktivnostih odkrivanja puščanj na terenu.

Model kritičnosti in planiranje obnove

Za podporo dolgoročnemu načrtovanju in doseganju večje odpornosti omrežja je bil razvit model kritičnosti cevovodov, ki temelji na analizi evidentiranih okvar, lastnosti infrastrukture (starost, material, premer) in hidravličnih značilnosti omrežja. Model omogoča identifikacijo prioritetnih (kritičnih) odsekov za obnovo, zagotavlja objektivno podlago za investicijsko odločanje in prepoznavanje najbolj ranljivih območij z vidika večje možnosti za nastanek okvar.

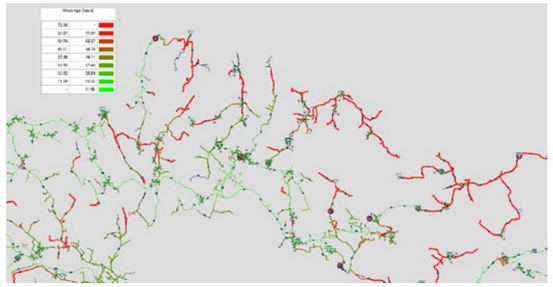


Slika 3: Model kritičnosti cevovodov

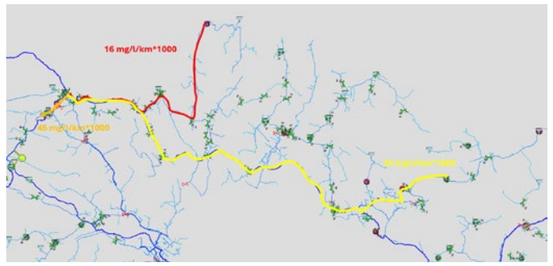
Digitalni dvojček, podprt s hidravličnim modeliranjem v realnem času, omogoča optimizacijo investicijskih odločitev in obratovanja vodovodnega sistema na podlagi dejanskih hidravličnih razmer. Zmanjševanje izgub in optimizacija tlačnih razmer prispevata k zmanjševanju obremenitev omrežja ter lahko pomembno prispevata k podaljšanju življenjske dobe infrastrukture.

Posledično se upravljanje premakne iz časovno pogojene obnove (2 % letno) v ciljno usmerjeno obnovo kritičnih odsekov, kar povečuje učinkovitost investicij ter izboljšuje stabilnost in odpornost sistema.

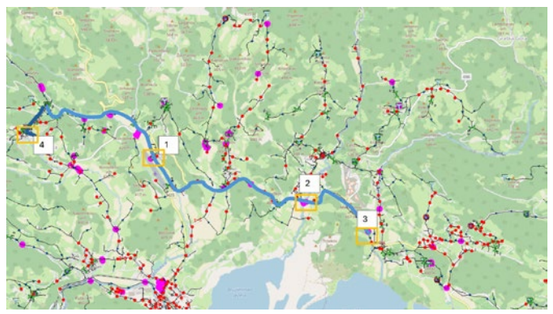
Ker stroški obnove cevovodov v posameznih primerih dosegajo tudi do 150.000 €/km, predstavlja usmerjanje vlaganj na podlagi dejanskega stanja pomemben mehanizem za učinkovitejšo porabo sredstev.



Slika 4: Rezultat simulacije kakovosti vode (povprečna starost vode)



Slika 5: Koncentracijski gradient rezidualnega klora



Slika 6: Hidravlični model spiranja – cone spiranja

»Digitalni dvojček je v Komunalnem podjetju Velenje postal pomembno orodje za vsakodnevno upravljanje vodovodnega sistema. Sodelovanje s podjetjem Kolektor Sisteh nam je omogočilo, da smo realnočasovni hidravlični model razvili v zanesljivo platformo za boljši nadzor nad delovanjem omrežja, hitrejše odkrivanje vodnih izgub, učinkovitejše načrtovanje obnov in izboljšano podporo odločanju na vseh ravneh upravljanja. Gre za primer dobre prakse, kako lahko digitalizacija in strokovno partnerstvo prispevata k večji zanesljivosti oskrbe s pitno vodo ter učinkovitejši rabi investicijskih sredstev.«

Primož Rošer
Vodja PE Komunala, Komunalno podjetje Velenje

Analiza kakovosti vode

Digitalni dvojček se uporablja tudi za analizo kakovosti vode, predvsem starosti vode in koncentracije rezidualnega klora. Rezultati simulacij hidravličnega modela omogočajo prepoznavanje območij z daljšimi zadrževalnimi časi ter načrtovanje ukrepov za izboljšanje kakovosti vode, izboljšanje pretočnosti vode in uvajanje preventivnih ukrepov na omrežju za povečanje odpornosti, pripravo varnostnih načrtov, optimizacijo operativnih aktivnosti (načrtovanje spiranja omrežja, doziranja klora in drugih vzdrževalnih ukrepov).

Trajnostno upravljanje

Primer Komunalnega podjetja Velenje kaže, da digitalni dvojček ni enkraten projekt, temveč dolgoročna enotna upravljavska platforma, ki zmanjšuje vodne izgube in operativne stroške, izboljšuje učinkovitost investicij ter povečuje zanesljivost, kakovost in odpornost oskrbe s pitno vodo.

Predstavlja dobro prakso trajnostnega in podatkovno podprtega upravljanja vodovodnih sistemov.



Simon Pervanja Vodja projektov, Kolektor Sisteh

Digitalna nadgradnja čistilne naprave Kočevje: več nadzora, sledljivosti in varnosti

Z uvedbo centralnega krmilnega sistema, spletne SCADA in varnostno zasnovane OT/IT arhitekture je čistilna naprava Kočevje pridobila boljši nadzor nad procesi, avtomatsko vodenje evidenc in tehnično osnovo za okoljsko ter kibernetsko skladnost.

Več kot tehnološki objekt

Digitalna nadgradnja čistilne naprave Kočevje ni zgolj zamenjava krmilne opreme, temveč naložba v nižje obratovalno tveganje, učinkovitejše delo in dolgoročno zanesljivost infrastrukture. Na čistilni napravi Kočevje je Kolektor Sisteh izvedel nadgradnjo avtomatizacije, ki je poleg omenjenih rešitev zagotovila tudi avtomatsko alarmiranje in boljšo osnovo za analizo in optimizacijo obratovanja ter nadaljnje uvajanje varnostnih ukrepov.

Projekt je bil usmerjen v večjo preglednost in zanesljivost obratovanja, povezavo prej ločenih tehnoloških sklopov ter vzpostavitev podatkovno podprtega nadzora nad ključnimi procesnimi parametri.

Naročnik in izhodišča investicije

Komunala Kočevje d.o.o. upravlja Centralno čistilno napravo Kočevje, projektirano za približno 28.000 PE, ki poleg komunalnih odpadnih vod sprejema tudi greznične gošče ter odpadne vode iz industrije. Čistilna naprava obratuje 24 ur na dan v avtomatskem režimu in ob stalni dežurni službi, kar zahteva visoko stopnjo zanesljivosti, sledljivosti in nadzora nad procesi. Obstoječi nadzorni sistem teh zahtev ni več v celoti podpiral, kar je predstavljalo glavni povod za nadgradnjo.

Izzivi pred začetkom projekta

Pregled stanja je pokazal, da je bila tehnološka oprema večinoma delujoča in vzdrževana. Kljub temu so bili prisotni sistemski izzivi:

- številni podsistemi niso bili povezani v skupen nadzorni sistem,
- podatki so se večinoma beležili ročno, avtomatizirano pa le delno,
- lokalna SCADA je imela omejeno funkcionalnost,
- ni bilo centralnega arhiviranja in analize podatkov,
- nadzor nad meritvami je bil omejen.

Takšno stanje je oteževalo dokazovanje skladnosti z zakonodajo, optimizacijo obratovanja in dolgoročno načrtovanje razvoja čistilne naprave.

Izbrane rešitve

Projekt smo izvedli z integrirano rešitvijo, prilagojeno obstoječi tehnologiji in zahtevam poslovnika obratovanja.

Ključni elementi nadgradnje so bili:

- nov centralni krmilni sistem, ki omogoča modularno razširitev in zanesljivo obratovanje,
- sodobna spletno zasnovana SCADA, ki zagotavlja centralni nadzor, trende, alarme in arhiviranje podatkov,
- Sinapro Alarm za avtomatsko obveščanje dežurnih oseb,
- uvedba dodatnih meritev na vtoku in iztoku čistilne naprave,
- povezava prej nepovezanih tehnoloških sklopov v enoten nadzorni sistem.

Rešitev celovito podpira zahteve poslovnika glede avtomatskega obratovanja, nadzora, vodenja evidenc in analiz delovanja.

Kibernetska varnost in ZInfV-1

Poseben vidik nadgradnje je bila kibernetska varnost. Pred projektom krmilni sistem ni bil zasnovan z vidika sodobnih varnostnih zahtev, ki jih danes za objekte kritične infrastrukture uvaja nov Zakon o informacijski varnosti (ZInfV-1).

Nova arhitektura sistema omogoča:

- jasno ločevanje operativnega (OT) in informacijskega (IT) okolja,
- nadzorovan in sledljiv uporabniški dostop,
- centralno beleženje dogodkov in alarmov,
- varen oddaljen dostop do sistema SCADA,
- večnivojsko upravljanje pravic.

Naročnik je s tem pridobil tehnično osnovo za postopno uvajanje organizacijskih in varnostnih ukrepov skladno z ZInfV-1, brez potrebe po dodatnih temeljnih posegih v sistem.

Rezultati in učinki nadgradnje

Najpomembnejši neposredni učinki nadgradnje so naslednji:

- pretežno ročno vodenje evidenc in delno arhiviranje meritev je bilo nadomeščeno s centraliziranim avtomatskim zbiranjem podatkov o meritvah, dogodkih in alarmnih stanjih, ki so časovno označeni in arhivirani v enotnem sistemu;
- uvedene oziroma ponovno vzpostavljene so bile nekatere meritve nivojev kemikalij in temperatur, tokov črpalk, KPK na vtoku v čistilno napravo ter pretokov blata, kar zagotavlja boljši nadzor nad procesom čiščenja in lažje odkrivanje odstopanj;
- vzpostavljena je tehnična osnova za izpolnjevanje zahtev ZInfV-1 na področju sledljivosti dogodkov, upravljanja dostopov in kibernetske odpornosti sistema;
- že ob nadgradnji so bile izvedene prve procesne optimizacije po zahtevah tehnologa, ki jih obstoječi sistem ni omogočal; z večjim naborom procesnih podatkov bo mogoče tudi v prihodnje sistematično izboljševati učinkovitost čiščenja in obratovalne stroške.

»Po skoraj dvajsetih letih smo končno izvedli večjo posodobitev sistema vodenja čistilne naprave. To je bila nadgradnja, ki smo si jo želeli že dlje časa, saj je obstoječi sistem iz leta 2008 postajal vse bolj omejujoč. Cilj projekta ni bil zgolj posodobitev računalniškega sistema, temveč predvsem vzpostavitev sodobnega, preglednega in dolgoročno vzdržnega sistema za spremljanje in upravljanje celotnega procesa čiščenja odpadne vode. Z novo SCADO in glavnim krmilnim sistemom imamo zdaj bistveno boljši pregled nad delovanjem naprave, meritvami in posameznimi procesi. Hkrati pa smo dobili osnovo, ki nam omogoča lažje spremljanje, optimizacijo in nadaljnji razvoj čistilne naprave ter hitrejše odzivanje na morebitne napake.«

Azra Crnkić
Vodja ravnanja z odpadnimi vodami, Komunala Kočevje

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Prihranki	Manj ročnega evidentiranja, učinkovitejše intervencije in osnova za optimizacijo energije ter kemikalij
Zanesljivost	Hitrejše odkrivanje napak, centralno alarmiranje in krajši odzivni čas
Odpornost	Ločevanje OT/IT, nadzor dostopov in sledljivost dogodkov
Skladnost	Avtomatsko arhiviranje podatkov in lažje dokazovanje okoljskih ter varnostnih zahtev
Prihodnja vrednost	Modularna platforma za nadaljnjo digitalizacijo in procesne optimizacije



Urban Simončič Vodja programa Tehnološka oprema, Kolektor Sisteh

Regulacijski ventili BERMAD za stabilnejše upravljanje vodovodnega omrežja v slovenski Istri

Z natančnim upravljanjem tlaka je Rižanski vodovod Koper pridobil stabilnejše in zanesljivejše omrežje, manjšo izpostavljenost okvaram in vodnim izgubam ter dolgoročno nižje stroške obratovanja in vzdrževanja.

Stabilnost omrežja ob spremenljivi porabi

Rižanski vodovod Koper upravlja zahteven vodovodni sistem na območju slovenske Istre, kjer se poraba vode zaradi turistične sezone izrazito spreminja. Takšni obratovalni pogoji zahtevajo natančno regulacijo tlaka in pretoka, saj previsoki ali nestabilni tlaki povečujejo obremenitve cevovodov, tveganje za okvare ter vodne izgube.

Kolektor Sisteh je pri optimizaciji hidravličnega delovanja omrežja sodeloval z dobavo in tehnično podporo pri uvedbi hidravličnih regulacijskih ventilov BERMAD. Rešitev omogoča stabilnejši izhodni tlak, natančnejše prilagajanje pretokov trenutnim potrebam sistema ter boljšo zaščito infrastrukture pred hidravličnimi obremenitvami.

Projekt ni samo dobava ventilov, je ukrep za zniževanje celotnih stroškov življenjskega cikla omrežja. V obravnavanem sistemu so ventili BERMAD zagotovili stabilnejše pretoke in konstanten izhodni tlak približno 1 bar, zmanjšali potrebo po ročnih posegih v delovanje omrežja ter ustvarili osnovo za nadaljnjo avtomatizacijo.

Izzivi vodovodnega omrežja

Vodovodno omrežje v slovenski Istri se sooča s specifičnimi obratovalnimi izzivi, ki so zahtevali sistemsko rešitev:

- nestabilni tlaki v omrežju, ki so povzročali povečano obrabo infrastrukture,
- vodne izgube zaradi nenadzorovanega ali neoptimalnega pretoka,
- pogoste mehanske okvare obstoječih ventilov, ki niso omogočali natančnega reguliranja,
- visoki stroški vzdrževanja zaradi zastarelih ali neustreznih komponent,
- nezadostna stopnja avtomatizacije, ki je zahtevala povečan obseg ročnega nadzora.

Posebej izraziti so ti izzivi v obdobjih koničnih obremenitev, ko sezonsko povečanje porabe dodatno obremeni že tako zahtevno konfiguracijo obalnega omrežja. Posledično so nastajali višji operativni stroški, zmanjšana zanesljivost oskrbe z vodo ter povečano tveganje za poškodbe infrastrukture.

Izbrane rešitve

Za Rižanski vodovod Koper smo dobavili in implementirali funkcionalnosti hidravličnih regulacijskih ventilov za stabilizacijo tlaka tipa BERMAD 720, zasnovane za natančno regulacijo v zahtevnih obratovalnih pogojih. Ti ventili zagotavljajo:

- konstanten izstopni tlak ne glede na nihanja vstopnega tlaka v omrežju (v območju 1–4 bar), vključno s konfiguracijo z vgrajenim V-portom,
- avtomatske kontrolne sisteme za samostojno delovanje ventilov brez potrebe po stalnem ročnem upravljanju,
- modularno zasnovo, ki omogoča enostavno vzdrževanje ter prilagajanje različnim aplikacijam, pri čemer ohišje ostaja enako, konfiguracija pa se prilagaja glede na namen uporabe.

Rezultati

Po vpeljavi regulacijskih ventilov BERMAD so se pri Rižanskem vodovodu Koper pokazali številni pozitivni učinki:

- zmanjšanje vodnih izgub z natančnejšo regulacijo pretoka in tlaka,
- daljša življenjska doba infrastrukture zaradi zmanjšanja hidravličnih udarov in previsokih tlakov, kar se dosega z vzdrževanjem konstantnega izhodnega tlaka 1 bar (konfiguracija s hidravlično kontrolno zanko),
- nižji stroški vzdrževanja zaradi zanesljivejšega delovanja ter enostavnega servisiranja ventilov, ki omogočajo tudi naknadno predelavo hidravličnih regulacijskih ventilov,
- izboljšana stabilnost sistema in posledično manjše število izrednih intervencij,
- večja energetska učinkovitost, saj optimiziran pretok zmanjšuje nepotrebno porabo energije.

Opaženo je bilo tudi zmanjšanje porabe vode zahvaljujoč predvsem vzdrževanju konstantnega izhodnega tlaka 1 bar, kar ima dolgoročne pozitivne finančne in okoljske učinke za naročnika.

Regulacijski ventili BERMAD so se pri Rižanskem vodovodu Koper izkazali kot zanesljiva in učinkovita rešitev za upravljanje zahtevnega obalnega vodovodnega omrežja. Poleg merljivih operativnih izboljšav predstavljajo tudi tehnično osnovo za nadaljnjo avtomatizacijo in integracijo v sodobne nadzorne sisteme, saj omogočajo naknadno prilagoditev v različne tipe regulacijskih ventilov z uporabo istega ohišja.



»Z uvedbo regulacijskih ventilov BERMAD smo bistveno izboljšali stabilnost delovanja našega sistema. Rešitev, ki jo je implementiralo podjetje Kolektor Sisteh, nam omogoča natančnejši nadzor nad tlakom in pretokom, hkrati pa zmanjšuje operativne stroške ter potrebo po vzdrževanju. Z nadgradnjo dela V-port smo na sistemu dosegli bistveno stabilnejše pretoke in konstanten izhodni tlak.«

Marko Aleksič
Pomočnik za strojno vzdrževanje, Javno podjetje Rižanski vodovod Koper

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Manj vodnih izgub	Stabilen in optimalen tlak zmanjšuje iztok skozi obstoječa puščanja ter omejuje nastajanje novih poškodb omrežja.
Večja zanesljivost oskrbe	Konstantnejši izhodni tlak in stabilnejši pretoki izboljšujejo obratovalne razmere tudi ob velikih sezonskih nihanjih porabe.
Daljša življenjska doba infrastrukture	Zmanjšanje previsokih tlakov, nihanj in hidravličnih udarov razbremenjuje cevovode, spoje in drugo opremo.
Nižji obratovalni stroški	Samodejna hidravlična regulacija zmanjšuje potrebo po ročnem nastavljanju ter omogoča učinkovitejšo uporabo vzdrževalnega osebja.
Prilagodljiva rešitev za prihodnost	Modularna konstrukcija omogoča servisiranje v cevovodu, spremembo funkcije ventila in poznejšo povezavo z avtomatizacijo ter nadzornimi sistemi.



Marko Mandelj Vodja strategije razvoja digitalizacije, Kolektor Sisteh

Kolektor Sisteh digitaliziral sistem procesnih posod v Kolektor Etri

Avtomatizacija sistema procesnih posod je zmanjšala tveganje človeških napak, izboljšala sledljivost manipulacij z oljem in ustvarila podatkovno osnovo za nadaljnjo digitalizacijo proizvodnje transformatorjev. Sistem povezuje 23 procesnih posod, več kot 165 ventilov, 30 senzorjev, 23 radarskih merilnikov nivoja, 8 krmilnikov in približno 4.500 procesnih tagov.

Ko podporni proces postane strateško pomemben

V Kolektor Etri, proizvodnji energetskih in generatorskih transformatorjev do 500 MVA in 420 kV, je upravljanje s transformatorskimi olji mnogo več kot le podporni proces. Kakovost olja, preprečevanje mešanja različnih tipov, nadzor nad pretoki ter popolna sledljivost manipulacij neposredno vplivajo na kakovost, varnost in zanesljivost končnega izdelka.
Pred posodobitvijo je bil ta del procesa v veliki meri odvisen od operaterjev, zato je bilo več prostora za človeške napake, nadzor nad posameznimi operacijami pa je bil omejen. V okolju, kjer večina proizvodnje nastaja za tuje trge, so stabilni procesi, zanesljivo obratovanje in jasna sledljivost pomembni tudi z vidika konkurenčnosti in dolgoročne rasti.

Jasni cilji projekta

Cilj projekta je bil vzpostaviti bolj nadzorovan, varen in pregleden sistem vodenja procesnih posod ter zmanjšati tveganja, povezana s pretakanjem in prečrpavanjem olj. Zahteve so obsegale avtomatski nadzor tehnoloških postopkov, spremljanje stanja olj v procesnih posodah, nadzor tesnosti cevovodov in dvoplaščnih posod, prelivno varnost ter integrirano upravljanje procesne opreme.

V ospredju so bile štiri ključne koristi: manj možnosti za človeške napake, boljša sledljivost vseh manipulacij, večja varnost procesa in kakovostnejša podatkovna podlaga za odločanje ter nadaljnjo digitalizacijo.

Vloga Kolektor Sisteha

Kolektor Sisteh je pri projektu prevzel celovito vlogo načrtovanja in izvedbe rešitve, od projektiranja dodatne strojne opreme in elektro opreme do avtomatizacije, integracije merilne in krmilne tehnike, razvoja aplikacije SCADA ter vzpostavitve poročanja o tehnoloških operacijah.

Projekt se je začel z izdelavo tehnološke sheme novega stanja, ki je upoštevala vse specifike uporabe transformatorskih olj v proizvodnji. Na tej osnovi je bila pripravljena PZI dokumentacija za strojno in elektro področje s popisom predelav in novih elementov. Obstoječa oprema procesnih posod se je uporabila tam, kjer je bilo to smiselno, nova oprema pa je zapolnila vrzeli pri avtomatizaciji in nadzoru.

Rešitev v praksi

Jedro posodobljenega sistema predstavljajo krmilniki Siemens S7-1500 z distribuiranimi enotami, ki povezujejo črpalke, ventile, merilnike in senzorje v enoten sistem vodenja. Med napravami in industrijskimi panelnimi računalniki je bilo vzpostavljeno optično omrežje, povezano v Ethernet omrežje Kolektor Etre v sodelovanju z interno IT-ekipo.

Za nadzor in upravljanje se uporablja SCADA Ignition Perspective, ki omogoča pregled nad nivoji, pretoki, stanji ventilov in alarmi na različnih lokacijah. Operaterji imajo tako v realnem času vpogled v celoten sistem transformatorskih olj in lahko z enega mesta prožijo ter spremljajo avtomatske tehnološke postopke.

V sistem so bili vključeni novi radarski merilniki nivoja, krogelni ventili s pnevmatskimi pogoni in končnimi stikali ter dodatna merilna oprema. Po vgradnji sta sledili nastavitev in kalibracija, s čimer so bile zagotovljene zanesljive meritve kot osnova za avtomatsko vodenje, alarmiranje in poročanje.

Merljiva kompleksnost, konkretne koristi

Obseg projekta jasno kaže njegovo zahtevnost: sistem vključuje več kot 165 ventilov, 30 senzorjev, 23 radarskih merilnikov nivoja, 3 pretokomerilce, 23 procesnih posod, 6 točilnih mest, 8 krmilnikov, 7 panelnih računalnikov in približno 4500 procesnih tagov. Vgrajenih je tudi več kot 400 alarmov, ki dodatno krepijo varnost in nadzor nad delovanjem.

Koristi projekta se kažejo na več ravneh. Avtomatske funkcije preprečevanja preliva, spremljanje gibanja olja po cevovodih in nadzor tesnosti pomembno zmanjšujejo tveganje nezgod, nenadzorovanih izpustov ter mešanja različnih vrst olj. Hkrati je izboljšana sledljivost vseh tehnoloških manipulacij, kar podpira zahteve kakovosti, lažje analize delovanja in boljše plansko odločanje.

Sistem ne izboljšuje le izvedbe operacij, temveč tudi način spremljanja proizvodnje in upravljanja odločitev. Uporabljena platforma Ignition Perspective podpira spletni in mobilno prilagodljiv nadzor procesov, povezovanje s PLC-krmilniki, bazami in poročilnimi sistemi. Modul Reporting omogoča tudi avtomatsko pripravo ter distribucijo poročil v formatih PDF, HTML in CSV.

Kolektor Etra je pridobila nadzorovan in sledljiv sistem ravnanja s transformatorskimi olji, ki zmanjšuje procesna in kakovostna tveganja, razbremenjuje operaterje ter omogoča hitrejše in zanesljivejše proizvodno odločanje.

Pomen nadzora kakovosti in stanja transformatorskega olja podpira tudi IEC 60422:2024, ki določa smernice in postopke za spremljanje ter vzdrževanje mineralnih izolacijskih olj v transformatorjih in drugi elektroenergetski opremi.

»Projekt se je osredotočal na posodobitev in digitalizacijo sistema vodenja procesnih posod in povezanih tehnoloških postopkov. Namen posodobitve sistema vodenja procesnih posod in povezanih tehnoloških postopkov je bila zagotovitev sledljivega, nadzorovanega, zanesljivega in varnega obratovanja skladišča olj z maksimalno možno izločitvijo človeške napake in s tem optimizacijo procesov. Projekt je torej zajemal strojno nadgradnjo obstoječega sistema (menjava pogonov, dodatni pogoni, vgradnja senzorjev nivoja olja …) in izvedbo krmiljenja in nadzora celotnega tehnološkega postopka.«

Matej Likar
Vodja investicijskih projektov, Kolektor Etra

Temelj za nadaljnjo digitalizacijo

Vrednost projekta ne izhaja le iz avtomatizacije posameznega procesa, temveč tudi iz podatkovne osnove, ki jo tak sistem ustvarja za prihodnji razvoj. Iz sistema nastaja strukturiran nabor podatkov, ki ga je mogoče povezovati z drugimi aplikacijami za podporo proizvodnji, razvijati naprednejšo analitiko obratovanja ter postopno uvajati koncepte digitalnih dvojčkov.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Višja kakovost končnega izdelka	Nadzorovano ravnanje z oljem zmanjšuje tveganje, da bi neustrezno ali pomešano olje vplivalo na kakovost in zanesljivost transformatorja.
Manj mešanja različnih vrst olja	Nadzor poti pretakanja in avtomatski preklopi omogočajo hitrejšo menjavo tipa olja ter zmanjšujejo tveganje kontaminacije in razvrednotenja materiala.
Nižji stroški izgub materiala	Prelivna zaščita, nadzor nivojev in spremljanje pretokov zmanjšujejo verjetnost razlitij, izgub olja, čiščenja ter ponovitve tehnoloških postopkov.
Večja procesna varnost	Več kot 400 alarmov, nadzor tesnosti cevovodov in dvoplaščnih posod ter avtomatska prelivna zaščita omogočajo zgodnje zaznavanje nevarnih stanj.
Boljši ROI proizvodnega sistema	Finančni učinek nastaja zaradi manj napak in izgub olja, manj ročnega dela, hitrejših operacij, manj izrednih dogodkov ter nižjega tveganja težav s kakovostjo.



Aleš Erjavec Vodja projektov, Kolektor Sisteh

Od stroja do MES: kako urediti proizvodne podatke

Kako lahko proizvodna podjetja z zanesljivim zajemom podatkov iz strojev, krmilnikov in industrijskih sistemov zgradijo podatkovno osnovo za MES in digitalno transformacijo

Velika količina in razpršenost proizvodnih podatkov

V proizvodnji podatkov običajno ne manjka. Nastajajo v strojih, PLC krmilnikih, HMI zaslonih, lokalnih bazah in sistemih posameznih dobaviteljev. Težava je, da ti podatki pogosto niso povezani v enoten, zanesljiv in pravočasno dostopen sistem, ki bi omogočal pogled na dejansko stanje proizvodnje. Zato podjetja pri uvajanju MES, sledljivosti ali napredne analitike hitro naletijo na isti izziv: kako iz razpršenih OT podatkov vzpostaviti urejeno podatkovno osnovo, ki bo uporabna za proizvodnjo, vzdrževanje, kakovost in poslovno odločanje.

Kakovosten zajem OT podatkov je zato eden od temeljev digitalne transformacije. Ne gre samo za tehnično povezavo do stroja, ampak za vzpostavitev podatkovne osnove, ki je razumljiva, ponovljiva in uporabna za več sistemov hkrati. V tem kontekstu ima platforma Ignition podjetja Inductive Automation pomembno vlogo kot SCADA oziroma IIoT platforma za zajem, strukturiranje in posredovanje podatkov iz industrijskega okolja.

Ko se takšen zajem poveže z arhitekturo Unified Namespace (UNS), podjetje pridobi enotnejši in bolj skalabilen način obvladovanja proizvodnih podatkov. Ignition pri tem predstavlja izvedbeno platformo, UNS pa arhitekturni pristop, s katerim podatki iz strojev, linij in sistemov postanejo del skupne podatkovne strukture podjetja.

Ignition za spremljanje delovanja strojev in obratovalnih parametrov

Ignition je industrijska programska platforma, ki se v proizvodnih okoljih uporablja kot SCADA oziroma IIoT platforma. Njegova vrednost pri digitalizaciji ni samo v vizualizaciji procesov, temveč predvsem v sposobnosti povezovanja z različnimi industrijskimi viri podatkov: PLC krmilniki, stroji, napravami, OPC UA strežniki, podatkovnimi bazami, API-ji in drugimi sistemi v proizvodnem okolju.

V takšni arhitekturi Ignition prevzame vlogo podatkovne platforme med fizičnim OT svetom in informacijskimi sistemi. Podatke zajame iz strojev in krmilnikov, jih strukturira, obogati s kontekstom in pripravi za uporabo v sistemih, kot so MES, analitika, poročanje ali podatkovna baza. S tem se zmanjša potreba po tem, da bi vsak sistem posebej vzpostavljal neposredne povezave do posameznih PLC krmilnikov ali naprav.

Primer je status stroja. PLC lahko vsebuje signale, kot so avtomatski režim, napaka, cikel aktiven ali kos izdelan. Ti signali sami po sebi še niso dovolj uporabni za proizvodno odločanje. Šele ko jih povežemo z linijo, strojem, delovnim nalogom, izdelkom, izmeno in časom dogodka, postanejo osnova za spremljanje razpoložljivosti, učinkovitosti, zastojev in kakovosti izvajanja proizvodnje.

Za MES sistem je takšna priprava podatkov ključna. Če sistem prejema ročno vnesene, zapoznele ali nekonsistentne podatke, tudi poročila, kazalniki in odločitve ne morejo biti zanesljivi. Ignition omogoča, da se surovi OT signali pretvorijo v bolj urejeno in kontekstualizirano podatkovno plast, ki jo lahko uporablja več porabnikov hkrati.

Namesto več ločenih integracij do istih strojev se tako vzpostavi skupna podatkovna osnova. Proizvodnja dobi boljši vpogled v trenutno stanje, vzdrževanje lažje prepoznava zastoje in napake, kakovost lahko podatke poveže z izdelki ali serijami, IT pa pridobi bolj standardiziran način dostopa do proizvodnih podatkov.

UNS za obvladovanje širokega spektra proizvodnih podatkov

Unified Namespace (UNS) je arhitekturni pristop k organizaciji industrijskih podatkov. Cilj je enotna, logična in strukturirana podatkovna plast, v kateri so podatki iz različnih virov dostopni na standardiziran način.

V tradicionalnih arhitekturah podatki pogosto potujejo po hierarhiji stroj → SCADA → MES → ERP. Vsaka povezava je ločen integracijski projekt z lastnim podatkovnim formatom in lastnimi omejitvami. Tak pristop je težko vzdrževati, posebej kadar podjetje raste, povezuje več proizvodnih lokacij ali želi podatke uporabljati skoraj v realnem času.

ETI je namesto novih podatkovnih otokov pridobil skupno in razširljivo podatkovno hrbtenico proizvodnje. Podatek se zajame enkrat, opremi s proizvodnim kontekstom in nato varno uporabi v MES, vzdrževanju, kakovosti, analitiki in poslovnem odločanju.

UNS ta pristop spremeni. Podatki se organizirajo v skupno strukturo, ki odraža podjetje, lokacije, linije, stroje in procese. Podatkovni proizvajalci objavljajo informacije, porabniki pa uporabljajo tiste podatke, ki jih potrebujejo. Isti podatek lahko tako hkrati uporablja proizvodnja, vzdrževanje, kakovost, MES, analitika ali energetski nadzor.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Enoten in zanesljiv vir proizvodnih podatkov	Podatki iz strojev, PLC-krmilnikov in različnih industrijskih sistemov so zajeti, časovno usklajeni in organizirani v skupni podatkovni strukturi.
Pregled nad proizvodnjo v realnem času	Operaterji in vodstvo dobijo vpogled v dejansko stanje strojev, proizvodnje in zastojev brez čakanja na ročno pripravljena poročila.
Hitrejše odkrivanje izgub in zastojev	Standardizirani podatki omogočajo natančnejšo analizo vzrokov zaustavitev, mikrozastojev, počasnih ciklov in odstopanj od normativov.
Osnova za napredno analitiko in AI	Strukturirani zgodovinski in realnočasovni podatki so predpogoj za napovedovanje okvar, optimizacijo ciklov in uporabo umetne inteligence.
Boljši ROI prihodnjih digitalnih projektov	Enkrat vzpostavljena podatkovna osnova znižuje mejni strošek vsake naslednje MES, analitične ali digitalizacijske funkcionalnosti.

Ključna vrednost UNS je kontekst. Podatek MotorRunning = true sam po sebi pove malo. Umeščen v strukturo podjetje/lokacija/linija/stroj/pogon/status pa postane razumljiv tudi drugim sistemom. Ko je tehnični signal povezan z linijo, strojem, delovnim nalogom, izdelkom ali časom dogodka, postane uporaben za spremljanje stanja, analizo zastojev, izračun kazalnikov in sledljivost.

Pri vzpostavitvi UNS ni pomembna samo tehnična povezljivost. Pomembni so tudi pravila poimenovanja, lastništvo podatkov, pravice dostopa in upravljanje sprememb podatkovnega modela. Ker proizvodni podatki postanejo dostopni več sistemom, mora biti arhitektura zasnovana z upoštevanjem segmentacije OT in IT omrežij ter kibernetske varnosti. Pri Ignition arhitekturah Inductive Automation posebej poudarja uporabo nadzorovanih komunikacijskih poti med PLC-ji, podatkovnimi bazami, uporabniki in Ignition Gateway okoljem. Tak pristop je skladen z načeli industrijske kibernetske varnosti, med drugim tudi z ISA/IEC 62443.

UNS je hkrati del podatkovne strategije podjetja. Določa, kako so podatki poimenovani, kje so objavljeni, kdo jih lahko uporablja in kako se bo arhitektura širila. Brez takšne strategije podjetje uvede digitalna orodja, a ostane pri nepovezanih podatkovnih otokih.

Ignition in UNS: platforma in arhitektura kot ena rešitev

Ignition in UNS nista konkurenčna pojma. UNS določa arhitekturni pristop, Ignition pa lahko predstavlja tehnološko platformo za njegovo izvedbo. Podjetje ne kupi UNS kot posameznega izdelka, temveč vzpostavi podatkovno arhitekturo. Za to potrebuje platformo, ki omogoča zajem, strukturiranje, objavo in upravljanje podatkov iz proizvodnega okolja.

Ignition pri tem deluje kot povezovalni sloj med fizičnim OT svetom in digitalno podatkovno arhitekturo podjetja. Na spodnjem nivoju zajema podatke iz PLC krmilnikov, strojev, OPC UA virov in drugih industrijskih sistemov. Na podatkovnem nivoju jih strukturira s tagi, modeli naprav in dogovorjenimi pravili poimenovanja. Na višjem nivoju jih posreduje sistemom, kot so MES, analitika, podatkovne baze ali vizualizacija v Perspective okolju.

Pri UNS arhitekturi ima pomembno vlogo MQTT s komunikacijskim vzorcem publish/subscribe. Podatkovni proizvajalci objavljajo podatke v dogovorjeno strukturo, porabniki pa se naročijo samo na tiste podatke, ki jih potrebujejo. S tem se zmanjša neposredna odvisnost med sistemi in omeji potreba po številnih točkovnih integracijah.

Primer proizvodne linije pokaže praktično vrednost takšnega pristopa. MES potrebuje podatke o začetku in koncu cikla, količini izdelkov, zastojih, aktivnem delovnem nalogu in statusu stroja. Ignition te podatke zajame iz OT nivoja, jih standardizira in objavi v dogovorjeno podatkovno strukturo. MES zato ne potrebuje neposrednih povezav do vsakega PLC krmilnika, ampak uporablja pripravljene in kontekstualizirane podatke.

Takšna zasnova olajša tudi nadaljnje širitve. Če se doda nov porabnik podatkov, na primer sistem za analitiko, energetski nadzor ali poročanje, ni treba ponovno graditi vseh povezav do strojev. Novi sistem se lahko poveže na obstoječo podatkovno strukturo in uporablja podatke, ki so že zajeti, urejeni in objavljeni.

Primer iz prakse: ETI in postopna vzpostavitev UNS

Pri stranki ETI cilj ni bil zgolj povezati posamezne stroje ali izdelati vizualizacije, ampak vzpostaviti arhitekturo, ki dolgoročno podpira digitalno transformacijo proizvodnje. Osnova je bila uvedba UNS, ki omogoča enotno obvladovanje podatkov iz različnih proizvodnih virov.

Prvi koraki so sledili zaporedju: povezati, zajeti, shraniti, analizirati in vizualizirati. V prvi fazi je bil poudarek na OT nivoju, predvsem na zagotovitvi pregleda dejanskega stanja v realnem času. Pomemben del projekta je bil zajem podatkov, ki jih potrebuje MES sistem: statusi strojev, proizvodni dogodki, števci, tehnološki parametri, časovni podatki in informacije o delovnih nalogih.

Ključni izziv je bila integracija naprav z različnimi komunikacijskimi protokoli. V brownfield proizvodnem okolju so prisotni starejši stroji,



novejše linije, različni dobavitelji opreme in različne generacije krmilnikov. Zato določitev ciljne tehnologije, kot je MQTT, sama po sebi ni dovolj. Potrebni so tudi prehodi iz obstoječih protokolov v enotno podatkovno strukturo, usklajeno poimenovanje signalov in dogovor s strojegraditelji glede razpoložljivih podatkov.

Ignition je v projektu prevzel vlogo IIoT platforme za zajem, modeliranje in objavo podatkov v dogovorjeno UNS strukturo. Podatki iz različnih virov se prek MQTT objavljajo v standardizirano podatkovno strukturo, zasnovano skladno z načeli oziroma hierarhijo ISA-95. Surovi OT signali se pri tem povežejo s kontekstom iz proizvodnega in poslovnega okolja, kot so delovni nalog, tip artikla, normativno delo, čas začetka dela na stroju, odgovorni delavec, število izdelanih kosov in tehnološki parametri.

V sistem UNS je pri podjetju ETI danes povezanih približno 200 strojev različne kompleksnosti. Podatki so v realnem času dostopni preko MQTT, organizirani v standardno strukturo in pripravljeni za shranjevanje, vizualizacijo in uporabo v MES procesih. Primer ETI dobro pokaže razliko med točkovno integracijo, ki reši posamezen problem, in podatkovno arhitekturo, ki podpira celotno digitalno transformacijo.

Pomembno vlogo je imel tudi Kolektor Sisteh kot integrator med OT okoljem, UNS podatkovno arhitekturo in MES procesi. Pri takšnih projektih ni dovolj poznati posamezne tehnologije. Ključni so razumevanje proizvodnega procesa, komunikacijskih protokolov, podatkovnega modela, potreb MES sistema in postopnega uvajanja rešitve v obstoječe proizvodno okolje.

Proizvodni podatki kot strateška osnova za MES in digitalno transformacijo

Digitalna transformacija v proizvodnji se začne pri zanesljivih podatkih. Če podatki iz OT nivoja niso pravočasno zajeti, pravilno strukturirani in povezani s proizvodnim kontekstom, tudi MES, analitika, poročila in kazalniki ne morejo dati pričakovane vrednosti. Zato zajem podatkov iz strojev, PLC krmilnikov in industrijskih sistemov ni stranski tehnični del projekta, temveč ena od ključnih osnov za nadaljnji razvoj proizvodnje.

Ignition lahko pri tem prevzame pomembno vlogo kot SCADA oziroma IIoT platforma. Omogoča povezovanje z industrijskimi viri podatkov, pripravo strukturiranih podatkov, vizualizacijo in posredovanje podatkov drugim sistemom. Za podjetja, ki uvajajo ali nadgrajujejo MES, je to posebej pomembno, saj MES potrebuje podatke iz realnega proizvodnega okolja: statuse strojev, cikle, količine, zastoje, tehnološke parametre, delovne naloge in dogodke v proizvodnji.

UNS podjetju omogoča širši arhitekturni okvir. Namesto nepovezanih integracij in posameznih podatkovnih otokov vzpostavi enotno podatkovno plast, v kateri so podatki organizirani skladno s strukturo podjetja in proizvodnje. Tak pristop podpira real-time vpogled, boljšo sledljivost, lažje povezovanje OT in IT sistemov ter dolgoročno razširljivost.

Največjo vrednost prinese kombinacija obeh pristopov. Ignition zagotovi praktično izvedbo zajema, strukturiranja in objave OT podatkov, UNS pa določi arhitekturo, po kateri ti podatki postanejo uporabni za širši nabor sistemov in uporabnikov. Skupaj omogočata, da proizvodni podatki niso več zaprti v posameznih napravah ali sistemih, temveč postanejo skupna podatkovna osnova za odločanje, optimizacijo in povezovanje proizvodnje z MES ter drugimi informacijskimi sistemi.

V Kolektor Sisteh pri takšnih projektih povezujemo razumevanje OT okolij, industrijskih komunikacij, MES procesov in podatkovnih arhitektur. Podjetjem lahko pomagamo ne le pri zajemu podatkov, temveč tudi pri zasnovi podatkovnega modela, standardizaciji signalov, povezovanju z MES in postopni uvedbi arhitekture, ki je uporabna za proizvodnjo, vzdrževanje, kakovost, IT in poslovno odločanje.

Podjetja, ki želijo učinkovito povezati proizvodnjo, podatke in poslovne sisteme, potrebujejo pravo kombinacijo arhitekture, platforme in izvedbenih kompetenc. Tehnologija sama po sebi ni dovolj. Ključni so pravilna zasnova, poznavanje realnega OT okolja in izvedba rešitve, ki dolgoročno podpira razvoj podatkovno vodene proizvodnje.

»Z uvedbo arhitekture UNS smo prišli od ugibanj do dejstev, saj zdaj v realnem času spremljamo ključne parametre strojev in bolje nadzorujemo proizvodne procese. To je pomemben temelj pametne tovarne, a hkrati šele začetek naše poti digitalne preobrazbe. UNS nam omogoča prehod v proaktivno delovanje ter vzpostavlja podatkovno osnovo za uporabo pametnih analitičnih orodij in umetne inteligence, ki bosta še dodatno povečali učinkovitost in zanesljivost procesov.«

Iztok Vozelj
Vodja projekta, ETI



Marko Krošel Vodja področja Servis in vzdrževanje, Kolektor Sisteh

Dober servis zmanjšuje izpade delovanja in optimizira stroške ter tveganja

V Kolektor Sistehu nudimo celovito podporo od zagona in integracije do dolgoročnega vzdrževanja sistemov in opreme. Dnevno zagotavljamo vzdrževalne storitve, servisna popravila in tehnično podporo uporabnikom pri njihovem delu.

Več kot odziv ob okvari

Storitev servisa in vzdrževanje nista le odziv ob okvari, ampak gre tu predvsem za upravljanje tveganj in stroškov ter zagotavljanje razpoložljivosti skozi celoten življenjski cikel sistemov in opreme.

Pri kritični infrastrukturi in zahtevnih industrijskih procesih ni dovolj, da sistem ob zagonu deluje brezhibno. Pomembno je, da ostane zanesljiv tudi po več letih obratovanja, ob različnih obremenitvah in ob spremembah procesa. Zato je pri podpori poleg hitrega ukrepanja in stalne tehnične razpoložljivosti ključna tudi kombinacija strokovnega poznavanja opreme, procesov in potreb posameznega naročnika.

Naša servisna ekipa zagotavlja preventivno in intervencijsko podporo, diagnostiko, nadgradnje ter 24/7/365 pomoč na področjih energetike, avtomatizacije in digitalizacije ter vodnih tehnologij.

Celovita podpora skozi celoten življenjski cikel opreme in sistemov

Največ izzivov se pri naročnikih pojavi po zagonu, ko mora sistem začeti kontinuirno delovati

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Nižji stroški izpadov	Hitrejša strokovna presoja omeji izgubo proizvodnje, motnje v oskrbi, dodatno delo zaposlenih in posledično poslovno škodo.
Predvidljivi stroški vzdrževanja	Vnaprej določen obseg storitev, pregledov in podpore zmanjšuje neplanirane izdatke ter omogoča natančnejše letno planiranje proračuna.
Manj koordinacije med izvajalci	En partner pokriva elektroenergetske sisteme, avtomatizacijo, digitalne platforme in vodne tehnologije ter prevzame koordinacijo med posameznimi strokami.
Ohranjanje tehničnega znanja	Dokumentacija posegov, servisna zgodovina in poznavanje konkretnega sistema zmanjšujejo odvisnost od posameznih zaposlenih pri kupcu.
Boljši donos opreme – ROI	Finančni učinek nastaja zaradi manj izpadov, manj urgentnih popravil, daljše življenjske dobe in boljše izrabe že izvedene investicije.

Naše servisne kompetence na treh področjih

Področje	Število strokovnjakov	Servisne in vzdrževalne storitve
Energetika	7	• DEA agregati in sistemi • UPS naprave in sistemi • baterijski hranilniki el. energije • NN/SN sistemi • transformatorske postaje • usmerniki, razsmerniki • diagnostika, električni razdelilniki, komandne omare • podpora pri zagonih, IQ/OQ testiranja industrijskih postrojenj • preventivno vzdrževanje • redno vzdrževanje • interventno vzdrževanje • zagotavljanje rezervnih delov
Avtomatizacija in digitalizacija	8	• krmilna oprema • komunikacijski protokoli • sistemi SCADA/HMI • MES/SIS • aplikativna programska oprema • podpora pri zagonih, IQ/OQ testiranja • preventivno vzdrževanje • redno vzdrževanje • interventno vzdrževanje • zagotavljanje rezervnih delov
Vodne tehnologije	6	• sistemi in oprema za pripravo in obdelavo voda • vgradnja opreme • optimizacija procesne, strojne in merilne opreme • montaža in zaključna inštalacijska dela • pilotne naprave, testna postrojenja • servis opreme • preventivno vzdrževanje • redno vzdrževanje • interventno vzdrževanje • zagotavljanje rezervnih delov

v realnem okolju. Takrat se pokaže, ali so bili ustrezno izvedeni testiranje, integracija, nastavitev parametrov, izobraževanje uporabnikov in prehod v redno obratovanje.

Več kot 115 sklenjenih vzdrževalnih pogodb z različnimi naročniki.

Servis in vzdrževanje zato obravnavamo kot nadaljevanje projektnega dela. S takšnim pristopom naročniku omogočamo boljši pregled nad stanjem sistema, hitrejše odkrivanje odstopanj in lažje načrtovanje potrebnih posegov.

Vzdrževalna pogodba, ki zmanjšuje tveganje

Pri manj kritični opremi je lahko servis na klic dovolj, pri sistemih, ki vplivajo na proizvodnjo, oskrbo, nadzor ali varnost procesa, pa naročnik potrebuje jasno opredeljen okvir podpore. Zato vzdrževalne pogodbe prilagajamo dejanskim potrebam, kjer vnaprej določimo odzivne čase, obseg storitev, način komunikacije in pogoje za interventno in preventivno vzdrževanje.



Ko so postopki podpore vnaprej dogovorjeni, se lahko odzivni čas ob kritičnem dogodku skrajša na manj kot 1 uro, z ustreznim upravljanjem področja servisa in vzdrževanja naprav in sistemov pa se število interventnih posegov zmanjša tudi do 30 %, odvisno od vrste, starosti, dosedanjega vlaganja in kritičnosti sistema.

Ključna vrednost vzdrževalne pogodbe: kupec pridobi dogovorjeno raven podpore, hitrejše ukrepanje in strokovnega partnerja, ki pozna njegov sistem. Rezultat so višja razpoložljivost, manj operativnih presenečenj ter nižji stroški in tveganja skozi celotno življenjsko dobo opreme. Tak pristop je skladen z načeli upravljanja sredstev, ki jih obravnava kot uravnoteženje zmogljivosti, tveganj in stroškov skozi življenjski cikel. Ob tem pa zaradi optimizirane razpoložljivosti sredstev vpliva tudi na boljšo finančno uspešnost podjetja.

Poskrbite za sistem, preden pride do izpada

Ključno ni le hitro odzivanje na klic, temveč natančna tehnična presoja, ali je izvor težave v opremi, napajanju, krmilju, komunikaciji, tehnologiji ali v povezavi z drugimi sistemi. Takšna presoja skrajša čas do rešitve in omeji posledice izpada na proces. Pri kritičnih sistemih lahko to pomeni skrajšanje časa do vzpostavitve osnovne funkcionalnosti in zmanjšanje vpliva izpada na ključne procese.

Ne čakajte, da prva okvara pokaže, kako kritičen je vaš sistem. S pogodbo o servisu in vzdrževanju s podjetjem Kolektor Sisteh vam zagotavljamo dogovorjene odzivne čase, preventivne preglede, prioritetno obravnavo ter tehnično podporo na daljavo in na lokaciji. Skupaj pripravimo servisni model, prilagojen kritičnosti vaše opreme, zahtevani razpoložljivosti in tveganjem vašega procesa.

Kontaktirajte nas za pregled obstoječega stanja in pripravo predloga pogodbenega vzdrževanja.

Naša servisna ekipa šteje 22 zaposlenih strokovnjakov, če pa prištejemo še ostalo poprojektno podporo in večnivojsko dežurno službo, pa več kot 40 zaposlenih.





Matej Čemažar Vodja strojne projektive, Kolektor Sisteh

Uvajanje informacijskega modeliranja objektov (BIM) v elektroenergetsko in vodno infrastrukturo

V podjetju Kolektor Sisteh vpeljujemo digitalizacijo načrtovanja, gradnje in upravljanja objektov s pomočjo informacijskega modeliranja objektov BIM (Building Information Modeling), trenutno na pilotnem projektu. Gre za informacijsko podprto modeliranje gradenj, ki temelji na enotnem, podatkovno bogatem 3D-modelu.

Strateški korak v digitalizacijo projektiranja

Model BIM ne vsebuje zgolj geometrije objekta, temveč vključuje tudi vse ključne informacije o konstrukciji, materialih, opremi, faznosti gradnje ter drugih tehničnih parametrih. Shranjen je v oblaku in dostopen vsem deležnikom gradnje – arhitektom, projektantom različnih strok, izvajalcem, nadzornikom ter nenazadnje tudi upravljavcu objekta po zaključku gradnje. Takšen pristop omogoča boljši nadzor nad projektom ter zmanjšanje tveganja za napake, neusklajenosti in dodatne stroške med gradnjo. Dodana vrednost za Kolektor Sisteh so pridobljene kompetence, standardizacija procesov, zmanjšanje projektnih tveganj in večja tržna konkurenčnost.

Razlogi za odločitev

1. Učinkovitejše sodelovanje različnih strok

Ključna prednost modela BIM je bolj strukturirano in pregledno medsebojno sodelovanje projektnih skupin. Odločili smo se za uporabo programske opreme Revit, ki omogoča delo vseh udeležencev na skupni podatkovni zbirki oziroma centralnem modelu.

Na projektnem modelu lahko hkrati dela več uporabnikov, pri čemer se spremembe sproti sinhronizirajo in ažurirajo. S tem odpravljamo tradicionalni način izmenjave grafičnih podlog, popisov opreme in tehnične dokumentacije preko elektronske pošte. Namesto nepreglednih verzij dokumentov je vse zbrano na enem mestu v realnem času.

Kolizije med posameznimi strokami (npr. med strojno in gradbeno inštalacijo) so v modelu jasno vidne. Omogočeno je tudi neposredno dodajanje komentarjev in opomb, kar povečuje transparentnost projektnega procesa. Rezultat je bolj pregledna komunikacija, hitrejše usklajevanje in manjša verjetnost napak v fazi izvedbe.

2. Nadgradnja projektantskih orodij

Uvedba BIM predstavlja pomembno tehnološko nadgradnjo projektantskega okolja. Revit omogoča parametrično modeliranje z inteligentnimi elementi ter samodejno generiranje popisov in poročil neposredno iz modela, kar povečuje natančnost in učinkovitost ter zmanjšuje možnost napak.

3. Pripravljenost na zakonodajne zahteve

Pomemben vidik naše odločitve predstavlja tudi regulatorno okolje. Gradbeni zakon (GZ-1) v 9. in 39. členu za projekte kritične javne infrastrukture že predpisuje uporabo informacijsko podprtega projektiranja BIM. V širšem evropskem prostoru so zahteve še izrazitejše: v Avstriji je BIM obvezen za javne razpise in javna naročila gradenj že od leta 2020, v Italiji pa se pogoji za uporabo BIM pri javnih naročilih postopoma zaostrujejo od leta 2019, skladno z vrednostjo projekta. Z uvedbo procesa BIM se tako proaktivno pripravljamo na nadaljnje zaostrovanje zakonodaje in razpisnih pogojev ter si hkrati zagotavljamo konkurenčno prednost na trgu.



Kaj pridobimo z uvedbo procesa BIM

Z implementacijo procesa BIM želimo:

- povečati učinkovitost lastnega projektiranja,
- izboljšati usklajevanje med strokami,
- vzpostaviti učinkovitejši nadzor nad zunanjimi projektanti,
- zmanjšati tveganje za kolizije in napake,
- digitalno podpreti pripravo popisov in poročil,
- zagotovili skladnost z aktualnimi in prihodnjimi zakonodajnimi zahtevami.

Za investitorja oziroma naročnika pa uvedba BIM pomeni predvsem:

- večjo preglednost nad celotnim projektom,
- boljši nadzor nad stroški in terminskim planom,
- zmanjšanje tveganja za nepredvidene stroške in spremembe med gradnjo,
- hitrejše usklajevanje vseh udeležencev projekta,
- kakovostnejšo tehnično dokumentacijo,
- pridobitev digitalnega modela objekta za učinkovitejše upravljanje in vzdrževanje po zaključku gradnje.

Ključna vrednost za Kolektor Sisteh: z uvedbo BIM v podjetju ne pridobivamo le novega projektantskega orodja, temveč vzpostavljamo enoten digitalni proces od zasnove in koordinacije do izvedbe ter prihodnjega upravljanja objekta. S tem zmanjšujemo projektna tveganja, povečujemo produktivnost in krepimo svojo konkurenčnost na infrastrukturnem trgu.

BIM v Kolektor Sistehu razumemo predvsem kot sistem upravljanja, izmenjave, evidentiranja, verzioniranja in organiziranja informacij skozi celoten življenjski cikel objekta – od načrtovanja do obratovanja in vzdrževanja. Evropska komisija ima za javne naročnike razvito tudi metodologijo vrednotenja stroškov in koristi BIM, ki koristi obravnava ločeno v fazah projektiranja, gradnje ter obratovanja in vzdrževanja.

Izzivi in nadaljnji razvoj

V okviru implementacije procesa BIM smo kot del uvajanja pričeli z delom na manjšem pilotnem projektu, ki je jasno pokazal, da uvedba novega digitalnega okolja prinaša tudi določene izzive. Kljub temu da delo v 3D-okolju obvladujemo že vrsto let, gre vseeno za spremembo delovnega okolja, ki jo je treba postopno osvojiti. V začetni fazi je potrebno prilagoditi način razmišljanja novemu digitalnemu okolju, uskladiti interne standarde, vzpostaviti urejeno strukturo podatkov ter zgraditi kakovostno BIM-knjižnico, ob tem pa zagotoviti čas za učenje in pridobivanje rutine. Gre za investicijo v znanje, procese in organizacijsko kulturo, ki kratkoročno zahteva dodatne napore, dolgoročno pa prispeva k večji učinkovitosti, višji kakovosti projektov in večji konkurenčnosti podjetja.

Dodana vrednost	Konkretna korist za naročnika
Manj projektantskih napak	Zgodnje odkrivanje kolizij med gradbenimi, strojnimi in elektro sistemi zmanjšuje tveganje popravkov, zamud in dodatnih stroškov med izvedbo.
Enoten vir projektnih informacij	Centralni model nadomešča nepregledno izmenjavo različic načrtov, popisov in tehnične dokumentacije po elektronski pošti.
Boljše sodelovanje različnih strok	Projektanti, izvajalci in zunanji partnerji delajo na usklajenem modelu, zato so spremembe hitreje vidne in sledljive.
Nižje izvedbeno tveganje	Več neusklajenosti se odpravi že v fazi načrtovanja, ko so stroški sprememb bistveno nižji kot na gradbišču.
Vstop v življenjski cikel objekta	Model BIM je mogoče po zaključku gradnje nadgraditi za upravljanje opreme, vzdrževanje, rekonstrukcije in prihodnji digitalni dvojček.



Na VEK26 o hranilnikih energije in zanesljivi oskrbi kritične infrastrukture

Na drugi Vseslovenski energetski konferenci VEK26 smo predstavili izkušnje pri gradnji baterijskih hranilnikov električne energije (BHEE) in sistemov rezervnega napajanja za kritično infrastrukturo ter industrijo. Direktor mag. **Jože Torkar** je sodeloval na uvodni okrogli mizi o energetski učinkovitosti in oskrbi ter Forumu mladih. V ospredju sta bila povezovanje sektorjev in skupno načrtovanje energetskih sistemov za učinkovit, pravičen in odporen energetski prehod.



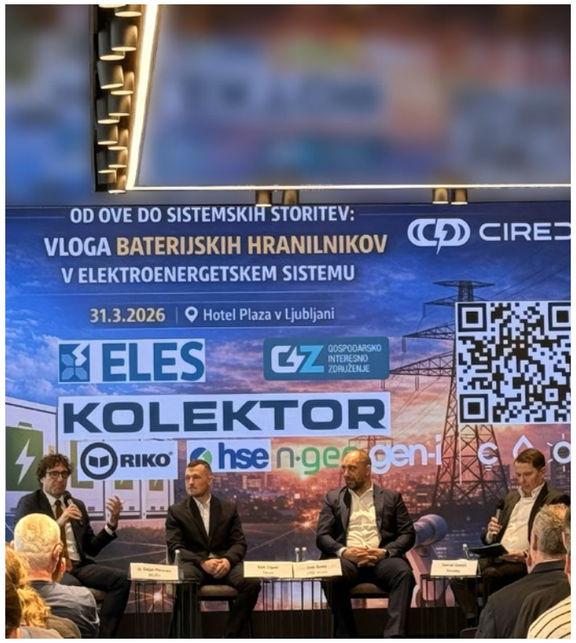
Na Vodnih dnevih 2026 o odpornosti na področju voda

Na 32. strokovnem srečanju Slovenskega društva za zaščito voda (SDZV) smo s strokovnjaki in odločevalci s področja upravljanja voda razpravljali o vodni odpornosti ter ukrepih za zanesljivo oskrbo s pitno vodo in učinkovito ravnanje z odpadno vodo tudi ob podnebnih ekstremih. V ospredju so bili zmanjševanje vodnih izgub, digitalizacija omrežij, ponovna uporaba vode ter preventivno in sistemsko obvladovanje tveganj.



Skupaj s partnerji na vodilnem sejmu okoljskih tehnologij IFAT

V Münchnu je več kot 3.200 razstavljavcev iz več kot 60 držav predstavilo okoljske tehnologije in rešitve za upravljanje voda. Naša prodajna ekipa je bila strankam na voljo na razstavnem prostoru partnerja Huber ter pri drugih zastopanih proizvajalcih opreme. Predstavili smo rešitve za merjenje porabe vode, optimizacijo vodovodnih in kanalizacijskih sistemov, pripravo pitne in tehnološke vode, čiščenje odpadne vode, obdelavo mulja ter ponovno uporabo vode.



Od OVE do sistemskih storitev: vloga baterijskih hranilnikov v elektroenergetskem sistemu

Marca smo se udeležili delavnice CIGRE-CIRED Slovenija o vlogi baterijskih hranilnikov pri vključevanju obnovljivih virov energije (OVE), zagotavljanju prožnosti in stabilnosti omrežja ter razvoju sistemskih storitev. Mag. **Samo Ceferin** je na podlagi izkušenj iz projektov BHEE predstavil praktične vidike projektiranja in izvedbe velikih hranilniških sistemov ter meje med pričakovanji in dejanskimi zmogljivostmi baterijskih hranilnikov. Ena ključnih ugotovitev je bila, da bo prihodnost energetike temeljila na kombinaciji shranjevanja energije, digitalizacije in podatkovno podprtega upravljanja.

Na Cipru o slovenskih energetskih rešitvah za evropski obrambni sektor

V okviru Slovenskega partnerstva za energijo in okolje na obrambnem področju (SiEnE) in TECES je **Marko Mandelj** na mednarodnem dogodku CF SEDSS IV – Energy Technology Solutions, ki ga organizira Evropska obrambna agencija (EDA), predstavil energetske rešitve za trajnostno in odporno oskrbo obrambnega sektorja. Modularni sistemi za zanesljivo elektroenergetsko oskrbo in večjo izrabo obnovljivih virov delujejo tudi v kritičnih razmerah brez omrežnega napajanja.





V Sarajevu o digitalizaciji vodovodnih sistemov

Na Komunalnem forumu FBiH 2026 smo na panelu o digitalizaciji vodovodnih sistemov predstavili pristope za zmanjševanje vodnih izgub in učinkovito upravljanje infrastrukture. **Edo Đuvelek** je na primeru vodovoda Velika Kladuša predstavil hidravlični model, model kritičnosti, satelitsko slikanje in proaktivni monitoring. Izpostavili smo tudi vlogo tehničnoinformacijskega sistema pri vsakodnevnem upravljanju in načrtovanju razvoja vodovodnega omrežja.

ISSN 3024-1448



KOLEKTOR | Kolektor Sisteh