

**ID 05**

Atomatizacija glavnega odvoza premoga iz jame Premogovnika Velenje

ANTON KOTNIK*Premogovnik Velenje d.d., Partizanska 78, VELENJE*anton.kotnik@hse.si

POVZETEK

V članku so obdelane tehnične rešitve za daljinsko, avtomatsko upravljanje in nadzor delovanja transportnih trakov od traka 10 do traka 60, pri čemer je omogočeno tudi avtomatsko upravljanje traka K2/1 .

Obstoječ sistem krmiljenja in upravljanja glavnega transportnega sistema premoga iz jame Premogovnika Velenje je bil zasnovan v relejski tehniki, ki je sicer še zanesljivo delovala, vendar pa ni omogočala daljinskega upravljanja in avtomatskega obratovanja trakov. Za takšno obratovanje so bili na presipnih mestih potrebni upravljalci, ki se bodo z novim načinom obratovanja ukinili.

Upravljanje - avtomatizacija transportne linije od traka T10 do traka T60 je sestavljena iz večjega števila procesnih računalnikov – PLC, ki so preko optičnih linij povezani na strežnik. Vsak od PLC ima svoj IP naslov tako, da komunikacija med posameznimi PLC poteka po TCI/IP protokolu, na katerega je povezan tudi nadzorni računalnik s katerim daljinsko upravljamo in nadzorujemo delovanje transportnega sistema.

Ključne besede: avtomatizacija, nadzor, transport premoga

Key words: automatization, automatic process control, coal transportation

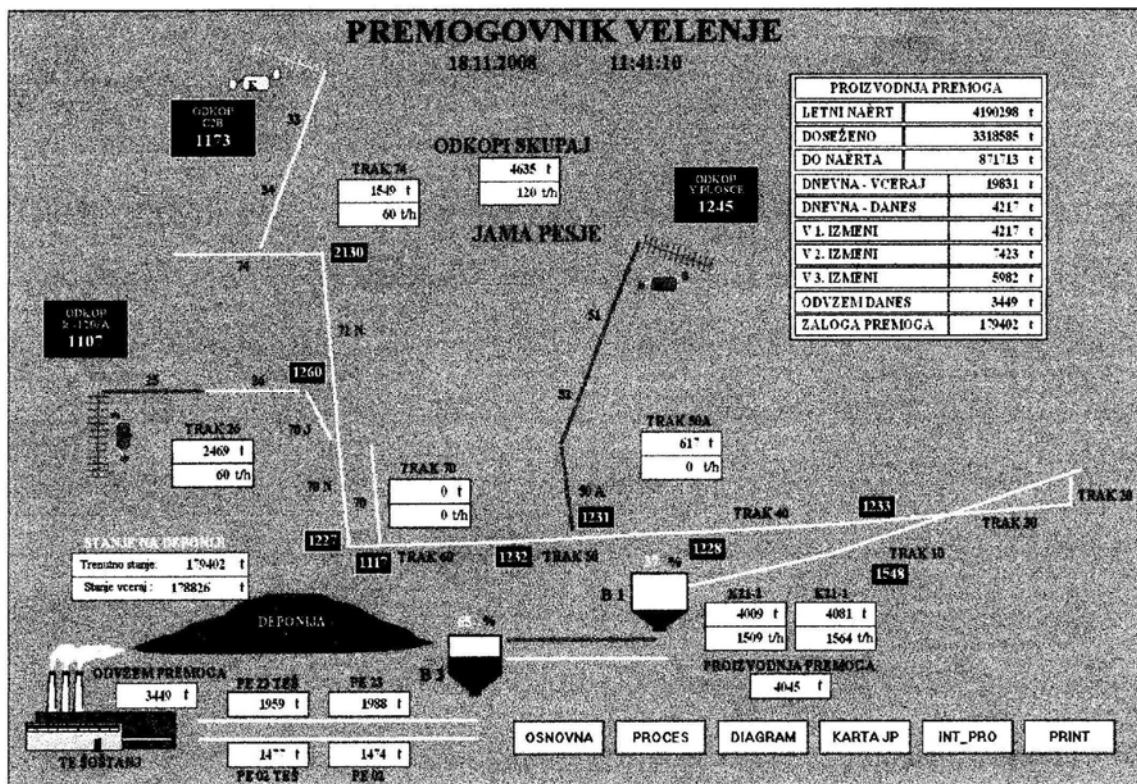
UVOD

Sistem krmiljenja in upravljanja glavnega transportnega sistema premoga iz jame Premogovnika Velenje je bil zasnovan v relejski tehniki. Sistem je bil še vedno zanesljiv, vendar ni omogočala daljinskega upravljanja in avtomatskega obratovanja trakov. Cilji Premogovnika Velenje so usmerjeni v večjo racionalizacijo postopkov in dela, kar posledično pomeni znižanje stroškov. Zato se je izdelala rešitev za daljinsko, avtomatsko upravljanje in nadzor delovanja transportnih trakov od traka 10 do traka 60, pri čemer je na nivoju nadzora možno tudi avtomatsko upravljanje traka K2/1 (Klasirnica).

Upravljanje - avtomatizacija transportne linije od traka 10 do traka 60 temelji na povezavi med procesnimi računalniki – PLC (vsak trak ima svoj PLC – proizvajalca OMRON, tip CJ1M-CPU13_ETN). Vsi procesni računalniki so povezani preko optičnih linij v optično vozlišče (OO1 v prostoru pri dežurnem premogovniku), ki služi kot strežnik za optične komunikacije. Vsak od PLC ima svoj IP naslov tako, da komunikacija med posameznimi PLC poteka po TCI/IP protokolu. Vsi PLC-ji so povezani z nadzornim računalnikom (pri dežurnem premogovniku), s katerim daljinsko upravljamo in nadzorujemo delovanje transportnega sistema. Shematski prikaz transportne linije je podan na sliki 1.

Vsak transportni trak, od traka T10 do traka T60, vsebuje tudi preprost komandni pult, na katerem so poleg HMI terminala (touch screen) tudi upravljalni elementi – tipke za ročno tako imenovano servisno upravljanje. Smer transportiranja materiala (premoga) je od traka T60 proti T10 (E-1400) oziroma K2/1 (Klasirnica). Smer začetka obratovanja trakov od K2/1 oziroma T10 do T60. S tem v zvezi se pojavljata terminološka izraza:

- predhodni trak, ki pomeni, da je na primer T20 potrebno vklopiti pred vklopom T30, torej obratovanje T20 pogojuje vklop T30,
- naslednji trak, ki pomeni, da je na primer T30 naslednji traku T20, ker mu sledi v smeri transportiranja.



Slika 1.: Shematski prikaz transporta premoga iz jame

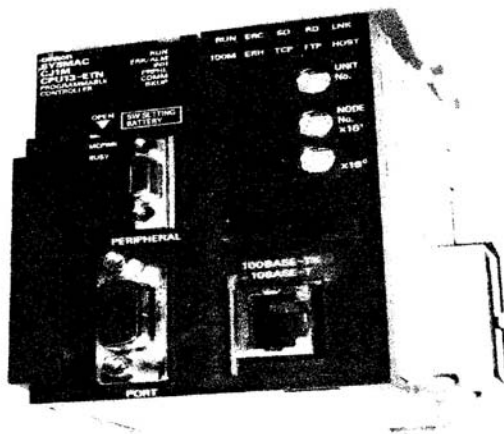
KRMILJENJE TEHNOLOŠKEGA PROCESA

Programska oprema na PLC omogoča obratovanje naprav, z upoštevanjem vseh potrebnih zaščitnih kriterijev in medsebojnih odvisnosti, glede na izbran način obratovanja. PLC dobiva informacije o stanju naprav preko digitalnih in analognih vhodnih enot, ter na osnovi teh informacij in programa vodi obratovanje naprav. PLC od nadzornega računalnika sprejemajo samo ukaze za vklop/izklop linije in na osnovi le-teh izvedejo zahtevane operacije. Od nadzornega računalnika prejmejo tudi zahteve za spremembe določenih parametrov (zagonski čas naprave, meje za opozorila ali izklope pri analognih signalih, časovne zakasnitve za presipe in zamike...) ter na osnovi teh vrednosti izvajajo krmiljenje. Programska oprema na PLC zajema vse digitalne in analogne signale, šteje obratovalne ure posameznih naprav, šteje število vklopov motorjev in visokonapetostnih stikal, generira opozorila in alarme nadzornemu računalniku.

Za celotno avtomatizacijo transportnih trakov T10 do T60 skrbi 6 procesnih krmilnikov (PLC). Vsak posamezen PLC skrbi za upravljanje svojega traku.

PLC 1 je namenjen za avtomatizacijo transportnega traka T10 (E-1400). Na njega je preko modema priključen NT terminal, preko katerega je možno upravljati in spremljati delovanje T10. Upravljanje preko NT terminala je rezervni način obratovanja. Uporablja se v primeru okvare nadzornega računalnika ali pri izpadu komunikacije. Ostali transportni trakovi so opremljeni enako.

Sodobni PLC-ji, kakršni se uporabljajo pri avtomatizaciji transporterjev, imajo vgrajen ethernet port, ki omogoča enostavno povezanost. Na ethernet port je priključen poseben vmesnik ethernet/optika, ki omogoča povezanost PLC na optično hrbtnico Premogovnika Velenje. Procesni krmilnik PLC je prikazan na sliki 2.

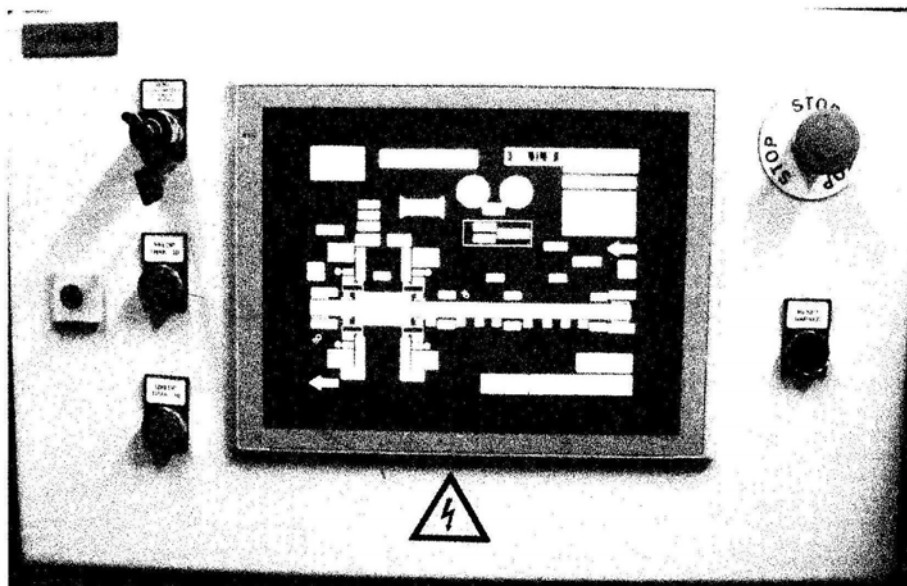


Slika 2.: Procesni krmilnik PLC (CPU-CJ1M)

Programska oprema na PLC-jih omogoča naslednje:

- krmiljenje posameznih transportnih trakov, izmenjavo podatkov preko ethernet/optičnih povezav z drugimi PLC-ji in nadzornim računalnikom,
- shematski prikaz posameznega transportnega traku,
- stanje naprav in merilnih vrednosti (temperatur, tokov in nivojev, delovnih ur, števila vklopov motorjev, števila vklopov VN polj...),
- izpis zahtevanih podatkov (alarmov, stanja nivojev, stanja vklop/izklop meritve),
- shematski prikaz pripadajoče RP (razdelilne postaje) (za T10 -NEP9, za T30-RP k+198, za T40-RP k+161, za T50-RP k+63.5, za T60-RP k-2.7),
- prikaz trenutnega stanja - obratovanja naprav,
- spreminjanje mejnih vrednosti in obratovalnih parametrov za vsak transportni trak,
- javljanje napak, opozoril in alarmov,
- arhiviranje podatkov,
- programske premostitve z nadzornega računalnika,
- spreminjanje mejnih vrednosti in obratovalnih parametrov za vsak transportni trak z nadzornega računalnika.

Vsak transportni trak ima na mesto dosedanjih krmilnih pultov nameščen poseben komandni pult, ki vsebuje vse potrebne elemente za upravljanje. S stikalom na ključ je možno izbirati način upravljanja. Na sliki 3 prikazan komandni pult, ki je nameščen ob vsakem traku.



Slika 3.: Komandni pult

Če izberemo avtomatski način upravljanja, potem lahko na HMI terminalu izbiramo med daljinskim (to je prioritetni način upravljanja) ali lokalnim upravljanjem. Pri daljinskem upravljanju, transportni trak oziroma celotno linijo trakov, upravlja nadzornik tehnološkega procesa. Pri lokalnem upravljanju mora upravljelec ob traku z gumbi vklop/izklop na HMI terminalu sam vklopiti/izklopiti izbran transportni trak (zagon izbranega transportnega traku je mogoč, če so zanj izpolnjeni vsi pogoji in vzpostavljeni vsi zaščitni kriteriji, vključno z obratovanjem predhodnega traku). Na HMI terminalu so na različnih ekranih prikazani vsi pomembni podatki o stanju naprave. HMI terminal ima za potrebe ponovnega zagona transportnega traku po odpravi morebitne napake dodan ekranski gumb »ponovni zagon«, s katerim se vklopi zaustavljen transportni trak, v smeri transportne linije pa tudi ostali.

Pri ročnem načinu upravljanja, ki je namenjen servisiranju, upravljelec ali dežurna oseba ob traku s pritiskom na tipko vklop/izklop na komandnem pultu, vklopi/izklopi izbran transportni trak. Pri tem načinu upravljanja so v funkciji najnujnejši zaščitni kriteriji (zasilni izklop, kratkostična-pretokovna oz. bimetalna zaščita), vendar ni medsebojnih odvisnosti trakov. Pri obratujoči transportni liniji bo preklop upravljanja iz avtomatskega v ročno na izbranem transporterju povzročil avtomatski izklop vseh predhodnih trakov (npr. celotna transportna linija od traka K2/1 do T60 obratuje v avtomatskem - daljinskem načinu. Preklop upravljanja iz avtomatskega v ročno na traku T30 povzroči izklop trakov T40 do T60).

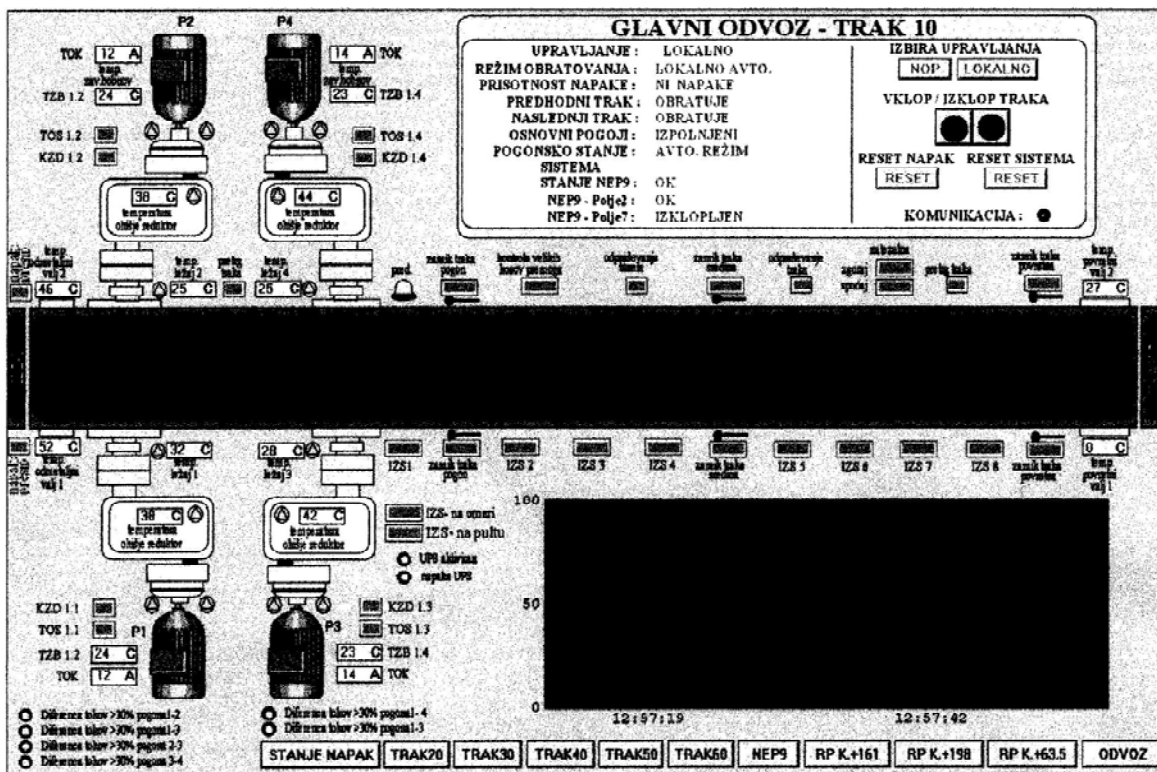
NADZORNI RAČUNALNIK

Namenjen je predvsem nadzoru in vklapljanju/izklapljanju linije avtomatizacije transporterjev od K2/1 do T60.

Zaradi pomembnosti delovanja nadzornega računalnika, se le-ta napaja preko UPS, ki mu zagotavlja neprekinjeno napajanje z električno energijo.

Programska oprema na nadzornem računalniku pri dežurnem premogovniku omogoča naslednje:

- shematski prikaz celotne linije transportnega sistema od traka K2/1 do T60, ter avtomatsko daljinsko upravljanje linije,
- shematski prikaz posameznega transportnega traka,
- shematski prikaz stanja naprav in merilnih vrednosti (temperatur, tokov in nivojev, delovnih ur, števila vklopov motorjev, števila vklopov VN polj...),
- izpis zahtevanih podatkov (alarmov, stanja nivojev, meritve, stanj vklop/izklop),
- shematski prikaz vseh RP (NEP9, RP k+198, RP k+161, RP k+63.5, RP k-2.7) s stanjem celic, meritvami in možnostjo vklop/izklop celic,
- prikaz trenutnega stanja – obratovanja naprav,
- spreminjanje mejnih vrednosti in obratovalnih parametrov za vsak transportni trak,
- programske premostitve določenih parametrov,
- javljanje napak, opozoril, alarmov in arhiviranje podatkov,
- zaznava in javlja izpada komunikacije s posameznim PLC-jem.



Slika 4.: Shematski prikaz T10 na nadzornem računalniku

NAČINI OBRATOVANJA

V osnovi sta dva načina obratovanja:

- ročno - lokalno s tipkami komandnega pulta ob vsakem traku,
- avtomatsko daljinsko iz nadzornega računalnika ali lokalno s HMI terminalov s komandnega pulta ob vsakem traku.

Ročni – lokalni način upravljanja

Ročno obratovanje se izvaja v primeru poskusnih zagonov, poskusnega obratovanja in v primerih, ko se vršijo določena popravila na tehnoloških napravah. Ukazi za obratovanje se izvršijo preko tipk na komandnem pultu, ki se praviloma nahajajo pri pogonskih agregatih tako, da je z mesta upravljanja viden celotni pogonski del traku. Pri tem načinu upravljanja upravljamo vsak trak posebej.

Pri tem načinu obratovanja so aktivne samo najosnovnejše in najnujnejše zaščite:

- izklop v sili,
- pretokovna zaščita,
- kratkostična zaščita,
- zemljostična zaščita,
- kontrola dviga zavor (samo pri T10),
- kontrola velikih kosov (samo pri T10).

Pri tem morajo biti pri lokalnem načinu obratovanja traku izpolnjeni dodatni pogoji:

- način obratovanja motorskega VN polja mora biti v položaju daljinsko,
- varovalka motorskega VN polja mora biti brezhlebna,
- voziček motorskega VN polja mora biti vstavljen (ali/in prisotna napetost v motorskem VN polju),
- ozemljitveni noži morajo biti izklopljeni (neozemljeni).

Avtomatsko upravljanje

Poleg avtomatskega daljinskega upravljanja transportnih trakov ta način upravljanja omogoča tudi daljinske vklope/izklope dovodno/odvodnih in transformatorskih VN (visokonapetostnih) celic v posameznih RP (NEP9, RP k+198, RP k+161, RP k+63.5, RP k-2.7).

Avtomatsko daljinsko obratovanje je obratovanje z upoštevanjem vseh odvisnosti, ki so programske izvedene ob upoštevanju vseh zaščit in tehnoloških meritev. Izvajajo se preko nadzornega računalnika. Pri tem načinu obratovanja z vklopom »start linije« vklopimo trak K2/1, kateremu etapno avtomatsko sledijo vsi naslednji transportni trakovi od T10 do T60. Avtomatsko daljinsko upravljanje je prioriteto upravljanje, kar pomeni, da se bodo vsi PLC na trakovih po vzpostavitvi napetosti in komunikacije avtomatsko preklopili v avtomatski daljinski režim upravljanja.

Ta način upravljanja omogoča upravljanje transportnih trakov od K2/1 do T60 brez prisotnosti upravljalca ob posameznih transportnih trakovih. Ob pojavu napake, se na terminalu nadzornega računalnika, kakor tudi na ustreznem terminalu komandnega pulta izpiše oziroma obarva delujoča napaka/signalizacija. Po odpravi napake, s strani pooblaščenih oseb, je napako/opozorilo potrebno resetirati (na nadzornem računalniku ali na terminalu komandnega pulta). Če je del linije še v obratovanju, lahko preostali neobratujoči del linije vključimo s ponovnim zagonom.

Med avtomatskim daljinskim obratovanjem linije je sicer možno ročno obratovanje izbrane tehnološke naprave, vendar s takim počtetjem izklopimo vse tehnološke naprave, ki so po tehnološki shemi pred ročno upravljano napravo.

Načina obratovanja, avtomatsko daljinsko in avtomatsko lokalno, se med sabo izključujejo, kar pomeni, da ni možno obratovanje istih naprav z dveh mest hkrati – so v medsebojni programski odvisnosti.

Krmiljenje trakov in programska oprema daljinskega krmiljenja je zaradi pomembnosti in zanesljivosti obratovanja izvedena tako, da v primeru izgube komunikacije na relaciji nadzorni računalnik – PLC, omogoča obratovanje v daljinsko lokalnem načinu.

Primer: zaradi napake na optičnih povezavah ali pretvorniku optika/ethernet na PLC za T30 izgubimo komunikacijo nadzorni računalnik – PLC T30, vsi PLC-ji ostalih trakov imajo komunikacijo. Nadzornemu računalniku bo sistem javil napako komunikacije s PLC3. Če je med nastankom izgube komunikacije linija izvoznih trakov (od T10 do T60) obratovala, bo zaradi izgube komunikacije T30 obratoval še naprej, do normalnega izklopa linije. Po ponovnem zagonu linije se bodo trakovi, do traka pri katerem je nastala napaka (T30), avtomatsko zagnali. T30, ki ga bo potrebno preklopiti v avtomatsko lokalno upravljanje, bo morala dežurna oseba vklopiti s pritiskom na vklopno tipko terminala na pultu T30. Ostali trakovi (40, 50, 60) se bodo nato zopet avtomatsko vklopili. Pri normalnem izklopu linije, izklop linije trakov od K 2/1 do T60 daljinsko iz sobe dežurnega premogovnika, se bo zaradi posebne vezave informacijsko-odvisnih pogojev, avtomatsko izklopil tudi trak, na katerem je izpad komunikacije (T30) tako, da posredovanje strežnika za izklop v tem primeru ne bo potrebno. Seveda je potrebno okvaro komunikacije čim prej rešiti in vse transporterje upravljati avtomatsko daljinsko.

Poleg daljinskega upravljanja trakov ta način omogoča tudi daljinske vklope/izklope VN polj posameznih razdelilnih postaj RP – razen motorskih polj, ki se vklopijo/izklopijo preko krmiljenja trakov. Pri manipulaciji z vklopi/izklopi VN polj je potrebno odlično tehnično poznavanje določene RP, saj lahko z nepravilnim preklopom povzročimo izklop posameznega traku in s tem zaustavitev transportiranja premoga.

ZAŠČITNI KRITERIJI

Vse strojno tehnološke naprave, ki imajo elektromotorni ali elektromagnetni pogon, imajo zaščitne naprave, ki jih varujejo pred okvarami. Vse naprave imajo izklop v sili, ki služi za zaščito naprave in ljudi, ki se nahajajo v njeni bližini. Vse navedene zaščitne kriterije mora upravljalec po odpravi – deblokadi, pregledu in kontroli s strani pooblaščenih oseb, pred ponovnim zagonom transportnega traku oz.linije resetirati na nadzornem računalniku oz HMI terminalu ter s tem potrditi odpravo pomanjkljivosti oziroma napake.

Pri krmiljenju transportne linike od K2/1 do T60 se uporabljajo naslednje zaščite/kontrole:

- izklop v sili,
- kontrola presipa,
- kontrola zamika (poševnega teka),
- kontrola vrtljajev (hitrosti),
- kontrola pretrga traka,
- kontrola natega (natezalna postaja),
- kontrola velikih kosov premoga (samo za T10),
- kontrola dviga zavore (samo za T10),
- kontrola sklopke (temperatura olja sklopke),
- kontrola spodnjega traka,
- stanje električne zaščite.

Za optimalno obratovanje, opozorila in zaščito so izvajajo meritve temperatur ohišja reduktorja, ležajev pogonskega bobna, ležajev povratnega valja in ležajev odmetalnega valja zavornega bobna (samo pri T10). Merijo se tokovi obremenitve motorjev in napetosti v VN poljih.

V sliki 4 so shematsko prikazane lokacije posameznih aktuatorjev (mesta vgradnje stikal zasilnega izklopa, zamika, merilnih sond...).

MERITVE IN NJIHOVO VKLJUČEVANJE V SISTEM KRMILJENJA

Vse vitalnejše sklope transportnega traku (reduktor, ležaji pogonskih bobnov, povratnih in odmetalnih valjev) se kontrolira s specialnimi temperaturnimi sondami, ki omogočajo pretvorbo temperature v električni signal. Merijo se tudi tokovi obremenitev posameznih pogonov trakov, dovodov/odvodov napajanja, transformatorjev in pomembnejše napajalne napetosti (nekatero napetosti zaznavamo kot digitalni signal, na primer v VN celicah). Vse analogne meritve z vnesenimi mejnimi vrednostmi se prikazujejo na nadzornem računalniku, kot tudi na HMI terminalih. V določenih primerih (na primer pri prekoračitvi nazivnih tokov motorjev) se na osnovi izmerjenih rezultatov s programsko opremo posega v samo delovanje transportne linije in s signalizacijo opozarja na kritične vrednosti.

Za vse meritve temperatur (razen zavore) se uporabljajo Pt temperaturne sonde. V primeru okvar temperaturnih sond Pt100, se okvara avtomatsko sporoči.

Tudi ostali merilni pretvorniki (meritve toka, napetosti, IR merjenje temperature) so kontrolirani. Zaradi okvar senzorjev in morebitnih zastojev proizvodnje premoga je na nivoju nadzora predvidena možnost programske premostitve vseh meritev.

ZAKLJUČEK

Z avtomatizacijo transporta odvoza premoga iz jame na površino smo zagotovili daljinsko upravljanje in stalni nadzor nad transportno linijo z enega mesta. Na enem mestu so zbrani vsi ključni podatki o delovanju sistema, kar omogoča neprestano sprotno spremljanje procesa odvoza premoga. Takšen način obratovanja omogoča lažje vzdrževanje sistema, hitrejše odpravljanje napak, zastojev in optimalno obremenitev transportne linije.

Projekt je rezultat lastnega znanja in izkušenj strokovnjakov Premogovnika Velenje in pomeni dodaten prispevek k uresničevanju vizije vodilne slovenske družbe s področja premogovništva. Premogovnik Velenja je usmerjen v uvajanje sodobnega proizvodnega procesa ob hkratnem zagotavljanju varnosti in humanosti delovnih mest.

Uvedba sistema avtomatizacije glavnega odvoza je osnova za nadgradnjo le-tega s centralnim sistemom nasipanja premoga na glavni odvoz. S tem se bo zagotovila optimalna obremenitev celotnega transportnega sistema in znižanje stroškov odvoza premoga iz jame.