

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jure Knez

**VODENJE POGONA TRANSPORTERJA
SKLADNO Z ZAKONODAJO O VARNOSTI
STROJEV**

Diplomsko delo

Maribor, avgust 2021

UNIVERZA V MARIBORU
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO,
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Jure Knez

**VODENJE POGONA TRANSPORTERJA
SKLADNO Z ZAKONODAJO O VARNOSTI
STROJEV**

Diplomsko delo

Maribor, avgust 2021

VODENJE POGONA TRANSPORTERJA SKLADNO Z ZAKONODAJO O VARNOSTI STROJEV

Diplomsko delo

Študent: Jure Knez
Študijski program: Visokošolski strokovni študijski program Elektrotehnika
Smer: Močnostna elektrotehnika
Mentor: red. prof. dr. Mladen Trlep, univ.dipl.inž.el.
Somentor: Marko Grošelj, mag.inž.energ.

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju, red. prof. dr. Mladenu Trlepu, za pomoč in vodenje skozi izdelavo diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem somentorju Marku Grošlju in podjetju RUDIS d.o.o. Trbovlje, za nudeno pomoč, napotke in gradivo.

Vodenje pogona transporterja skladno z zakonodajo o varnosti strojev

Ključne besede: standardizacija, standardi, termoelektrarna, vodenje pogona transporterja

UDK: 621.311.24:621.868(043.2)

Povzetek

Med izgorevanjem in čiščenjem dimnih plinov v termoelektrarni nastajajo stranski produkti, ki jih je potrebno transportirati na deponije. Za ta namen uporabljamo transportne sisteme, ki so opisani v diplomski nalogi.

V prvem delu je opis standardov, ki jih je bilo potrebno upoštevati pri izdelavi. V nadaljevanju je opis termoelektrarne Ugljevik in opis elementov enega od transporterjev. Sledi podroben opis transporterja G-1 ter njegov način vodenja.

V zadnjem delu sta predstavljena še dva možna načina vodenja, ki sta izrisana s pomočjo programskega paketa EPLAN, kateri je tudi na kratko opisan. Predstavljene so prednosti in slabosti posameznih tipov vodenja.

Control the power of the transporter within legislation for safety of machines

Keywords: standardization, standards, thermal power plant, Control the power of the transporter

UDC: 621.311.24:621.868(043.2)

Abstract

The smokey gases are caused between combustion and cleaning in the thermal power station. The redundant products have to be transported to the landfills. For this purpose we use the transport systems. The transport systems are explained in the thesis. In the first chapter the used standards are described. Later is the thermal power station Ugljevik and one of the transporter are described. The detailed description of transporter G-1 and its way of leading is followed. In the last chapter there are two possible ways of leading are shortly presented. Advantages and deficiencies of individual types of leading are presented.

KAZALO

ZAHVALA	II
1 UVOD	1
2 PREDSTAVITEV PODJETJA RUDIS D.O.O. TRBOVLJE	3
3 STANDARD	4
3.1 Standardizacija	5
3.2 Sprejemanje standardov	6
3.3 Sprejemanje slovenskih standardov	6
3.4 Ravni standardizacije	7
3.4.1 Mednarodni standardi:	7
3.4.2 Regionalni standardi	8
3.4.3 Nacionalni standardi:	8
3.4.4 Druge vrste standardov	8
3.5 Označevanje slovenskih standardov	9
4 STANDARDI – PROJEKTIRANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OPREME V SKLADU Z VARNOSTJO STROJEV	10
4.1 SIST EN 618:2003+A1:2011	10
4.2 SIST EN 620:2003+A1:2011	11
4.3 SIST EN ISO 13850:2016	11
4.4 SIST HD 60364-4-41:2007	12
4.5 SIST HD 60364-5-54:2011	12
4.6 SIST IEC 60364-4-43:2009	12

5	TERMOELEKTRARNA UGLJEVIK	14
5.1	Splošni podatki elektrarne	14
5.2	Transportni sistem	15
5.3	Transporter G-1.....	17
5.3.1	Prikaz transporterja G-1 na SCADI	18
6	ELEMENTI TRANSPORTNEGA SISTEMA TRANSPORTERJA G-1.....	20
6.1	Strojni elementi.....	20
6.1.1	Motor in reduktor	20
6.1.2	Potezno stikalo.....	21
6.1.3	Stikalo za detekcijo bočnega zamika.....	22
6.1.4	Kontrola vrtenja	23
6.1.5	Zvočni in svetlobni opozorilni elementi	23
6.2	Elektro elementi.....	24
6.2.1	Motorsko zaščitno stikalo (MZS).....	24
6.2.2	Kontaktor	25
6.2.3	Varnostni modul	25
6.2.4	Termistor – PTC modul	26
7	NAČINA DELOVANJA TRANSPORTERJA G-1	27
7.1	Lokalni način delovanja	28
7.2	Daljinski način delovanja	29
7.2.1	Delovanje proti zmrzovanju	33
7.2.2	Delovanje transporterjev	33
8	PROGRAMSKO ORODJE EPLAN ELECTRIC P8	37
9	VRSTE VODENJA TRANSPORTERJA.....	39
10	SKLEP	42

11 VIRI IN LITERATURA..... 43

KAZALO SLIK

SLIKA 2.1: SEDEŽ PODJETJA RUDIS D.O.O. V TRBOVLJAH.....	3
SLIKA 3.1: RAZVOJNE STOPNJE STANDARDA.....	5
SLIKA 3.2: POSTOPEK SPREJEMANJA STANDARDA.....	6
SLIKA 5.1: TERMOELEKTRARNA UGLJEVIK.....	14
SLIKA 5.2: KONTINUIRNI TRANSPORTNI SISTEM	16
SLIKA 5.3: PRESIPNA POSTAJA – LEVO KONTEJNER K1 IN DESNO TRANSFORMATORSKA POSTAJA TS1	17
SLIKA 5.4: DELOVNO MESTO ZA OPERATERJA V KONTEJNERJU K1.....	18
SLIKA 5.5: SHEMATSKI PRIKAZ TRANSPORTERJA G-1 NA SCADI.....	19
SLIKA 6.1: ELEKTROMOTOR TRANSPORTNEGA TRAKU G-1	20
SLIKA 6.2: NAPISNA PLOŠČA ELEKTROMOTORJA.....	20
SLIKA 6.3: PRIKAZ MONTAŽE POTEZNEGA STIKALA.....	21
SLIKA 6.4: POTEZNO STIKALO KIEPE HEN	21
SLIKA 6.5: BOČNI ZAMIK HES.....	22
SLIKA 6.6: POSTAVITEV BOČNIH ZAMIKOV	22
SLIKA 6.7: INDUKTIVNI SENZOR KIEPE DGB 10.....	23
SLIKA 6.8: STEBRNA SVETILKA S SIRENO	24
SLIKA 6.9: MZS PROIZVAJALCA SCHNEIDER ELECTRIC.....	25
SLIKA 6.10: KONTAKTOR PROIZVAJALCA SCHNEIDER ELECTRIC	25
SLIKA 6.11: VARNOSTNI MODUL ABB.....	26
SLIKA 6.12: PTC MODUL LT3SM	26
SLIKA 7.1: LOKALNI PANEL	27
SLIKA 7.2: LOKACIJA LOKALNEGA PANELA OB TRANSPORTERJU G-1	28
SLIKA 7.3: PRIKAZ STANJA TRANSPORTERJEV	34
SLIKA 8.1: LOGOTIP PROGRAMSKEGA OKOLJA EPLAN ELECTRIC P8	38

KAZALO TABEL

TABELA 7.1: SIMBOLI.....	35
TABELA 9.1: PREDNOSTI IN SLABOSTI MEŠANEGA NAČINA DELOVANJA	40
TABELA 9.2: PREDNOSTI IN SLABOSTI ROČNEGA NAČINA DELOVANJA	40
TABELA 9.3: PREDNOSTI IN SLABOSTI DALJINSKEGA NAČINA DELOVANJA.....	41

Seznam uporabljenih kratic

Kratica	Slovenski pomen	Angleški pomen
SIST	Slovenski inštitut za standardizacijo	Slovenian Institute for Standardization
IEC	Mednarodna komisija za elektrotehniko	International Electrotechnical Commission
ITU	Mednarodna telekomunikacijska zveza	International Telecommunication Union
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo	International Organization for Standardization
CENELEC	Evropski komite za standardizacijo v elektrotehniko	European Committee for electrotechnical standardization
CEN	Evropski komite za standardizacijo	European Committee for Standardization
ETSI	Evropski inštitut za telekomunikacijske standarde	European Telecommunications Standards Institute
RS	Republika Slovenija	Republic of Slovenia
GŠP	Oznaka transporterja gipsa, žlindre in pepela	Mark of transporter of gypsum, slag and ash
G	Oznaka transporterja gipsa	Mark of transporter of gypsum
P	Oznaka transporterja pepela	Mark of transporter of ash
FGD	Razžvepljevanje dimnih plinov	Flue gas desulphurization
SCADA	Sistem za vodenje, nadzor in zbiranje podatkov	Supervisory control and data acquisition
TS	Transformatorska postaja	Transformer station
MZS	Motorsko zaščitno stikalo	Motor protection circuit breaker
V	Volt	Volt
AC	Izmenična napetost	Alternating voltage
DC	Enosmerna napetost	Direct voltage

PTC	Pozitivni temperaturni koeficient	Positive temperature coefficient
IP	Stopnja zaščite pred vdorom	Ingress protection rating
DCS	Decentraliziran krmilni sistem	Distributed control system
PLC	Programabilni logični krmilnik	Programmable logic controller

1 UVOD

V sodobnem svetu je potreba po električni energiji vse večja. Žal pa veliko elektrarn poleg električne energije proizvaja velike količine okolici nevarnih oziroma strupenih delcev. Zaradi vse strožjih okoljevarstvenih zahtev starejše termoelektrarne za nadaljnje obratovanje potrebujejo razžvepljevalne naprave za čiščenje dimnih plinov, ki poskrbijo, da v ozračje spustimo takšno količino strupenih plinov, ki ustreza okoljevarstvenim predpisom. V termoelektrarni med izgorevanjem premoga nastajata stranska produkta pepel in žindra, med samim čiščenjem dimnih plinov pa še gips; vse je potrebno odvažati na deponije. Stranske produkte lahko odvažajo s tovornjaki, vendar je to dolgoročno slaba rešitev, zato se uporabljajo transportni sistemi. Poznamo več različnih vrst le-teh, zato je potrebno izbrati pravilnega glede na posamezno tehnologijo. V termoelektrarni Ugljevik produkte najprej zberejo v silose, nato pa jih s pomočjo transporterjev odvažajo na deponije.

Namen diplomske naloge je bil preučiti in analizirati različne tipe vodenja transportnih sistemov, predstaviti prednosti in slabosti posameznih tipov, s pomočjo katerih bi lahko izbrali najboljši možni način za posamezno termoelektrarno.

V prvem delu diplomske naloge je predstavljen pomen standardov. Na kratko je opisanih šest različnih standardov s področja transportnega sistema, ki so bili veljavni v času izgradnje naprave za razžvepljevanje dimnih plinov v Ugljevik.

Za tem sledi predstavitev termoelektrarne Ugljevik, transportnega sistema v njej, ki odvažata stranske produkte razžvepljevalne naprave na deponije in transporterja G-1.

V šestem poglavju so opisani strojni in elektro elementi, ki sestavljajo transportni sistem.

V sedmem poglavju je predstavljen mešani način delovanja, s pomočjo katerega so vodeni transporterji v elektrarni Ugljevik. Predstavljena sta oba načina delovanja, s pomočjo katerih transporterji obratujejo: to sta daljinski in lokalni/ročni način delovanja.

V osmem poglavju je predstavljeno programsko okolje EPLAN ELECTRIC P8, s pomočjo katerega so izrisani ročni, mešani in daljinski načini delovanja.

V zadnjem poglavju so opisno in tabelarično prikazane prednosti in slabosti vseh treh načinov delovanja.

2 PREDSTAVITEV PODJETJA RUDIS d.o.o. TRBOVLJE

Podjetje RUDIS d.o.o. Trbovlje aktivno nastopa na trgu od leta 1959. Uvršča se med vodilna inženiring podjetja v Sloveniji. Specializirani so za projektiranje in izvedbeni inženiring na področjih industrije, energetike, ekologije in specialnih tehnologij, med katere sodijo hidroelektrarne, termoelektrarne, toplarne, naprave za sočasno proizvodnjo električne energije, deponije komunalnih odpadkov (sadre, premoga, rude, žlindre, pepela,..) in mnoge druge. Nastopa kot glavni izvajalec ali v vlogi normiranega tehnologa izvajalca. Podjetje sodeluje z naročnikom od samega začetka: s pripravo projektne dokumentacije, pri izvedbi projekta oz. gradnji, dobavi in montaži opreme; skrbi za zagone, testiranja in pravilno delovanje pri poskusnem obratovanju ter v zaključni fazi z izobraževanjem pooblaščenega osebja naročnika. S svojimi dolgoletnimi izkušnjami in pridobljenim znanjem vodenja zahtevnih projektov omogočajo inženirji iz podjetja strokoven in celosten pristop k izvedbi investicij, hkrati pa zagotavljajo medsebojno povezovanje posameznih tehnoloških sklopov in funkcionalnosti objekta kot celoti. Zaradi odličnega timskega dela znotraj posameznih strok v podjetju in želje po napredku omogoča strokovno in kakovostno izvedbo del v prej dogovorjenih rokih ter jamstvo za uspešno izvedbo projektov. [1]



Slika 2.1: Sedež podjetja RUDIS d.o.o. v Trbovljah

3 STANDARD

Standard je dokument, odobren s strani priznane organizacije. V Republiki Sloveniji za to skrbi Slovenski inštitut za standardizacijo (v nadaljevanju SIST). Posamezni dokumenti vsebujejo dogovore, ki zajemajo tehnične specifikacije, zahteve ali smernice za proizvodne postopke, procese, storitve ali pa izdelke, s pomočjo katerih se teži k čim višji stopnji urejenosti na danem področju.

Vse smernice, zahteve in druga merila, ki se nahajajo v standardih, služijo kot pravila, definicije posameznih značilnosti, navodila ali preizkusni postopki. Standardi so prisotni praktično na vsakem koraku, njihov glavni namen pa je izdelke, storitve in druge dejavnosti narediti varnejše in primerne za uporabo.

Standardi so se začeli razvijati z razcvetom industrije, kasneje pa so se začeli uveljavljati še širše, v druga področja življenja in različne dejavnosti. Prisotni so že praktično na vseh področjih, vendar se še vseeno sprejemajo na nekaterih novih, komaj odkritih področjih. Zaradi hitrega razvoja tehnologije je velika potreba po njihovem posodabljanju. Vsak standard se po preteklih petih letih pregleda in revidira, v primeru velikih sprememb ga nadomestijo z novim.

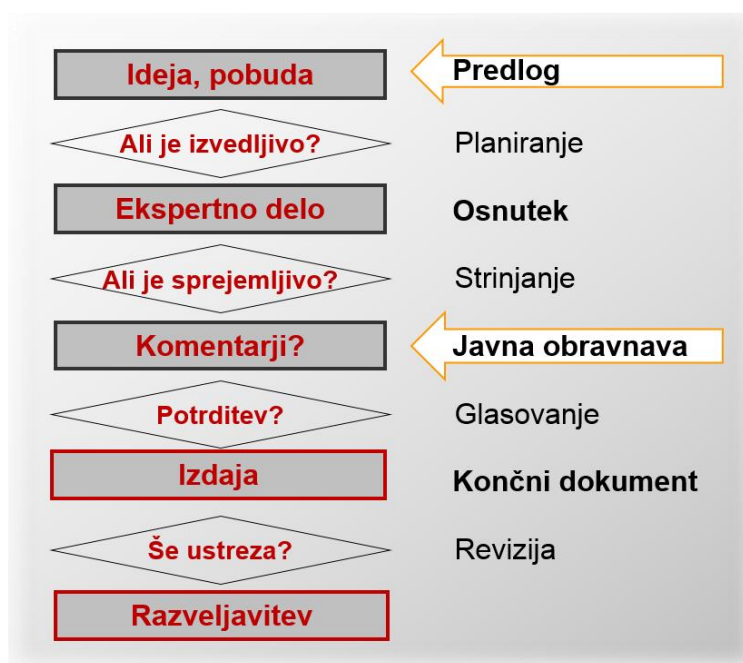
Uporaba standardov je v splošnem prostovoljna, vendar zaželena, razen če je drugače določeno s predpisom ali zakonom. Za sprejem standarda lahko da pobudo vsaka pravna ali fizična oseba v Republiki Sloveniji, državni organ in seveda SIST. Pobuda za nov ali posodobljen standard mora biti pisna in utemeljena.

3.1 Standardizacija

Standardizacija je dejavnost, katere glavni cilj je doseči čim višjo stopnjo urejenosti na določenem področju. Imenujemo jo tudi poenotenje, saj skrbi za odstranjevanje odvečne raznolikosti in poenotenje glede na kvaliteto, dimenzijo, zanesljivost in varnost, življenjsko dobo ter zanesljivost izdelka. Dejavnost obsega pripravo, njihovo izdajo in uporabo standarda.

V večini primerov se pred uradno izdajo standarda napiše odprti standard. To je dokument, ki ga organ sprejme le začasno in je javno dostopen. Njegova naloga je pridobitev izkušenj, ki so kasneje podlaga za standard.

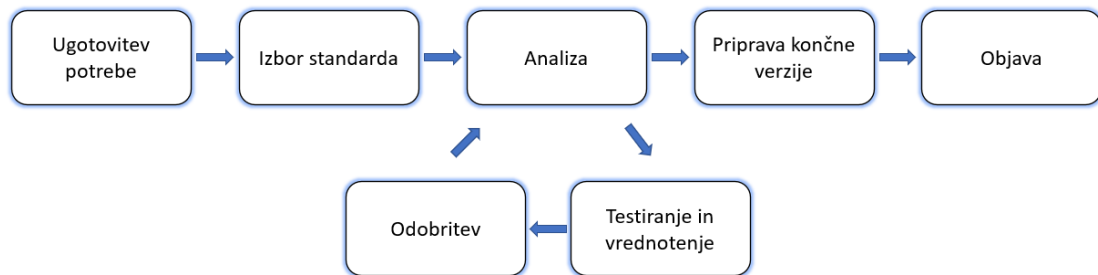
Med pomembnejše koristi standardizacije spada hitra zamenljivost posameznih delov, sestavljivost proizvodov, preprečevanje ovir pri trgovanju, večja kvaliteta, pocenitev izdelkov, varnost in zaščita ter zaupanje med uporabniki.



Slika 3.1: Razvojne stopnje standarda

3.2 Sprejemanje standardov

Potek sprejemanja standarda je prikazan na sliki 3.2. Vse skupaj se začne, ko nekdo od prej navedenih pooblaščenih oseb poda pobudo oziroma ugotovi potrebo po uvedbi standarda. Nato sledi izbor primerne standarda in njegova analiza ter po potrebi testiranje in vrednotenje. Ko je odobren, sledi priprava končne verzije, ki gre kasneje v objavo.



Slika 3.2: Postopek sprejemanja standarda

Izdelava standarda je delo komisije, ki ga nato javno objavi z namenom, da kasnejši uporabniki podajo ustrezne pripombe in komentarje, te pa komisija pregleda in poda ustrezne odgovore. Ravno zaradi tega lahko trdimo, da je vsebina standarda skupno delo med komisijo in predstavniki posamezne stroke ter industrije.

3.3 Sprejemanje slovenskih standardov

Kot že napisano, slovenske standarde sprejemajo strokovnjaki v več tehničnih delovnih telesih SIST, ki so ustanovljene na pobudo interesentov. Njihovo delovanje opisuje »Poslovnik o ustanavljanju in načinu dela tehničnih delovnih teles SIST«. Slovenske nacionalne standarde se velikokrat prevzame iz evropskih in mednarodnih standardov po eni izmed spodaj opisanih metod:

Razglasitvena objava:

Vsebuje podatke privzetega dokumenta (številka objave, naslov, ter mesec in leto razpoložljivosti) in izjavo, s katero potrjuje, da ima privzeti dokument status slovenskega nacionalnega standardizacijskega dokumenta. Na njem je tudi datum pričetka.

Ponatis:

Privzetemu dokumentu se doda zgolj nacionalna naslovnica, na kateri je dovoljen tudi nacionalni predgovor in nacionalni dodatki. Naslovnica mora vsebovati oznako slovenskega nacionalnega standardizacijskega dokumenta, naslov, mesec in leto.

Prevod:

Prevedeni dokument vsebuje enake elemente kot zgoraj opisani ponatis.

3.4 Ravni standardizacije

Standardi se v osnovi delijo v dve skupini. V prvi jih delimo glede na namen: to so osnovni, terminološki, preskuševalni, za proizvode, procesni in storitveni.

V drugi skupini se standardi delijo glede na področje veljavnosti. V nadaljevanju so opisane posamezne ravni.

3.4.1 Mednarodni standardi:

Osnovni namen mednarodne standardizacije je olajšanje postopkov mednarodnega trgovanja, ki nastaja zaradi neusklajenih standardov različnih držav pri podobnih tehnologijah. Med največje prednosti mednarodne standardizacije štejemo svetovni napredek in liberalizacijo trgovanja, povezovanje posameznih področij, združenje komunikacijskih sistemov in skrb za dežele v razvoju.

Ključni nosilci mednarodne standardizacije so:

- 1.) International Electrical Commission (IEC): pripravlja standarde na elektrotehniškem področju; ustanovljena leta 1906.

2.) International Telecommunication Union (ITU): je del sistema združenih narodov; ustanovljen leta 1865. Ukvarja se s področjem telekomunikacijskih omrežij in storitev.

3.) International Organization for Standardization (ISO): je nevladna mednarodna organizacija; ustanovljena leta 1947.

3.4.2 Regionalni standardi

Namen regionalne standardizacije je podoben namenu mednarodne. Razlika je v tem, da regionalna standardizacija velja le za določeno politično, gospodarsko ali geografsko področje oziroma regijo. Sloveniji so najpomembnejši evropski standardi, ki imajo naslednje ključne organizacije:

1.) Evropski komite za standardizacijo v elektrotehniko (CENELEC): povezuje 35 000 strokovnjakov iz 22 evropskih držav, ki izdajajo elektrotehniške standarde za evropski trg; ustanovljen leta 1973.

2.) Evropski komite za standardizacijo (CEN): njegova naloga je promoviranje in spodbujanje prostovoljne standardizacije v Evropi in njeno povezovanje z mednarodno standardizacijo; ustanovljen leta 1961.

3.) Evropski inštitut za telekomunikacijske standarde (ETSI): povezuje 912 strokovnjakov iz 54 evropskih in neevropskih držav, ki izdajajo standarde s področja telekomunikacije; ustanovljen leta 1988.

3.4.3 Nacionalni standardi:

Nacionalni standardi veljajo znotraj posamezne države. V Sloveniji imamo nacionalni inštitut za standardizacijo – SIST. Poleg priprave standarda in njegove izdaje, je naloga SIST tudi zastopanje Slovenije v evropskih in mednarodnih organizacijah.

3.4.4 Druge vrste standardov

Sem sodijo pokrajinski standardi, ki zajemajo določeno regijo oziroma pokrajino države. V Sloveniji takšnih standardov nimamo. Med druge vrste standardov spadajo še panožni, ki so obvezni za določene posameznike ter standardi v posameznih podjetjih.

3.5 Označevanje slovenskih standardov

Izvirni – samostojni Slovenski standard sestoji iz oznake SIST in številčne oznake. Spodaj je naveden primer označevanja.

Primer: SIST xxxx

Konkretni primer z uradnim opisom: SIST 1011:2017 – Tekoči naftni proizvodi – Kurilno olje EL (ekstra lahko) – zahteve in preskusne metode

Pri prevzetju evropskega, mednarodnega ali tujega nacionalnega standarda moramo pred oznako prevzetega standarda dodati še kratico SIST. Spodaj je naveden primer označevanja.

Konkretni primer z uradnim opisom: SIST EN 618:2003+A1:2001 – Naprave in sistemi za kontinuirni transport - Varnostne zahteve in zahteve za elektromagnetno združljivost naprav, sistemov in opreme za kontinuirni transport sipkih materialov na pomičnih ogrođjih (razen naprav na nepomičnih ogrođjih)

Iz zgornjega primera lahko ugotovimo, da je referenčna oznaka sestavljena iz več delov. Prva je oznaka slovenskega standarda, z dvopičjem je nato ločena letnica izdaje, ob izdaji dopolnila ali popravka pa sledi še njegova oznaka (A1 oziroma A101 za izvirno dopolnilo ali popravek) in letnica dopolnjenja standarda. [2], [3], [4]

4 STANDARDI – PROJEKTIRANJE ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN OPREME V SKLADU Z VARNOSTJO STROJEV

V nadaljevanju so navedeni in predstavljeni trenutno veljavni standardi iz področja transportnih sistemov.

4.1 SIST EN 618:2003+A1:2011

Naprave in sistemi za kontinuirni transport - Varnostne zahteve in zahteve za elektromagnetno združljivost naprav, sistemov in opreme za kontinuirni transport sipkih materialov na pomičnih ogrođjih (razen naprav na nepomičnih ogrođjih)

Standard SIST EN 618:2003+A1:2011 opredeljuje tehnične zahteve za zmanjševanje tveganja, ki lahko nastane med delovanjem ali vzdrževanjem naprav za mehansko manipulacijo. Te so izdelane za kontinuiran oziroma neprekinjen transport sipkih materialov (pesek ...) od točke nakladanja do točke raztovaranja materiala.

Standard na splošno velja tudi za vso vgrajeno ali na stroje pritrjeno opremo. V njem so zajete tehnične zahteve elektromagnetne združljivosti.

Ne določa pa dodatnih zahtev za uporabo na javnih mestih, za prevoz ljudi, plavajoče in na ladjo nameščene naprave, naprave, ob katerih je predvidena visoka stopnja čistoče (živila, zdravila), transport naprav, uporabo pri temperaturi nižji od $T = 20\text{ °C}$ in višji od $T = 40\text{ °C}$, nevarnosti, ki jih povzročajo eksplozijski materiali in druge zahteve.

Standard zajema ogromno količino podatkov, vezanih na različne tipe transporterjev.

Veliko varnostnih zahtev pa se navezuje na vse omenjene:

1. Pred zagonom transporterja je nujno potrebno opozoriti vse navzoče delavce, saj morajo biti vsi seznanjeni z zagonom traku. Opozorimo jih s predsignalom:
 - 10 sekund dolgim utripajočim svetlobnim signalom,

- 3 sekunde dolgim zvočnim signalom z jakostjo najmanj 15 dB (hupa mora biti na višini 1,6 m od tal in 1 m od transporterja).
2. Zaustavitvene naprave (gobice za izklop v sili) morajo biti na vidnem mestu, prav tako morajo biti pravilne oblike in barve.
 3. Zaustavljanje trakov mora biti pravilno izvedeno oziroma nadzorovano s časovno zakasnitvijo ali po urejenem vrstnem redu, saj se lahko ob nepravilnem vrstnem redu zaustavljanja transporterja zamaši linija z materialom.
 4. Gobica za zasilni izklop pogona mora biti na dostopnem in vidnem mestu, na medsebojni oddaljenosti največ 10 m, namestitvena višina znaša med 0,6 m in 1,7 m.
 5. Deli transporterja, kjer je potrebno podmazovati, se morajo nahajati izven nevarnega območja.

4.2 SIST EN 620:2003+A1:2011

Naprave in sistemi za kontinuirni transport – Varnostne zahteve in zahteve za elektromagnetno združljivost naprav in opreme za kontinuirni transport sipkih materialov na nepomičnih ogrodjih (vključno z dopnilom A1)

Standard SIST EN 620:2003+A1:2011 opredeljuje tehnične zahteve, s katerimi zmanjšujemo nevarnosti, ki nastanejo med delovanjem in vzdrževanjem sistemov ter naprav za transport na nepomičnih ogrodjih, načrtovanih za kontinuirni transport sipkih materialov (pesek...) od točke nakladanja do točke raztovarjanja materiala. Tudi tu so zajete zahteve za elektromagnetno združljivost. Standard velja za uporabo, ki ne presega $T = 40\text{ °C}$ in $T = -15\text{ °C}$.

4.3 SIST EN ISO 13850:2016

Varnost strojev – Zaustavitev v sili – Načela načrtovanja (ISO 13850:2015)

Mednarodni standard SIST EN ISO 13850:2016 opredeljuje funkcionalne zahteve za načrtovanje funkcij zaustavitve v sili na posameznih strojih.

Standard zajema vse vrste strojev z izjemo tistih, pri katerih se kljub vsem varnostnim funkcijam v slučaju izklopa v sili ne bi zmanjšalo tveganje (stroji, ki se upravljajo ročno).

V standardu niso zajete funkcije menjave smeri, omejevanje gibanja, zaščita, zaviranje ali odklop, ki so del funkcije zaustavljanja v sili.

4.4 SIST HD 60364-4-41:2007

Niskonapetostne električne inštalacije – 4-41. del: Zaščitni ukrepi – Zaščita pred električnim udarom

Standard SIST HD 60364-4-41:2007 je bil razveljavljen 1.7.2020, ko je prišla v veljavo posodobljena verzija SIST HD 60364-4-41:2017. Celoten transportni sistem Ugljevik je načrtovan na podlagi razveljavljenega standarda, zato smo ga vseeno pregledali.

V standardu so določene zahteve za zaščito ljudi in živali pred električnim udarom, zaščito pred neposrednim dotikom (osnovna zaščita) in zaščito pred posrednim dotikom (zaščita pri okvari). Zajeta so tudi usklajevanja in uporaba teh zahtev ob zunanjih vplivih. V standardu so podane zahteve za uporabo dodatne zaščite v določenih primerih.

4.5 SIST HD 60364-5-54:2011

Niskonapetostne električne inštalacije - 5-54. del: Izbira in namestitve električne opreme – Ozemljitve in zaščitni vodniki

Standard obravnava ozemljitve in zaščitne vodnike. Vanj so vključeni tudi zaščitni vezni vodniki za zagotavljanje varnosti električne inštalacije.

4.6 SIST IEC 60364-4-43:2009

Niskonapetostne električne inštalacije - 4-43. del: Zaščitni ukrepi – zaščita pred nadtoki

Standard opisuje kako so vodniki pod napetostjo zaščiteni z eno ali več napravami za samodejni odklop napajanja v primeru preobremenitve in kratkega stika. To ne velja v

primerih, ko je nadtok omejen (na primer pri nekaterih zvončnih transformatorjih, določenih varilnih transformatorjih in termoelektričnih virih). Prav tako se opusti naprave za zaščito pri preobremenitvi pri tokokrogih tokovnih naprav, kjer bi lahko nenadna prekinitve tokokroga povzročila nevarnost ali poškodbe. Mednje sodijo:

- napajalni tokokrogi dvigalnih magnetov,
- vzbujevalni tokokrogi rotacijskih strojev,
- sekundarni tokokrog tokovnega transformatorja,
- napajalni tokokrogi gasilnih aparatov,
- napajalni tokokrogi varnostnih naprav (opozorila pred nevarnostjo plina, protivlomni sistemi ...).

V zgoraj naštetih tokokrogih je priporočena uporaba opozoril v primeru preobremenitve. Napravo za kratkostično zaščito lahko opustimo, če izpolnjujemo naslednja pogoja: inštalacija je nameščena tako, da je nevarnost kratkega stika zmanjšana na najnižjo stopnjo (stopnje določene v standardu v točki 432.2.1) in da inštalacija ni nameščena blizu vnetljivih materialov.

V standardu je opisana tudi koordinacija preobremenitvene in kratkostične zaščite. Zahteve znotraj standarda ne zajemajo zunanjih vplivov. [4]

5 TERMOELEKTRARNA UGLJEVIK

5.1 Splošni podatki elektrarne

Termoelektrarna Ugljevik, prikazana na sliki 5.1, je elektrarna blokovnega tipa in inštalirane moči 300 MW. Zgrajena je na območju premogovnega bazena v severovzhodnem delu Bosne in Hercegovine. Elektrarna je del hčerinskega podjetja Rudnik in Termoelektrarna Ugljevik. Za proizvodnjo električne energije uporabljajo rjavi premog iz površinskega kopa, ki ima visoko vsebnost žvepla (približno 5%) in kurilno vrednost 10.000 – 13.000 kJ/kg. Pri sežiganju premoga nastajajo naslednji stranski produkti: pepel in žindra, poleg njiju tudi žveplov dioksid. Slednji je bil glavni razlog za začetek gradnje naprave za razžvepljevanje dimnih plinov z zelo visoko učinkovitostjo, s katero je elektrarna zadovoljila vse potrebne direktive za nadaljnje obratovanje.



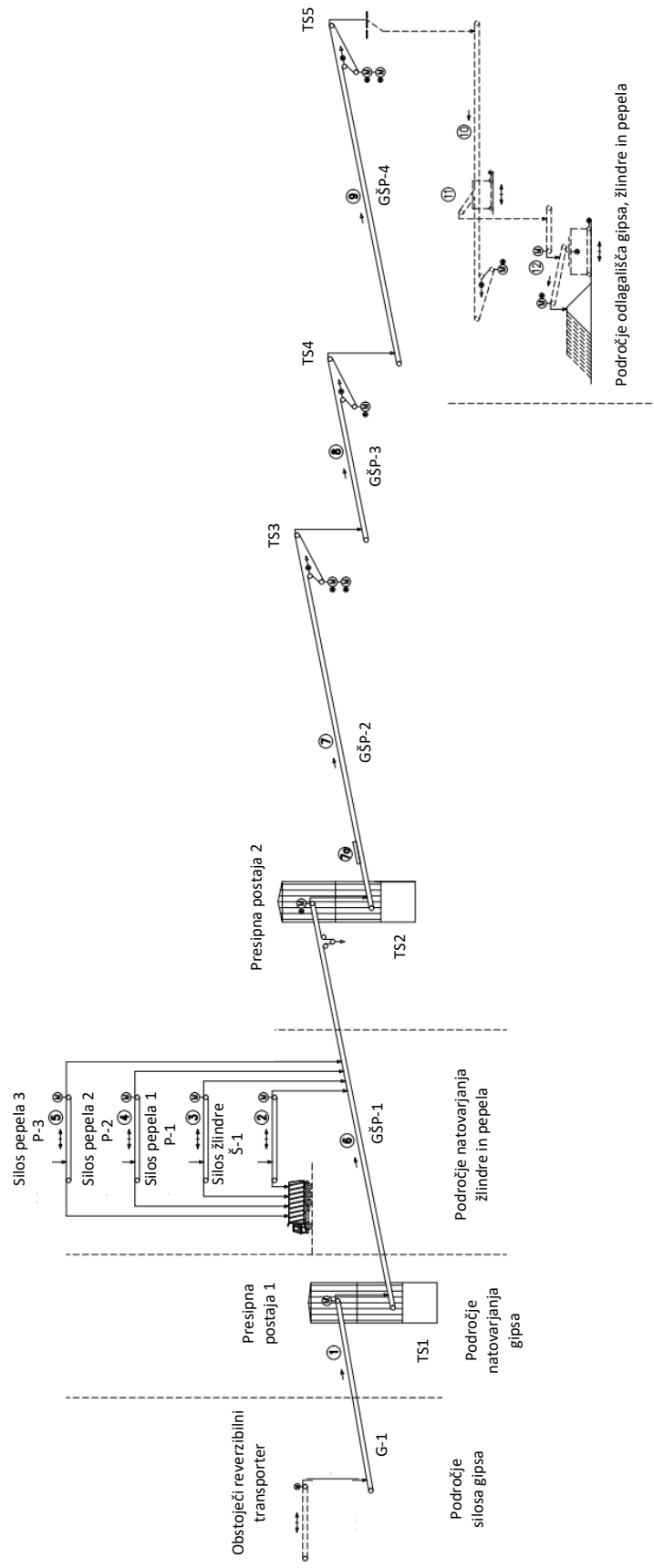
Slika 5.1: Termoelektrarna Ugljevik

Razžvepljevalna naprava deluje tako, da se izpusti SO_2 vežejo na apneno moko, posledično nastane tretji stranski produkt: gips. Elektrarna lahko sicer stranske produkte začasno skladišči v silosih in jih kasneje odvažajo s pomočjo tovornih vozil, vendar je to s trajnostnega vidika nemogoče. S postavitvijo transportnega sistema so ta problem odpravili.

5.2 Transportni sistem

Kontinuirni transportni sistem gipsa, pepela in žindre je sestavljen iz devetih transporterjev, dveh presipnih postaj in štirih presipnih stolpov kot prikazuje slika 5.2. Transformatorske postaje 6,3kV/0,4kV se nahajajo na presipnih postajah 1 in 2 ter na presipih GŠP-2, GŠP-3 in GŠP-4, kjer je locirana tudi električna in krmilna omara. Slednja vključuje napajanje in krmiljenje. Na območju prve presipne postaje ima operater delovni prostor (kontejner), ki je namenjen za daljinsko vodenje transportnega sistema preko osebnega računalnika. V ostalih štirih lahko delavci le spremljajo določene parametre preko touch panela, ki je nameščen na krmilni omari.

Transportni sistem se začne pod silosom gipsa preko transporterja G-1 do transporterja GŠP-1, kjer so štiri odcepi, iz katerih se natovarja pepel (trakovi P1, P2 in P3) in žindra (Š1) iz silosov na tovarnjake. Sledijo še trije transporterji (GŠP-2, GŠP-3, GŠP-4) zaradi razgibanega terena. Na koncu transporterja GŠP-4 se nahaja začasna deponija gipsa, od koder se material vozi s tovarnjaki do deponije. Transporterji so po celotni trasi pokriti, saj se jim na takšen način podaljšuje življenjska doba zaradi vremenskih vplivov. Transportirani material se ne moči in posledično ne prihaja do lepljenja. Vsak izmed transporterjev ima vso potrebno zaščito, s katero je zagotovljena varnost upravljanja s transporterjem. Mednje sodijo potezna stikala za izklop v sili, bočna stikala za indikacijo zdrsa, kontrole vrtenja na povratnem bobnu in kontrola nivoja (zabitost) na točkah presipa.



Slika 5.2: Kontinuirni transportni sistem

5.3 Transporter G-1

V nadaljevanju je opisan transporter G-1 in njegovi elementi s tehnološko oznako 1HTP40 AF106, dolžine 45,5 m in širine 800 mm. Transporter je izdelan v varjeni vijačni izvedbi in ima stabilno nosilno konstrukcijo. Prične se pri silosu gipsa, kjer se le-ta presipa nanj in poteka do presipne postaje 1.

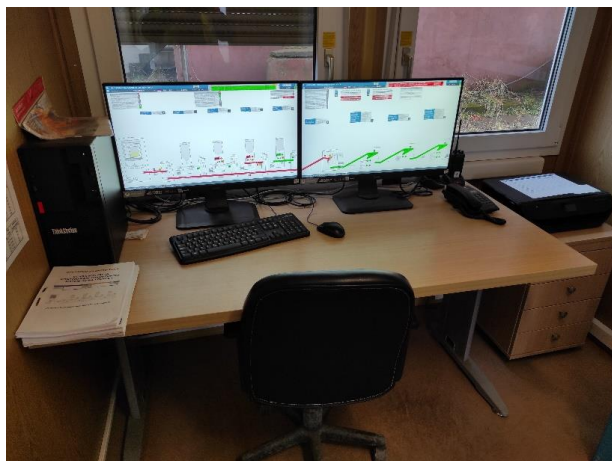
Njegovi glavni sestavni elementi so:

- usmerjeno korito z gumo,
- varnostna (signalizacijska) oprema,
- motorni pogon rotorja bobna,
- pogonski boben $\varnothing 530 \times 950$ mm,
- povratni boben $\varnothing 420 \times 950$ mm,
- čistilci transporterja,
- podporni, odklonski in povratni valj,
- konstrukcija mostu in njegove rešetke,
- sesalni in prelivni lijak,
- gumijasti trak.

Na presipni postaji 1 se nahaja kontejner dimenzije 6 x 2 metra (dolžina x širina), ki se deli na polovici in je prikazan na sliki 5.3. V prvi polovici se nahaja prostor za glavnega operaterja, prikazan na sliki 5.4, ki nadzoruje daljinsko vodenje transportnega sistema. V drugi polovici se nahaja prostor z elektro opremo (niskonapetostna omara – napajanje porabnikov, krmilna omara, omara gradbenih inštalacij in omara za vibratorje). Poleg kontejnerja stoji transformatorska postaja TS1.



Slika 5.3: Presipna postaja – levo kontejner K1 in desno transformatorska postaja TS1

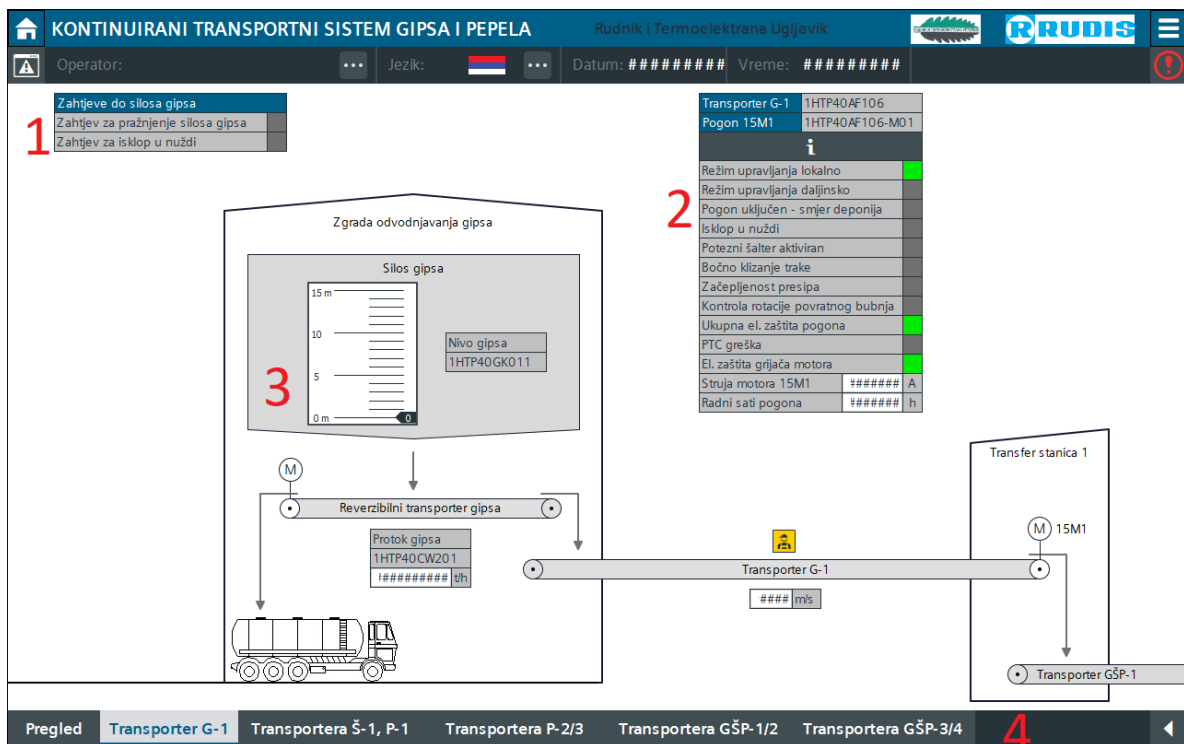


Slika 5.4: Delovno mesto za operaterja v kontejnerju K1

5.3.1 Prikaz transporterja G-1 na SCADI

Slika 5.5 prikazuje shematski prikaz transporterja G-1, reverzibilnega transporterja gipsa in silos gipsa na SCADI v kontejnerju K1. Transporterji in motorji so obarvani z barvami, ki ponazarjajo njihovo stanje. Sivo/bela barva pomeni izključitev oziroma mirovanje pogonov, zelena delovanje pogonov in rdeča napake ali alarme. Na levi strani transporterja G1 je prikazan povratni boben, ki je prav tako obarvan zeleno ali rdeče (normalno delovanje ali napaka). Poleg njega je puščica, ki ponazarja smer transporta. Nad transporterjem je prikazan simbol, ki ponazarja njegovo trenutno stanje.

S številko 1 so v zgornjem levem kotu prikazane zahteve za izpraznitev silosa in zahteva za izklop v sili do silosa gipsa. Tabela označena s številko 2 prikazuje vse potrebne informacije za delovanje transporterja G-1, slika 3 pa prikazuje nivo silosa gipsa. Levo od številke 4 so prikazani vsi transporterji, ki jih lahko operater poljubno izbira.



Slika 5.5: Shematski prikaz transporterja G-1 na SCADI

6 ELEMENTI TRANSPORTNEGA SISTEMA TRANSPORTERJA G-1

6.1 Strojni elementi

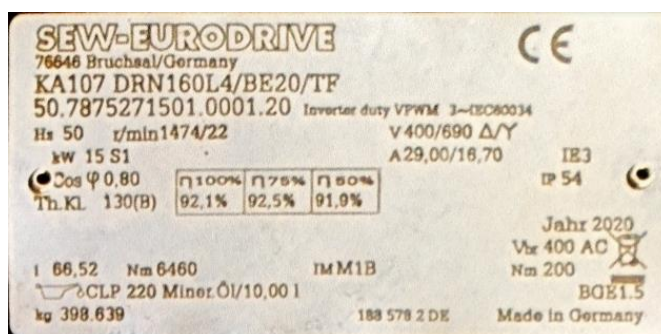
6.1.1 Motor in reduktor



Slika 6.1: Elektromotor transportnega traku G-1

Transportni trak G-1 poganja trifazni 400V AC elektromotor, prikazan na sliki 4.1, v kombinaciji z reduktorjem in zavoro proizvajalca SEW moči 15 kW. Tip pogona je KA97 DRN160L4/BE20/TF. Elektromotor je vezan v vezavo trikot, njegov vklop je direkten preko kontaktorja z oznako 15K1.

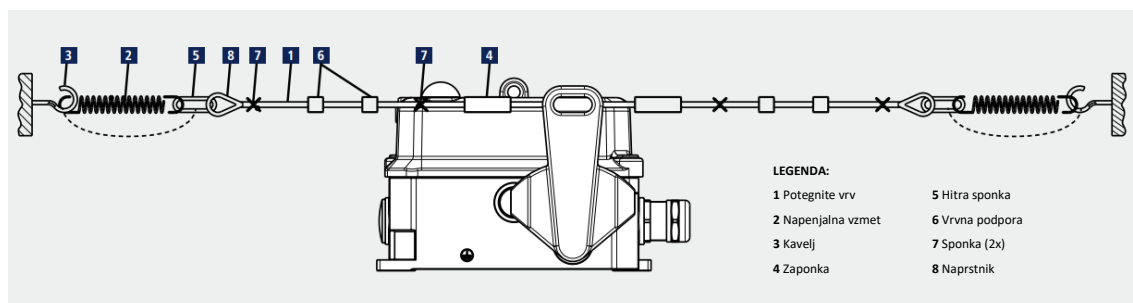
Osnovni podatki iz napisne plošče ekvivalentnega motorja:



Slika 6.2: Napisna plošča elektromotorja

6.1.2 Potezno stikalo

Potezno stikalo je varnostni element namenjen zaščiti človeka. Okoli traku se na človeku dostopnih delih namesti jekleno vrv, ki je na eni strani pritrjena na vzmet, na drugi strani pa na potezno stikalo, kot prikazuje slika 6.3. Vlečna vrv je simetrično napeta na obeh straneh poteznega stikala. Stikalo pokriva razdaljo do 100 metrov dolžine na vsaki strani transporterja. V primeru, da človek zazna nevarnost, potegne vrv, sproži stikalo in tako se pogon nemudoma izklopi. Sila, ki sproži stikalo, je $30\text{ N} \pm 10\text{ N}$. Vzmet je namenjena zaščiti jeklene vrvi, da se le-ta ne strga. Stikalo je potrebno ročno povrniti v prvotni položaj, saj še vedno obstaja nevarnost, da je oseba v nevarnem območju. Potezno stikalo mora delovati tako v daljinskem kot v lokalnem načinu delovanja. Potezno stikalo ob vrnitvi v prvoten položaj nikoli ne sme samodejno zagnati traku. Znotraj aluminijastega ohišja so lahko do tri delovna ali mirovna stikala. [6]



Slika 6.3: Prikaz montaže poteznega stikala



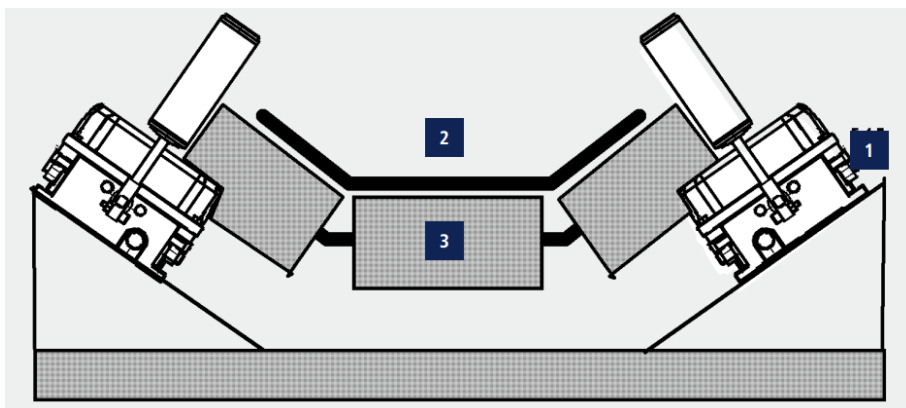
Slika 6.4: Potezno stikalo Kiepe HEN

6.1.3 Stikalo za detekcijo bočnega zamika

Stikalo za detekcijo bočnega zamika, prikazano na sliki 6.5, je varnostni element namenjen zaščiti transportnega traku. Kot prikazuje slika 6.6, postavimo vsakega na svojo stran transporterja in nastavimo položaj oziroma kot izklopa. V primeru zamika traka levo ali desno se začne stikalo odklanjati in po določenem odklonu izklopi trak transporterja. Ohišje elementa je iz aluminija, v samem elementu pa imamo delovni in mirovni kontakt; izbira pravega kontakta je odvisna od vrste logike. Bočni zamik deluje v tem primeru le v daljinskem načinu obratovanja, saj je v primeru zamika traka in posledično zaustavitve pogona potrebno preklopiti na lokalni način obratovanja in napako odpraviti. [7]



Slika 6.5: Bočni zamik HES



Slika 6.6: Postavitev bočnih zamikov

6.1.4 Kontrola vrtenja

V primeru pretrganja transportnega traku je nujno potrebna zaustavitev pogona, saj lahko v primeru delovanja transporterja s strganim trakom pride do nepotrebnih okvar. V ta namen je na povratnem valju induktivni senzor proizvajalca Kiepe z oznako DGP 10, prikazan na sliki 6.7. Povratni valj nima motorskega pogona, zato je v primeru prenehanja vrtenja (služi kot kontrola vrtenja) to zelo dober indikator, da je trak v okvari.

Induktivni senzor se uporablja kot brezkontaktno stikalo. Preklopi v trenutku, ko se njegova aktivna površina približa kovinskemu predmetu. Takrat se mu spremeni induktivnost nihajnega kroga. Vezje spremembo zazna in preko preklopnega ojačevalnika povzroči spremembo signala na izhodu naprave. Senzor DGP 10 ima mirovni kontakt (PNP izvedba) in je napajen z enosmerno napetostjo +24 V DC. [8]



Slika 6.7: Induktivni senzor KIEPE DGP 10

6.1.5 Zvočni in svetlobni opozorilni elementi

Pred vsakim zagonom transporterja je nanj potrebno s pomočjo svetlobne in zvočne signalizacije (s predsignalom) opozoriti vse prisotne, saj se lahko kdo nahaja v nevarnem območju. Na začetku in koncu transporterja se nahaja stebrna bliskavka v kombinaciji s sireno. Sirena in utripajoča bliskavka oranžne barve, prikazani na sliki 6.8, se aktivirata 15 sekund pred zagonom (ročnim ali daljinskim).

Sirena proizvajalca Werma ima kataloško oznako 645 800 68 in je napajana z izmenično napetostjo 230 V AC, porabi 25 mA toka, njen zvočni razred je 85 dB, stopnja zaščite je IP 65. Oddaja lahko neprekinjen ali pulzni zvok, odvisno od izbire.

Bliskavka oranžne barve je prav tako napajana z izmenično napetostjo 230 V AC in ima enako stopnjo IP zaščite. [9]



Slika 6.8: Stebrna svetilka s sireno

6.2 Elektro elementi

6.2.1 Motorsko zaščitno stikalo (MZS)

Motorsko zaščitno stikalo z izklopom vseh treh faz ščiti kabel in motor pred okvarami, ki nastanejo ob morebitnem nepravilnem zagonu, preobremenitvi ali kratkem stiku. Ima nastavljiv bimetalni sprožilnik za zaščito motorja (zaščita pred preobremenitvijo) in fiksni elektromagnetni sprožilnik (zaščita pri okvari/kratkem stiku). Na njem sta tipki za ročni vklop in izklop motorskega zaščitnega stikala. Elektro motor, ki poganja transporter G-1 varuje MZS proizvajalca SCHNEIDER Electric tipa GV2ME32, ki ima nastavljivo območje nazivnega toka motorja od 24 A do 32 A.



Slika 6.9: MZS proizvajalca SCHNEIDER Electric

6.2.2 Kontaktor

Kontaktorje imenujemo tudi nezapahnjena elektromagnetna stikala, saj so brez mehanskega zapaha. Delijo se na močnostne in pomožne (krmilne) kontaktorje.

Močnostni kontaktorji imajo tri glavne kontakte (služijo za vklope bremen) za bremenski tok, ki so lahko opremljeni tudi s krmilnimi kontakti (uporabljajo se za vklope krmilnih ter signalnih tokokrogov ali za signalizacijo stanj).

Kontaktor, ki vklaplja transporter G-1, je proizvajalca SCHNEIDER Electric tipa LC1D32 (230 V AC)



Slika 6.10: Kontaktor proizvajalca SCHNEIDER Electric

6.2.3 Varnostni modul

Transporter G-1 ima vgrajena dva varnostna modula proizvajalca ABB tip RT6 prikazan na sliki 6.10. Prvi je namenjen kontroli poteznih stikal, drugi pa kontroli bočnih zamikov. Njegova funkcija je zagotoviti najvišjo možno stopnjo zanesljivosti varovanja, saj lahko vedno pride do okvar posameznih elementov. Varnostni modul ima tri delovne in en mirovni kontakt. Varnostni modul ves čas kontrolira tokokrog, na katerega so povezani

posamezni elementi (potezna stikala ali bočni zamiki). Varnostni modul tudi zazna pretrg žice, ne samo proženje ali okvaro posameznega elementa. Modul lahko ponastavljamo ročno ali samodejno.



Slika 6.11: Varnostni modul ABB

6.2.4 Termistor – PTC modul

V primeru preobremenitve motorja temperatura navitja lahko močno naraste, zaradi česar se lahko motor uniči. Če želimo zaščititi motor pred prevelikim segrevanjem, ga zaščitimo s temperaturnimi tipali (termistorji) in PTC modulom. Merjenje temperature temelji na temperaturni odvisnosti njihove upornosti. Ob naraščanju temperature upornost termistorjev NTC pada, upornost termistorjev PTC pa narašča.

Pri transporterju G-1 je uporabljena termistorska zaščitna enota proizvajalca SCHNEIDER tipa LT3SM, prikazana na sliki 6.11. Ima en delovni kontakt, ki je v normalnem delovanju sklenjen, pri previsoki temperaturi pa se razkline in prekine električni krmilni tokokrog, s tem pa izklop kontaktorja/motorja. Drugi kontakt je mirovni in je porabljen za signalizacijo. V normalnem obratovanju je razklenjen, pri previsoki temperaturi pa se sklene in javi napako.

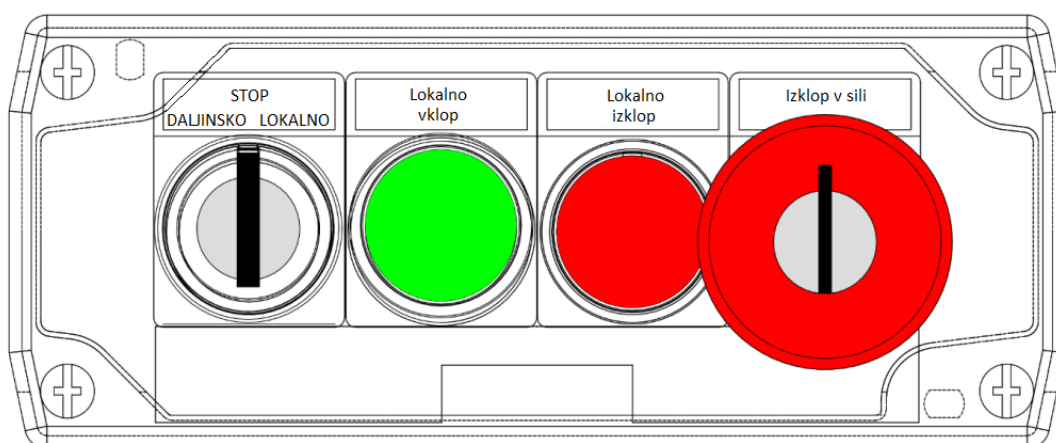


Slika 6.12: PTC modul LT3SM

7 NAČINA DELOVANJA TRANSPORTERJA G-1

Transporter G-1 ima dva načina delovanja:

- ročni/lokalni način delovanja,
- daljinski način delovanja.



Slika 7.1: Lokalni panel

Med lokalnim in daljinskim načinom delovanja preklapljamo s pomočjo lokalnega panela, prikazanega na sliki 7.1. Sestavljen je iz naslednjih elementov:

- izbirno stikalo s ključem (daljinsko/lokalno),
- gobica za izklop v sili s ključem za povrnitev v normalno stanje,
- tipka zelene barve za vklop lokalnega načina delovanja,
- tipka rdeče barve za izklop lokalnega načina delovanja.

Za preklop delovanja v lokalni način mora operater s ključem izbirno stikalo prekllopiti na lokalni način in z zeleno tipko zagnati linijo. Ob zagonu prvih 15 sekund začne utripati opozorilna bliskavka in hupa, po pretečenem času pa se transporter vključi. V nadaljevanju sta načina delovanja natančneje opisana.

7.1 Lokalni način delovanja

Lokalni način delovanja je havarijski način in ni namenjen za kontinuirni transport materiala. To pomeni, da je namenjen izključno za testiranje, vzdrževanje ali odpravljanje napak, kot so zabitost presipa in bočni zdrs traka. Tako se izključijo določeni varnostni elementi, ki bi v teh primerih otežili odpravo napake (bočni zamik pri centriranju traku na sistem). Zagon in ustavitev transporterja je izvedljiva izključno na lokalnem panelu v neposredni bližini samega transporterja, kot prikazuje slika 7.2.



Slika 7.2: Lokacija lokalnega panela ob transporterju G-1

V lokalnem načinu transporter ni izključen (ne delujejo zaščite) zaradi:

- bočnega zamika,
- zaznave napake kontrole vrtenja povratnega bobna transporterja,
- zabitosti presipa transporterja,
- napake na naslednjem transporterju v liniji.

Še vedno pa so v zaščiti aktivni naslednji varnostni elementi:

- električna zaščita pogona MZS,
- PTC zaščita motorja,
- izklop v sili,
- potezna stikala.

Kljub temu, da so nekatere funkcije onemogočene, se vse napake še vedno beležijo na SCADI.

7.2 Daljinski način delovanja

Zaradi dolžine transportnega sistema je krmilni sistem zasnovan kot distribuiran krmilni sistem z glavno centralno procesno enoto Siemens S7 1515-2 CPU v krmilni omari KO1 in porazdeljenimi vhodno/izhodnimi enotami Siemens ET200MP v preostalih krmilnih omarah KO2, KO3, KO4 in KO5. Za komunikacijo med procesnimi napravami se uporablja PROFINET. Naprave znotraj upravljalnega prostora so povezane s standardnim PROFINET kablom na omrežno stikalo Siemens Scalance XC206-2 SFP, ki je nameščen v vsaki krmilni omari. Vsa omrežna stikala so med seboj povezana z optičnim kablom v topologiji prstana (ring).

V kontejnerju KO1 je nadzorno mesto za enega operaterja z vgrajenim računalnikom (oznaka PC-1) s SCADA sistemom Siemens WinCC RT Professional v15.1 in dvema monitorjema. Nadzorne sobe KO2, KO3, KO4 in KO5 pa so opremljene s Siemens Comfort Panel TP1500 panelom, ki služi le za informativne namene, s pomočjo katerih lahko delavci spremljajo stanje celotnega transportnega sistema. V vseh kontejnerjih imajo nizkonapetostne omare vgrajene analizatorje omrežja Siemens PAC3200. Ta je v vsaki krmilni omari povezan tudi z omrežnim stikalom Siemens Scalance XC206-2 SFP.

V nadaljevanju so opisani vsi koraki za varen transport gipsa po transporterju G-1:

1.) Postopek zagona (zaporedje):

- aktivacija opozorilnih elementov pred zagonom transporterja (hupa in bliskavka),
- vklop pogona predhodnega transporterja GŠP-1,
- zahteva za pričetek praznjenja silosa gipsa.

2.) Postopek zaustavitve (zaporedje zaustavitve):

- zahteva za izključitev praznjenja silosa gipsa (v primeru, da reverzibilni transporter deluje v smeri proti deponiji),
- izključitev pogona reverzibilnega transporterja gipsa v smeri proti deponiji iz strani FGD DCS,
- začetek praznjenja transporterja G-1,
- zaustavitev pogona transporterja G-1,
- začetek postopka praznjenja transportne linije gipsa (v tej periodi, ki traja 10 sekund, se transporter GŠP-1 delno izprazni in za smer proti deponiji ni mogoče izključiti transporterjev Š-1, P-1, P-2 in P-3).

3.) Pogoji, potrebni za aktiviranje postopka zaustavitve:

- reverzibilni transporter gipsa je vključen v smeri proti deponiji,
- transporter G-1 je vključen,
ali
- reverzibilni transporter gipsa ne obratuje v smeri deponije,
- transporter G-1 je vključen,
- transporter G-1 ne obratuje v funkciji proti zmrzovanju.

4.) Pogoji za vključitev transporterja G-1:

- celoten nadzorni sistem je funkcionalen (v delovanju),
- napajanje vseh presipnih postaj je brez napak,
- transporter G-1 je brez napak,
- aktivni način daljinskega načina vodenja na lokalni krmilni omarici poleg samega transporterja G-1, prikazanega na sliki 7.2,
- aktiven režim transporta,
- končan postopek izpraznitve transporterjev pepela in žindre,
- transporter G-1 ni vključen v postopek pred zagonom,
- transporter G-1 ne obratuje v režimu proti zmrzovanju,
- transporter Š-1 ni vključen ali v postopku pred zagonom za smer proti deponiji,

- transporter P-1 ni vključen v postopku pred zagonom za smer proti deponiji,
- transporter P-2 ni vključen v postopku pred zagonom za smer proti deponiji,
- transporter P-3 ni vključen v postopku pred zagonom za smer proti deponiji.

5.) Pogoji za izključitev transportnega traku G-1:

- reverzibilni transporter gipsa ne obratuje v smeri deponije,
- vključen transporter G-1.

6.) Varnostna zaustavitev transporterja G-1:

- ni vključen daljinski način delovanja,
- napaka električne zaščite pogona,
- napaka PTC – pregrevanje pogona,
- aktivni zasilni izklop,
- aktivno potezno stikalo,
- bočni zamik traku,
- zabitost na mestu presipa iz G-1 na transporter GŠP-1,
- napaka kontrole vrtenja na povratnem bobnu,
- kontaktor pogona ni vključen v pričakovanem času,
- izpad električne energije na katerikoli presipni postaji,
- napaka v komunikaciji PROFINET,
- napaka vhodno/izhodnih enot digitalnega krmilnega sistema,
- varnostna zaustavitev glavnega pogona transporterja GŠP-1,
- varnostna zaustavitev glavnega pogona transporterja GŠP-2,
- varnostna zaustavitev glavnega pogona transporterja GŠP-3,
- varnostna zaustavitev glavnega pogona transporterja GŠP-4.

Med kontinuirnim transportnim sistemom gipsa, pepela in FGD DCS-a so preko komunikacije Modbus TCP/IP izmenjani tudi naslednji signali:

1.) FGD DCS -> transportni sistem:

- reverzibilni transporter gipsa - skupna napaka,
- reverzibilni transporter gipsa - delovanje v smeri tovornjaka,
- reverzibilni transporter gipsa - delovanje v smeri deponije,
- praznjenje silosa gipsa,
- pretok gipsa na reverzibilnem transporterju (t/h),
- nivo v silosu gipsa (m),
- pulzni signal za spremljanje komunikacije Modbus TCP/IP.

2.) Transportni sistem -> FGD DCS:

- transporter G-1 deluje v načinu za transport gipsa,
- zahteva za začetek praznjenja silosa ali prevoza gipsa na deponijo (1 – začetek praznjenja, 0 – konec praznjenja),
- zahteva za varnostno zaustavitev praznjenja silosa gipsa / transporta gipsa na deponijo.

Pogoji za pošiljanje zahtev za varno zaustavitev izpraznitve silosa gipsa:

- varna zaustavitev transporterja G-1,
- reverzibilni transporter deluje v smeri deponije.

V primeru okvare v komunikaciji Modbus TCP/IP s FGD DCS med delovanjem transporta gipsa, transporter G-1 neprekinjeno deluje naprej. S tem se prepreči zabitost presipa med reverzibilnim transporterjem pod silosom gipsa in transporterjem G-1. Nujno je vzpostaviti telefonsko komunikacijo med operaterjem kontinuiranega transporta gipsa in operaterjem FGD DCS. Skupaj se morata odločiti ali linija neprekinjeno teče naprej ali pa je potrebna zaustavitev transporterja G-1.

V primeru zaustavitve je potrebno slediti naslednjim korakom:

- zaustavitev praznjenja silosa gipsa in pogona reverzibilnega transporterja gipsa iz smeri FGD DCS v smeri proti deponiji,

- resetiranje obratovanja reverzibilnega transporterja gipsa v smeri proti deponiji,
- izklop transporterja G-1.

Pogoja za resetiranje obratovanja reverzibilnega transporterja gipsa v smeri proti deponiji sta:

- napaka na komunikaciji Modbus TCP/IP,
- reverzibilni transporter gipsa deluje v smeri proti deponiji.

7.2.1 Delovanje proti zmrzovanju







V nadzorni sistem je vgrajen način proti zmrzovanju, da preprečimo zmrzovanje transporterjev, ki ga lahko kadarkoli operater vklopi ročno na SCADI. Sistem je zasnovan tako, da se ob zunanji temperaturi pod 4 °C sproži alarm, ki operaterja opozori na nizko temperaturo in posledično možnost zmrzovanja. Ko je vklopljen način proti zmrzovanju, se transporterji samodejno vklopijo. Časi obratovanja in mirovanja so nastavljivi v SCADA sistemu.

7.2.2 Delovanje transporterjev

Slika 7.3 prikazuje posnetek ekrana računalnika iz nadzornega sistema. Na njem so prikazani transporterji G-1, Š-1, P-1, P-2 in P-3. Vsi prikazi transporterjev, motorjev in mešalcev so dinamični, kar pomeni, da so glede na trenutno delovanje posameznega elementa ustrezno obarvani. Sivo/bela barva – izključen, zelena – vključen, rdeča – napaka ali alarm. Zelena barva povratnega bobna transporterja pomeni, da je dosežena ustrezna hitrost, rdeča pa pomeni napako pri vrtenju (pretrgan trak, zdrsavanje povratnega bobna). Prikazane puščice označujejo smer vrtenja/obratovanja reverzibilnih transporterjev in se ob aktivnem prevozu obarvajo zeleno. Poleg transporterja so prikazani tudi simboli, ki označujejo njegovo stanje transporterja. Njihovi pomeni so predstavljeni v tabeli 7.1. Poleg simbolov so prikazani tudi tokovi motorjev posameznih transporterjev (izraženih v amperih A).

Tabela 7.1: Simboli

Simbol	Funkcija	Opis
	Tipka	Prikaži začetni zaslon.
	Tipka	Odpri meni za izbiro zaslona.
	Tipka	Prikaži zaslon z alarmi.
	Tipka in stanje	Prikaži zaslon z diagnostiko nadzornega sistema. Nadzorni sistem brez napak.
	Tipka in stanje	Prikaži zaslon z diagnostiko nadzornega sistema. Napaka v nadzornem sistemu.
	Tipka	Prikaži zaslon z nadzornimi tipkami.
	Tipka	Odpri/zapri okno s podatki o transporterju.
	Tipka	Prikaži zaslon s pogoji za zagon transporterja/načini delovanja.
	Stanje	Vključen daljinski način obratovanja.
	Stanje	Vključen lokalni način obratovanja.
	Stanje	Vključeno zvočno in svetlobno opozorilno obdobje.
	Stanje	Transporter deluje v načinu proti zmrzovanju.
	Stanje	Aktiviran zasilni izklop ali potezno stikalo.
	Stanje	Napaka: bočni zdrs traku.
	Stanje	Zamašitev presipa.
	Stanje	Napaka ali vključitev lokalnega načina obratovanja na vsaj enem transporterju v skupini.

	Stanje	Siva barva: način proti zmrzovanju izključen.
	Stanje	Siva barva: temperaturni signal izključen. Rumena barva: temperaturni signal vključen.
	Tipka	Izklopi sistem SCADA.
	Stanje glavnega motorja	Siva barva: motor/pogon izključen. Zelena barva: motor/pogon vključen. Črna barva: napaka motorja ali njegove električne zaščite.
	Status pomožnega motorja	Siva barva: pomožni motor/pogon izključen. Zelena barva: pomožni motor/pogon vključen. Črna barva: napaka pomožnega motorja/pogona ali njegove električne zaščite.
	Status zavore	Siva barva: pogon zavore izključen. Zelena barva: pogon zavore vključen. Črna barva: napaka pogona zavore ali njene električne zaščite.

8 PROGRAMSKO ORODJE EPLAN ELECTRIC P8

EPLAN Electric P8 je profesionalno programsko orodje z več kot 30 letno tradicijo, njegov logotip prikazuje slika 8.1. Spada med vodilne na področju programskih paketov za izdelavo vezalnih načrtov in projektne dokumentacije. Programsko orodje podpira široko področje inženirskih metod, od klasičnega ustvarjanja do standardiziranih pristopov. Nudi fleksibilno delovno okolje, ki inženirja vodi od razvoja do vzdrževanja naprav in linij. EPLAN ponuja tudi druge module, s katerimi lahko izdelujemo fluidne in pnevmatske sheme, načrtujemo industrijske in tehnološke procese ter 3D načrte kabelskih snopov in stikalnih naprav.

S pomočjo programskega orodja EPLAN skrajšamo oziroma optimiziramo delovne procese načrtovanja projektov, saj z naprednimi funkcijami skrajšamo čas izdelave projekta in s tem zmanjšamo stroške. Med funkcije, ki nam olajšajo delo in kasnejše branje vezalnih in drugih načrtov, spadajo definiranje posameznih kablov s preseki, oznakami, barvami in dolžinami. Sem spadajo tudi navigatorji, s pomočjo katerih lažje iščemo strani, na katere se del načrta navezuje (s pomočjo referenc). Vse to nam olajša obravnavo obsežnejših načrtov, katerim bi bilo drugače zelo težko slediti.

Pri izdelavi električnih načrtov s programskim orodjem se uporabljata grafična in objektna metoda. Objektna metoda omogoča možnost uporabe internih standardov v procesu inženiringa, s čimer se zagotovi večjo kvaliteto končnih produktov.

Grafična metoda omogoča, da vsakemu elementu dodelimo funkcionalno ozadje, kar prinaša prednosti iz tehniškega, varnostnega in vzdrževalnega vidika. Končane električne sheme lahko izvozimo v različne tipe projektnih poročil kot so legende, diagrami, kosovnice in spončne liste. Končni načrt lahko izvozimo v formatu PDF. Eplan ima tudi funkcijo podatkovnega portala (Data portal), kar pomeni, da lahko uvozimo podatke elektrotehniških elementov različnih proizvajalcev. [10]



Slika 8.1: Logotip programskega okolja EPLAN Electric P8

9 VRSTE VODENJA TRANSPORTERJA

Transportni sistem v Ugljeviku je voden v mešanem načinu delovanja, prikazan v prilogi B, ki je podrobneje opisan v poglavju 7. V tabeli 9.1 so prikazane njegove prednosti in slabosti.

Mešani način delovanja ni vedno najboljša izbira zaradi tehničnih, cenovnih in drugih razlogov. V nadaljevanju sta predstavljena še dva možna načina vodenja - ročni in daljinski.

Ročni način delovanja je prikazan v prilogi A. Njegova glavna prednost je, da nima PLC-ja, sistema vodenja in krmilne omare. Ta sistem je odličen za manjše število transporterjev znotraj linij (nekje do tri). Med največje slabosti sodi njegova diagnostika, saj jo definirajo svetilke, ki le s svetlobnim opozorilom javljajo napake. Sistem je cenovno bistveno ugodnejši. To je velikokrat prednost, saj si ga lahko poslužujejo tudi manjši naročniki, ki jim ni tako pomembna modernizirana linija. Njegove glavne prednosti in slabosti, v primerjavi z mešanim načinom delovanja, so prikazane v tabeli 9.2.

Daljinski način delovanja je prikazan v prilogi C. Njegova glavna prednost je enostavnejša električna vezava, saj vsa logika poteka preko PLC-ja in sistem potrebuje bistveno manj električnih elementov. S tem zmanjšamo nabavne stroške, obenem pa zmanjšamo število pokvarljivih elementov. Sistem je zelo pregleden in varen, saj večina upravljanja poteka preko enosmerne napetosti 24 V. Težave lahko nastanejo pri okvarah, saj za servis v večini primerov potrebujemo programerja, da odpravi napako. Prav tako se ob morebitni napaki celotna linija zaustavi. Njegove glavne prednosti in slabosti v primerjavi z mešanim načinom delovanja so prikazane v tabeli 9.3.

V prilogi so prikazane vezalne sheme vseh treh načinov delovanja (ročni, mešani in daljinski).

Tabela 9.1: Prednosti in slabosti mešanega načina delovanja

Prednosti:	Slabosti:
V daljinskem načinu mešanega načina delovanja se ob bočnem zamiku traka pogon zaustavi, v lokalnem načinu pa javlja le indikacijo.	Cenovno najdražja izvedba, saj potrebujemo poleg vseh elementov ročnega načina tudi krmilnik in SCADO.
V primeru okvare PLC-ja lahko transporter obratuje dalje v ročnem načinu, kar pa je odsvetovano.	Potrebujemo tudi programerja in v prihodnosti serviserje, ki skrbijo za nemoteno delovanje.
Celotna diagnostika se beleži na SCADI.	Zahtevnejša izvedba.
Zagon in delovanje lahko opravljamo iz oddaljene lokacije.	Dražje vzdrževanje.
Ker je vsa zgodovina napak prikazana na SCADI, lahko morebitne naslednje napake pravi čas odkrijemo in saniramo.	Ob okvari PLC-ja izgubimo celotno diagnostiko napak na SCADI – tudi v ročnem načinu.

Tabela 9.2: Prednosti in slabosti ročnega načina delovanja

Prednosti:	Slabosti:
Vodenje cenovno ugodnejše, saj nimamo PLC-ja, sistema vodenja in krmilne omare.	V primeru bočnega zamika traka, se javi zgolj indikacija brez izklopa.
Ne potrebujemo programerjev, za načrtovanje logike in kasnejšega servisiranja.	Zagon traka je mogoč le pri lokalnem panelu ob samem transporterju.
Sistem je sestavljen iz bistveno cenejših elementov, zato je v primeru okvare strošek manjši.	Manj natančna diagnostika napak in posledično težje in daljše odkrivanje letih.
	Napake se ne shranjujejo – ni prikazane zgodovine alarmov.
	Meritev toka je le trenutna.
	Zahtevnejša implementacija zapahovanj, zlasti pri večjemu številu trakov.

Tabela 9.3: Prednosti in slabosti daljinskega načina delovanja

Prednosti:	Slabosti:
Programer ima veliko svobodo pri načrtovanju vodenja sistema, saj se vse navezuje na PLC.	Potrebno veliko programerskih ur, od same ideje do izvedbe.
Električnih elementov je bistveno manj – vezava je enostavnejša.	Vse je odvisno od krmilnika, zato v primeru okvare linija stoji.
Večina upravljanja poteka preko enosmerne napetosti 24 V DC – bistveno varnejše.	Dražje vzdrževanje.
	Večje število digitalnih vhodov in izhodov, s tem naraste število modulov in sama velikost krmilne omare.

10 SKLEP

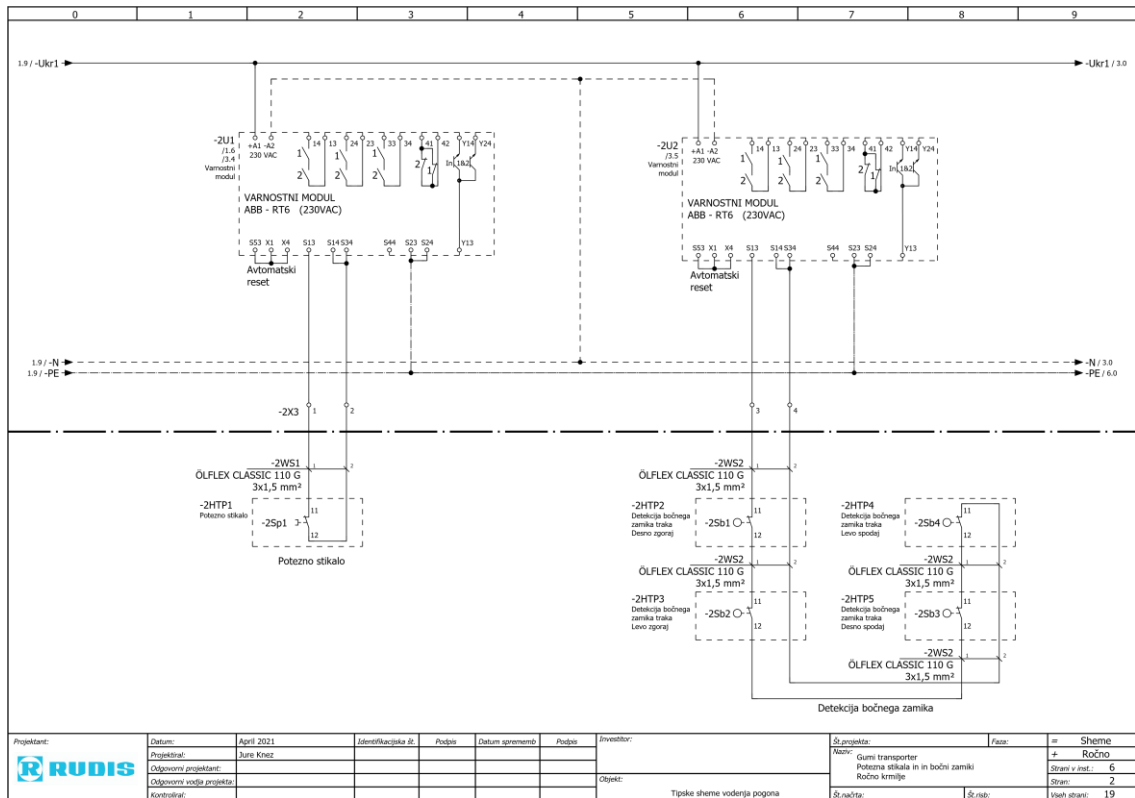
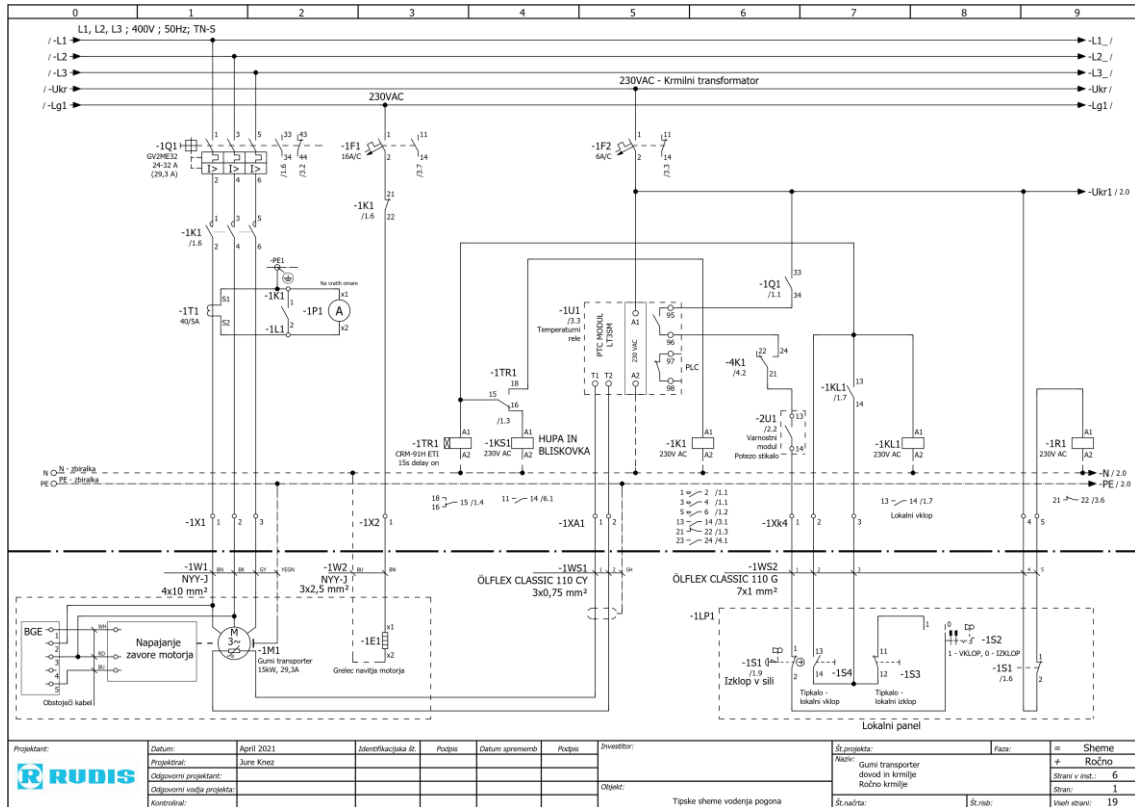
Temo diplomskega dela sem izbral skupaj z mentorjem v podjetju, kjer sem opravljal praktično usposabljanje. Začel sem z raziskovanjem standardizacijskih postopkov in standardov, ki sem jih navedel v nalogi ter prebiranjem specifičnih standardov, ki so mi jih nudili v podjetju.

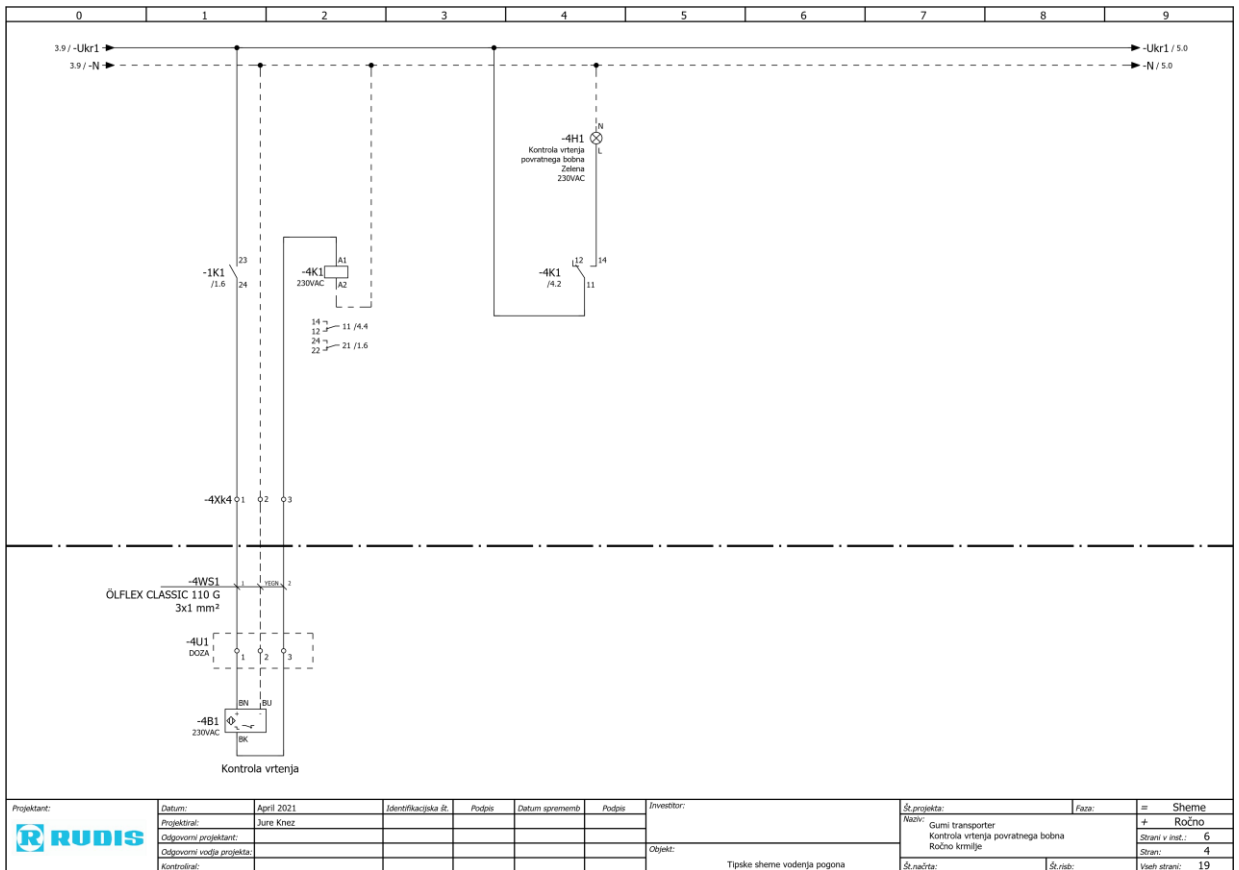
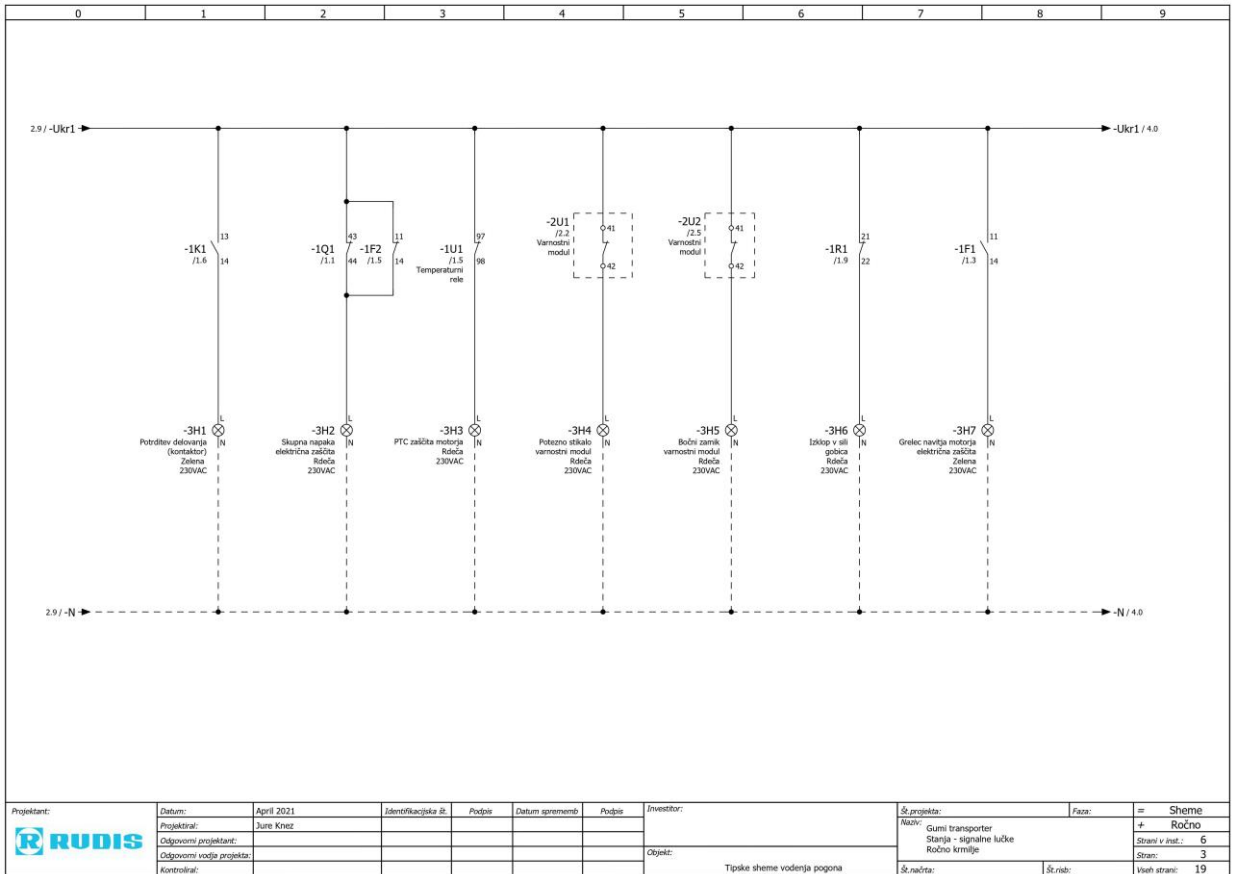
Da je delo podano kot celota, sem v drugem delu strnil in opisal konkretno elektrarno, njihov transportni sistem ter vodenje transportnega sistema trakov. Z željo po širjenju različnih možnosti sem v programskem okolju EPLAN Electric P8 izrisal in primerjal še dva možna načina vodenja. Ta del diplomske naloge je bil najzanimivejši, predstavljal je največji izziv in zahteval največ časa. Sistema sta izvedljiva, saj smo ju na podjetju preučili in bi ju lahko z nekaj nadgradnje tudi prakticirali v naslednjih projektih.

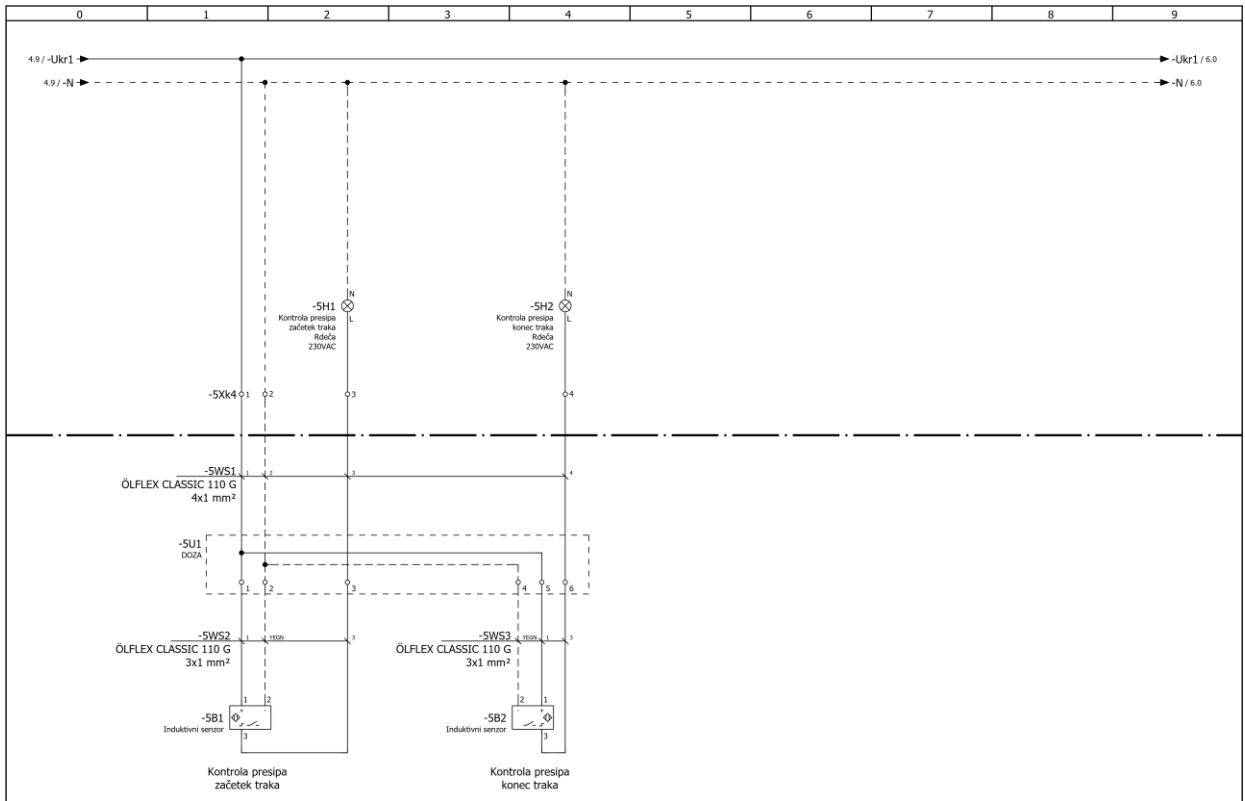
11 VIRI IN LITERATURA

- [1] <https://www.rudis.si/podjetje/predstavitev/> - 29.4.2021
- [2] <https://www.gzs.si/> - 3.5.2021
- [3] M. Grošelj, »Strelvodna zaščita silosov odpadnih produktov termoelektrarne Šoštanj bloka 6«, magistrsko delo, Krško, Univerza v Mariboru, Fakulteta za energetiko, 9. september 2014. - 3.5.2021
- [4] <https://www.sist.si/> - 3.5.2021
- [5] Elektrotehniški priročnik, Tehniška založba Slovenije, d. d.. – 4.7.2021
- [6] Kiepe Electric GmbH. Belt Conveyor - Pull Rope Switch HEN, 2017. Dostopno na: <https://www.kiepe-elektrik.com/products/pull-rope-emergency-switch/productoverview/pull-rope-emergency-stop-switch-type-hen> - 2.6.2021
- [7] Kiepe Electric GmbH. Belt Conveyor – Misalignment Switch HES, 2017. Dostopno na: <https://www.kiepe-elektrik.com/products/misalignment-switches/overview-misalignment-switches/misalignment-switch-hes> - 2.6.2021
- [8] Kiepe Electric GmbH. Pulse Transducer DG, 2017. Dostopno na: <https://www.kiepe-elektrik.com/products/speed-monitoring/overview-speed-monitoring-devices/electronic-speed-monitoring/pulse-transducer-dg/?searchterm=dg> - 2.6.2021
- [9] <https://www.tme.eu/si/sl/details/84411855/signalni-stolpci/werma/> - 3.6.2021
- [10] <https://www.eplanusa.com/> - 29.7.2021

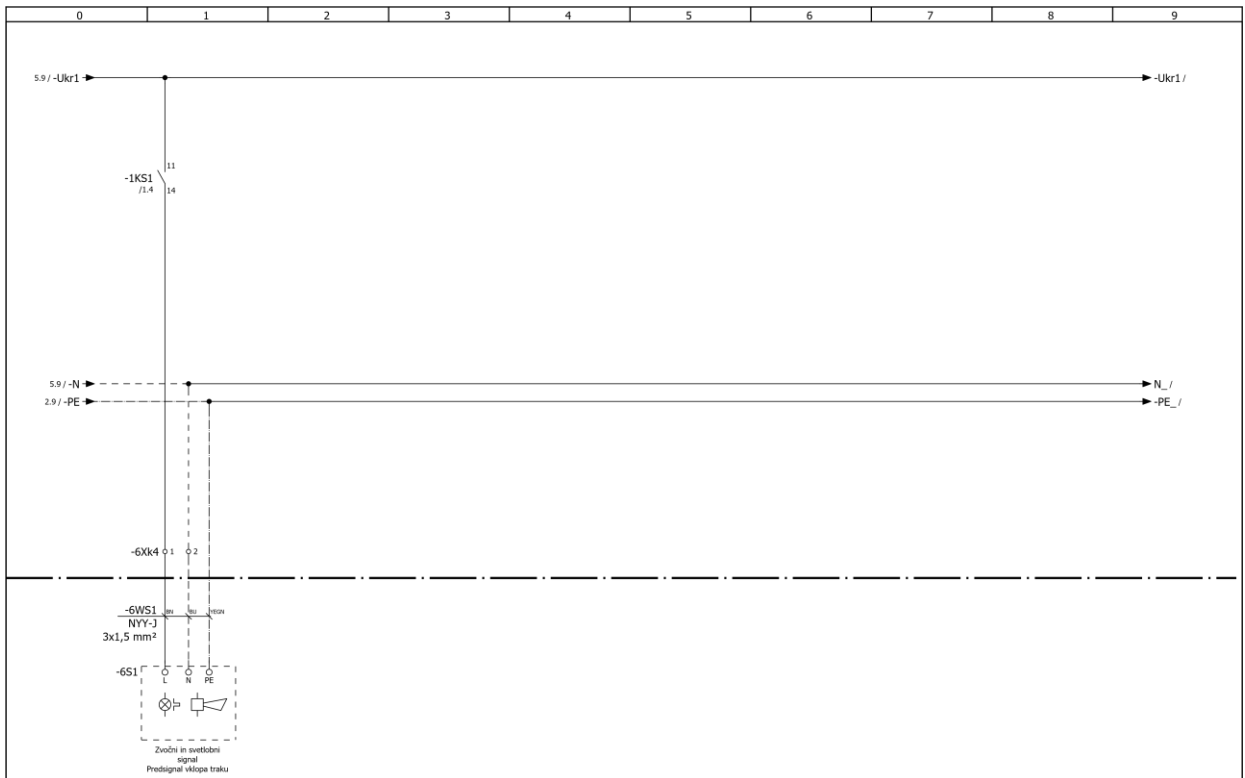
Priloga A



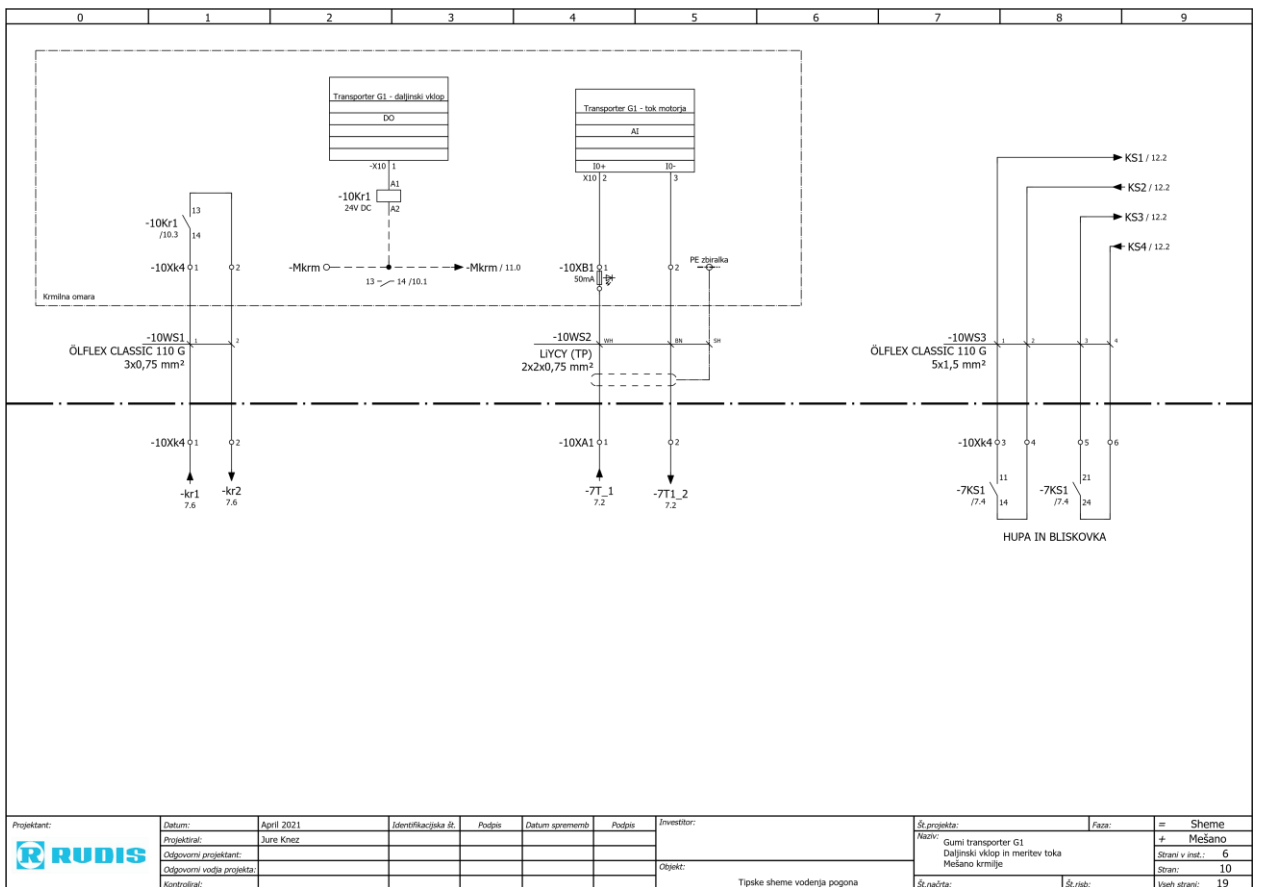
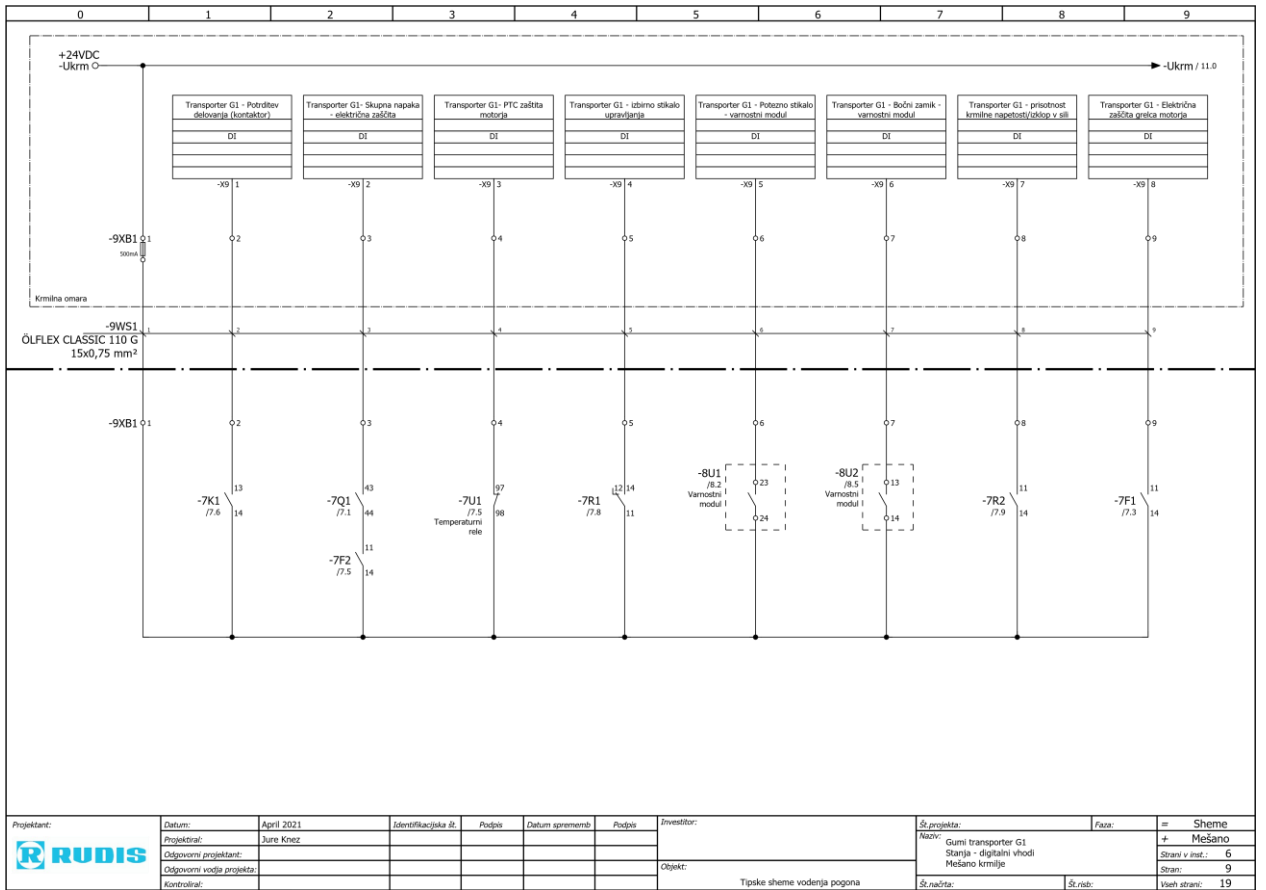


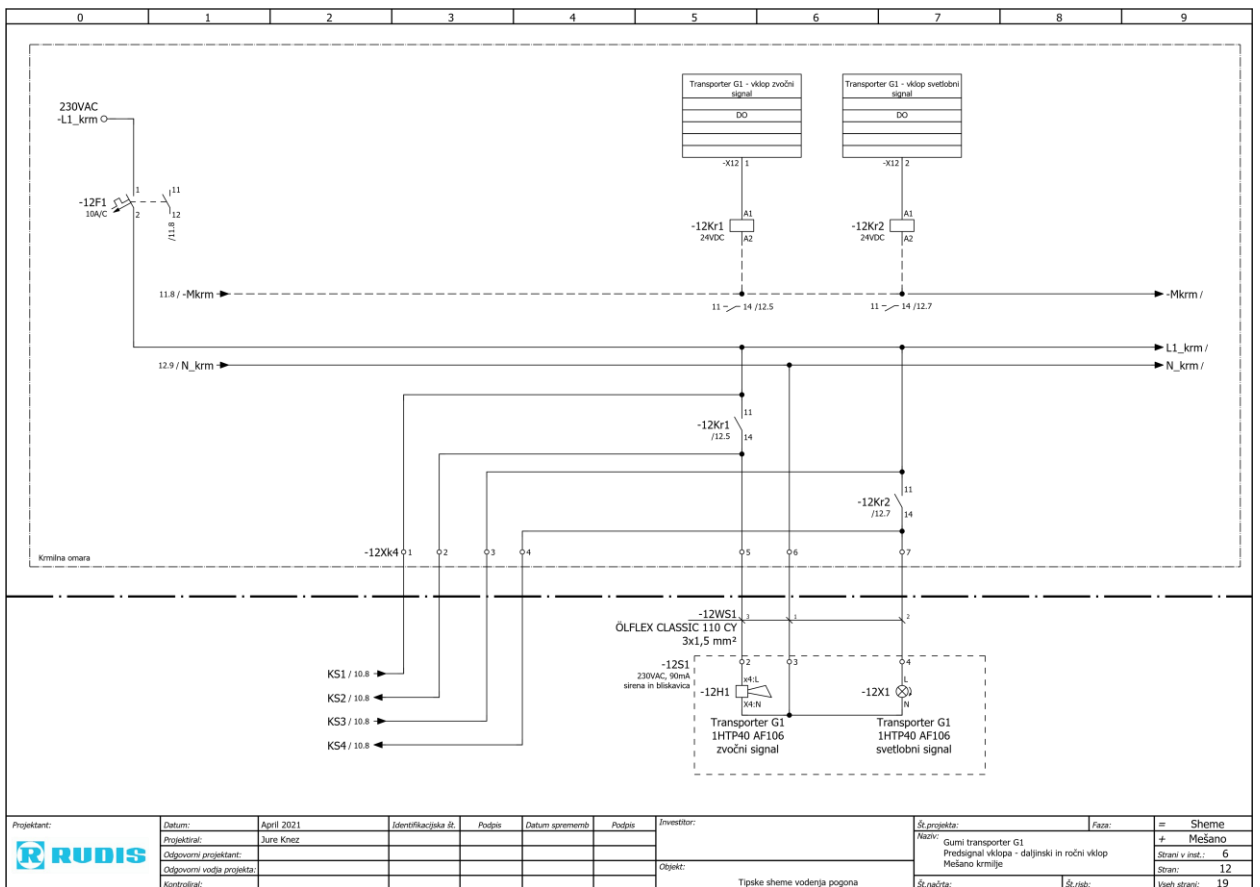
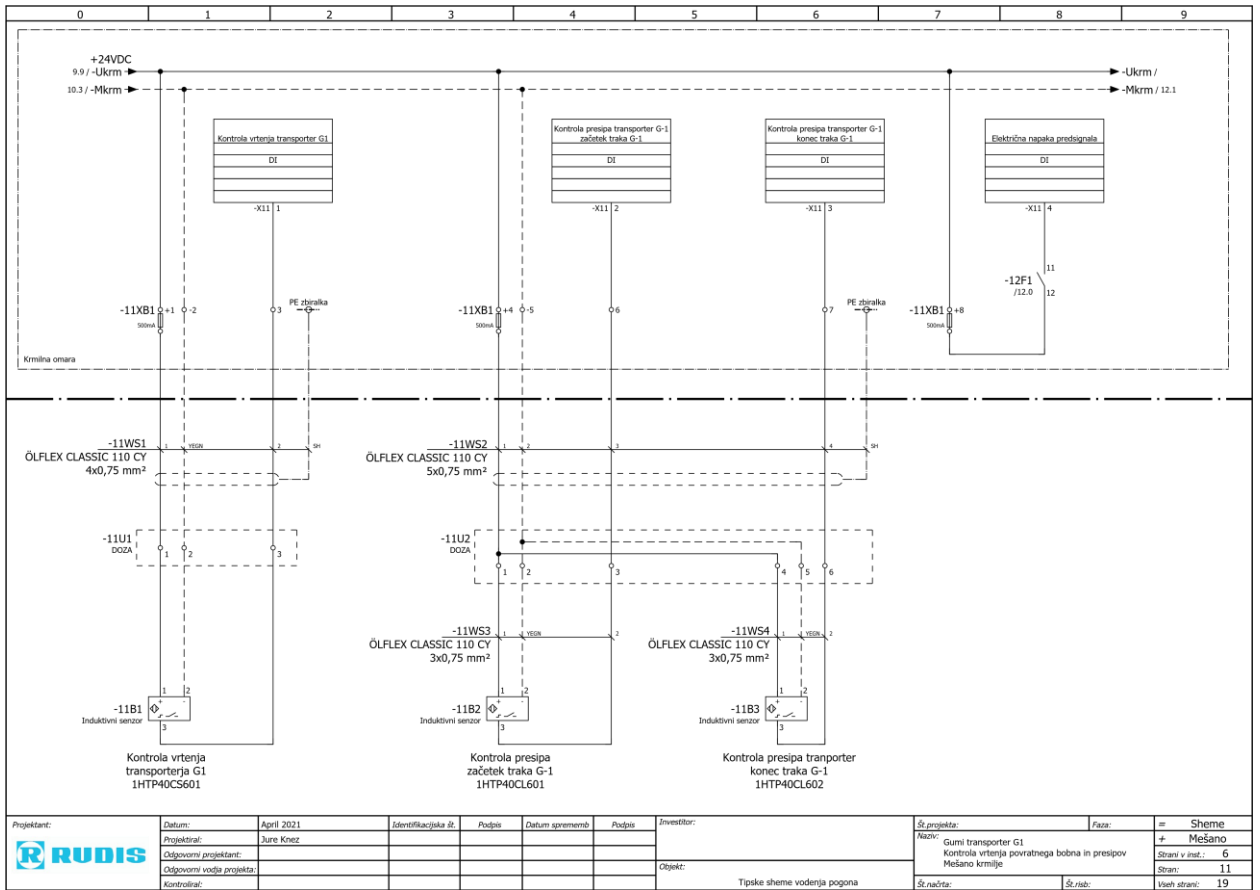


Projektant:	Datum:	April 2021	Identifikacijska št.:	Podpis:	Datum sprememb:	Podpis:	Investitor:	Št. projekta:	Faza:	=	Sheme
	Projektiral:	Jure Knez						Nazov:	Gumi transporter	±	Ročno
	Odgovorni projektant:								Kontrola presipov		Strani v inšt.: 6
	Odgovorni vodja projekta:						Objekt:		Ročno krmilje		Strani: 5
	Kontroliral:						Tipске sheme vodenja pogona	Št. načrta:		Št. risb:	Vseh strani: 19

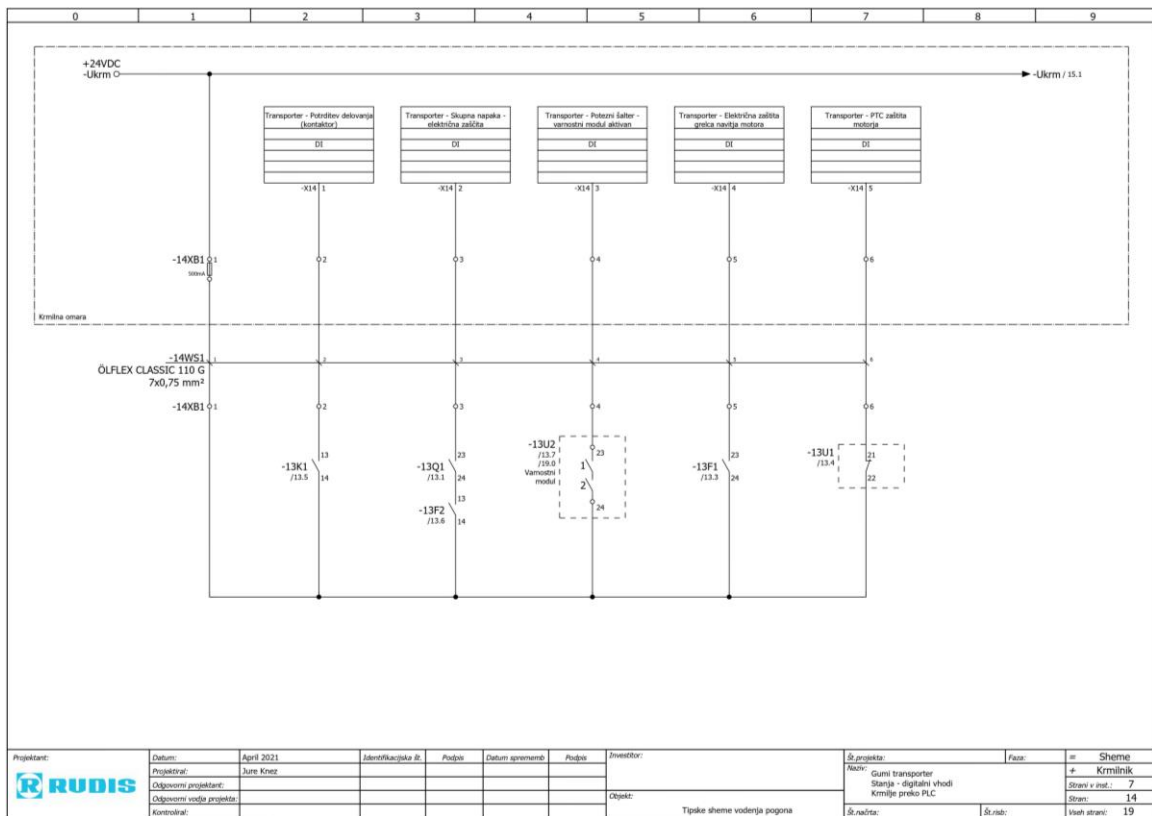
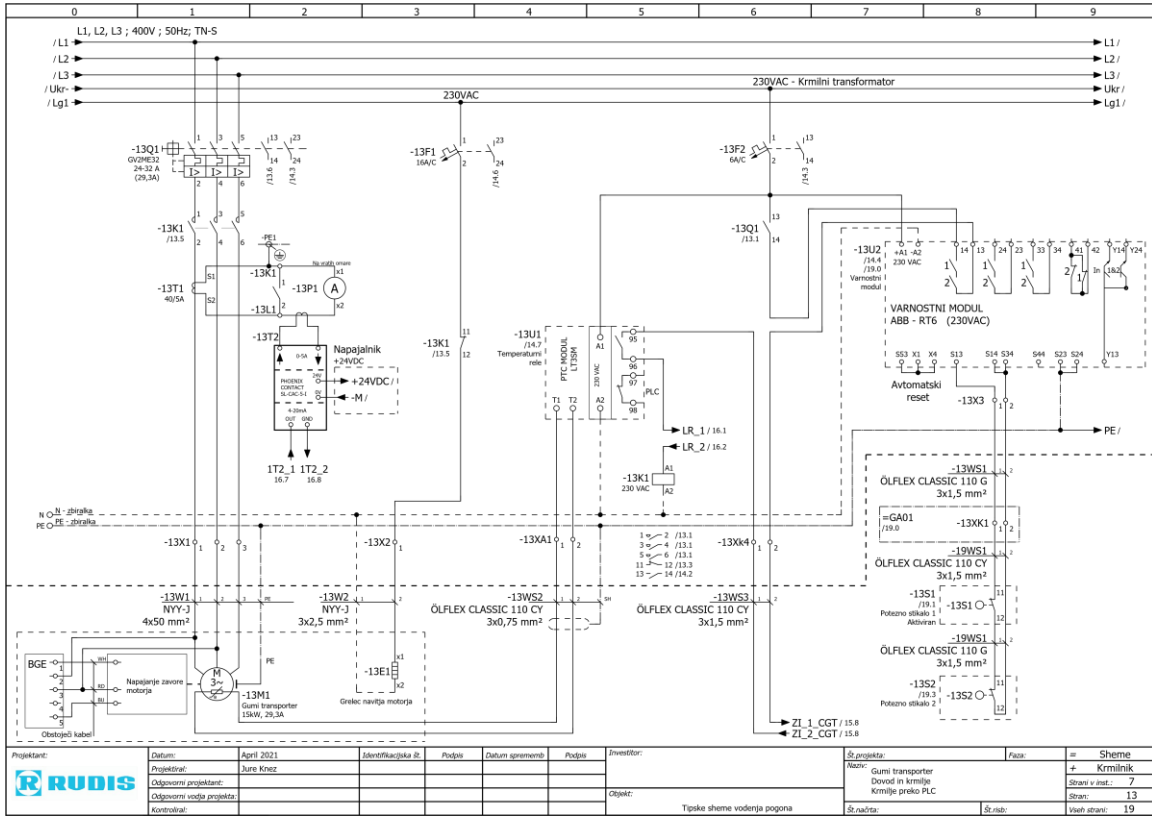


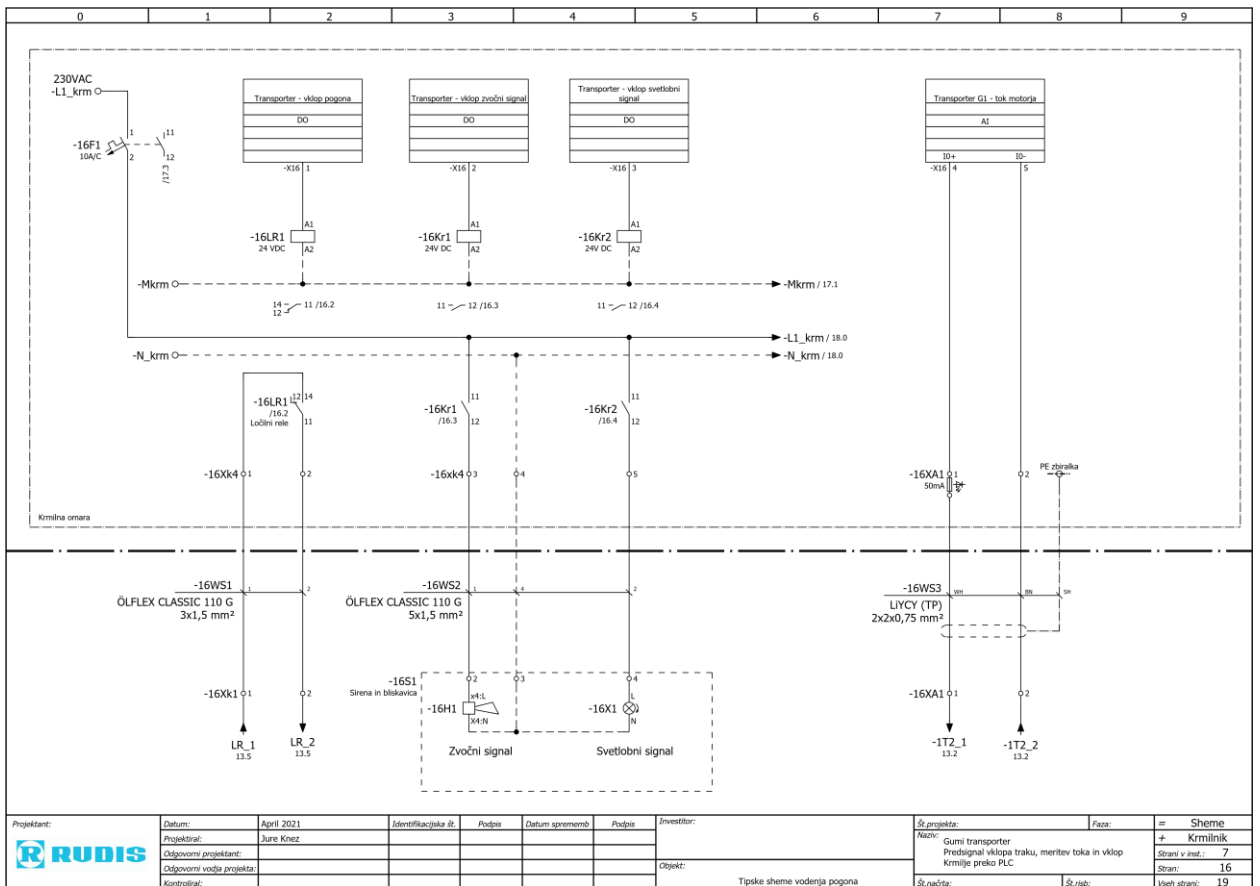
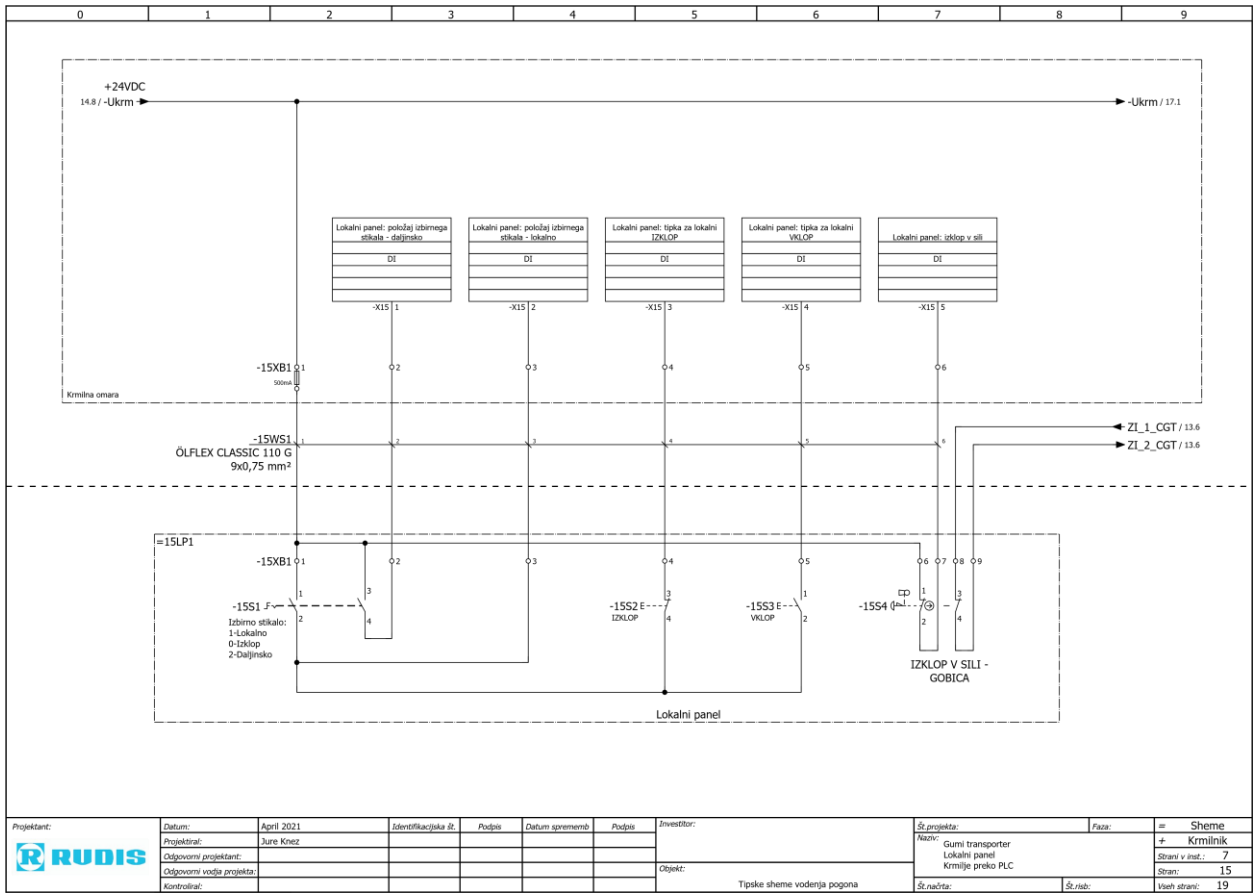
Projektant:	Datum:	April 2021	Identifikacijska št.:	Podpis:	Datum sprememb:	Podpis:	Investitor:	Št. projekta:	Faza:	=	Sheme
	Projektiral:	Jure Knez						Nazov:	Gumi transporter	±	Ročno
	Odgovorni projektant:								Predsignal vloža traku		Strani v inšt.: 6
	Odgovorni vodja projekta:						Objekt:		Ročno krmilje		Strani: 6
	Kontroliral:						Tipске sheme vodenja pogona	Št. načrta:		Št. risb:	Vseh strani: 19

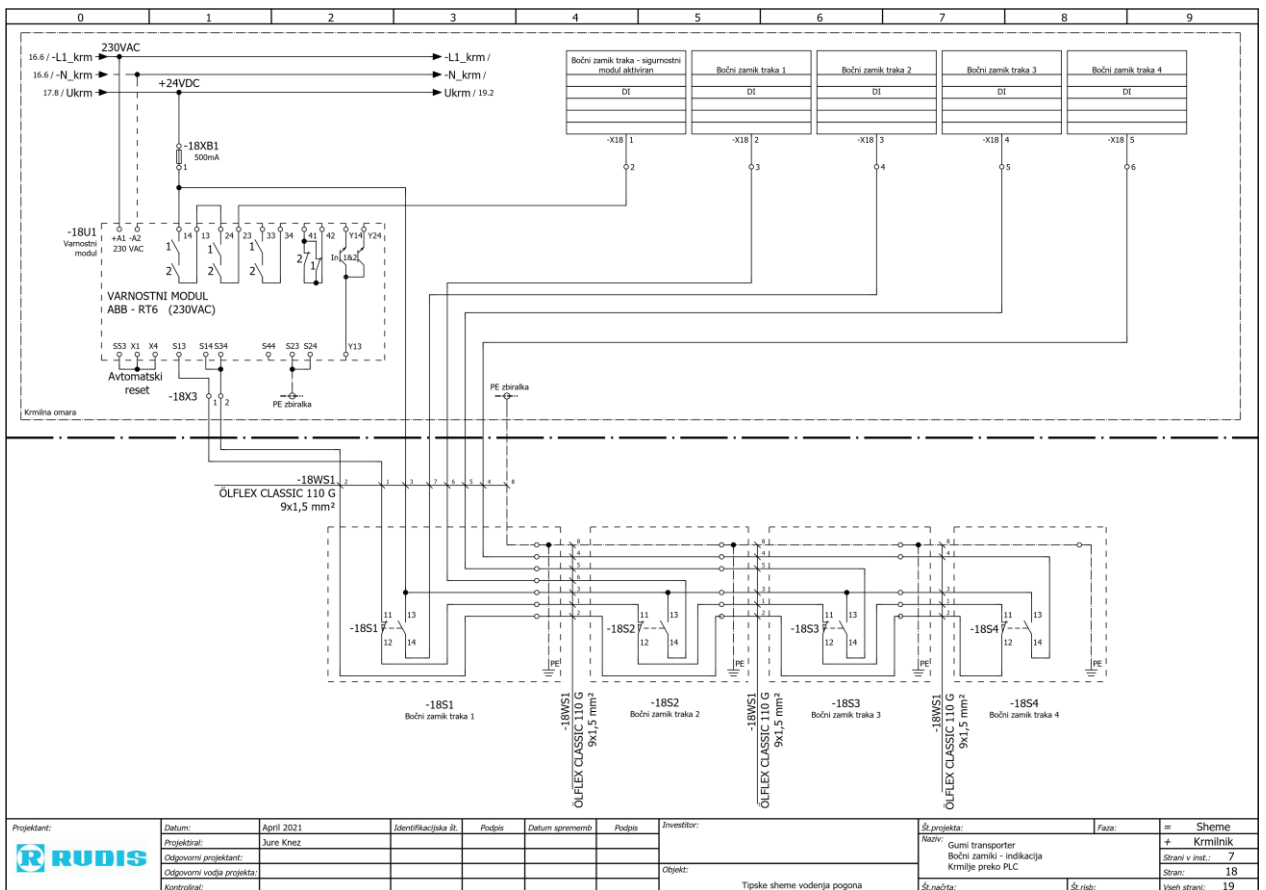
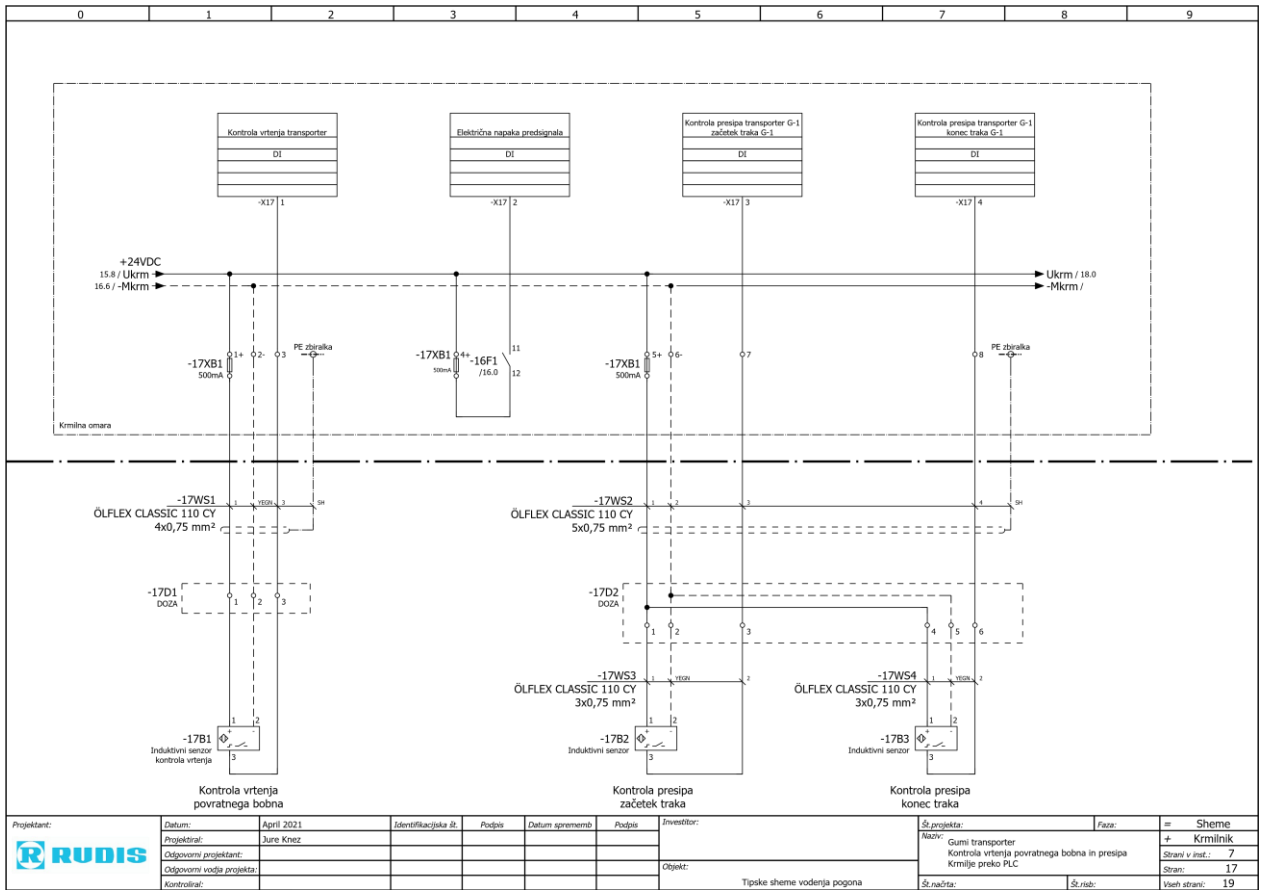


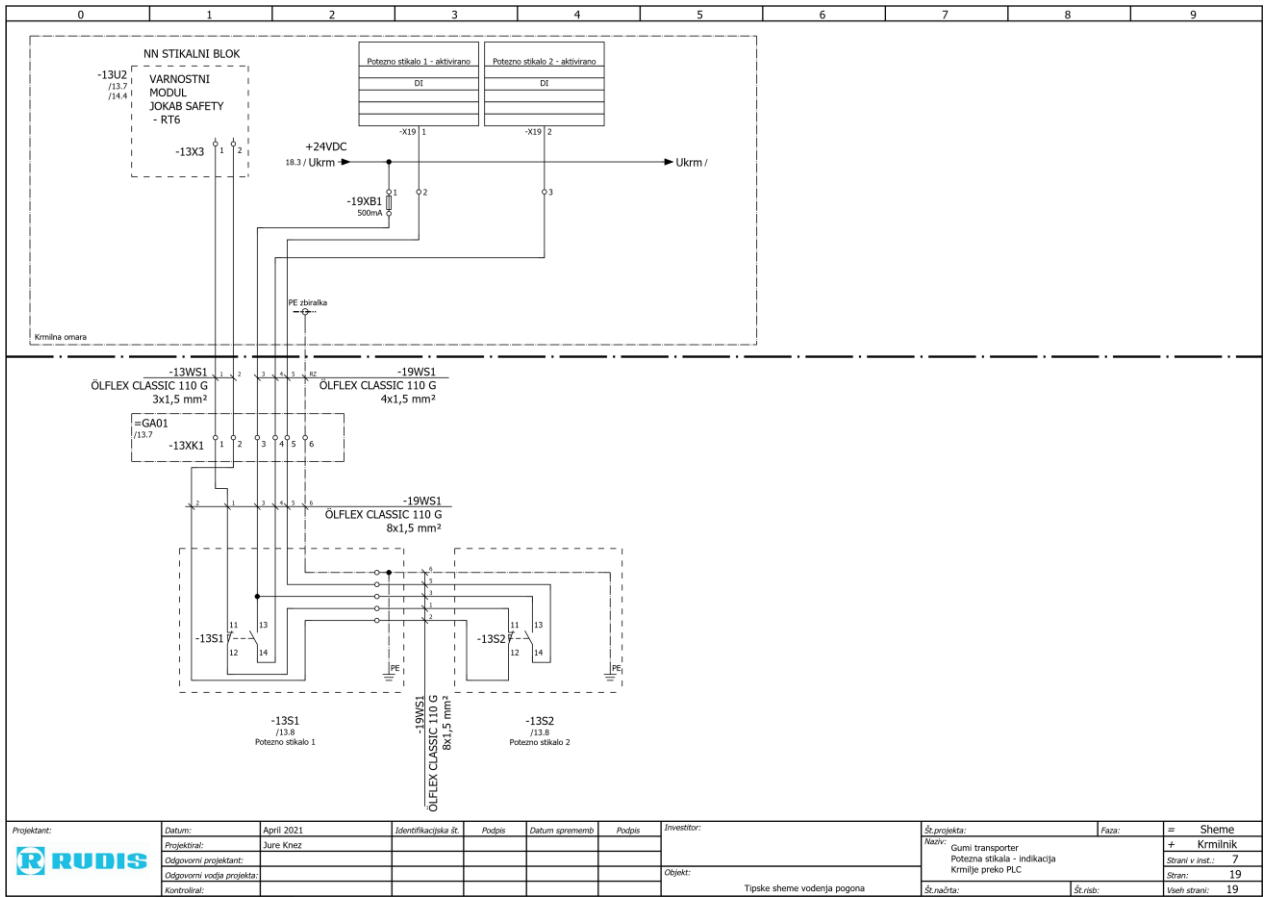


Priloga C









Projektant:	Datum:	April 2021	Identifikacijska št.:	Podpis:	Datum sprememb:	Podpis:	Investitor:	Št. projekta:	Faza:	=	Sheme
	Projektilar:	Jure Knez						Načrt:	Gumi transporter	±	Krmilnik
	Odgovorni projektant:								Potezna stikala - indikacija		Strani v inšt.: 7
	Odgovorni vodja projekta:						Objekt:		Krmilje preko PLC		Stran: 19
	Kontrolar:						Tipске sheme vodenja pogona	Št. načrta:		Št. risb:	Vseh strani: 19