



ICES
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija
Program: Elektroenergetika

VZDRŽEVANJE IN ODŠKODNINSKA PROBLEMATIKA V DRUŽBI ELES

Mentor: mag. Drago Bokal, univ. dipl. inž. el.
Lektorica: Ljudmila Bokal, specialist leksikolog.

Kandidat: Dominik Ličen

Ljubljana, januar 2022

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju mag. Dragu Bokalu za podporo, vodenje in strokovno pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala gre mojim najdražjim, predvsem ženi Danijeli za izjemno podporo, razumevanje in pomoč med študijem.

Zahvaljujem se lektorici Ljudmili Bokal, specialist leksikolog, ki je pričujočo diplomsko nalogo lektorirala oz. jezikovno in slovnično pregledala.

Zahvaljujem se kolegom iz družbe ELES, ki so mi pomagali pri zbiranju podatkov ter pri razjasnjevanju nekaterih odprtih vprašanj in to so Peter Ogrizek, Aleš Zupančič in mag, Rado Ferlič. Posebna zahvala gre g. Alešu Brenčiču, ki me je nenehno spodbujal in mi bil v oporo pri izdelavi naloge.

IZJAVA

Študent Dominik Ličen izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom g. Draga Bokala.«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne _____

Podpis: _____

POVZETEK

Elektroenergetski sistem (EES) sodi med tehnično najbolj zahtevne sisteme, kar jih premore človeštvo. Od njegovega neprekinjenega delovanja pa je odvisna celotna družba in kar je najpomembnejše – industrija ter storitvene dejavnosti. Zanesljivost delovanja sistema pa je neposredno odvisna od vzdrževanja daljnovodov, ki so povezava med viri in porabniki električne energije. Za učinkovito vzdrževanje daljnovodov je nujno usklajevanje med delom na terenu in pripravo teh del, ki zajema tudi odškodninsko problematiko, saj se dela praviloma izvajajo na tujih zemljiščih. V ta namen je uvedeno PSA mobilno vzdrževanje (Power Service Assistant), ki je podprto z ustrezno strojno (dlančniki) in programsko opremo. Ta zagotavlja dostop do podatkov, potrebnih na terenu, ki omogočajo celostno obveščeno v procesu vzdrževanja sodelujočih delavcev. Poleg podatkov o napravah in njihovem stanju so dostopni tudi podatki o lokaciji, številkah parcel in drugi podatki, ki se nanašajo na služnost in temu pripadajoče odškodnine. Izdelana je SWOT analiza, s katero je upravičena uvedba PSA projekta. Podane so tudi usmeritve za nadaljnji razvoj področja vzdrževanja v družbi ELES.

KLJUČNE BESEDE:

- visoka napetost
- daljnovod
- vzdrževanje
- odškodnina
- služnost
- elektroenergetsko omrežje
- informacijski sistem PSA

ABSTRACT

The electric power system (EES) is one of the most technically demanding systems available to mankind. The entire society and, most importantly, the industry and service activities depend on its continuous operation. The reliability of the system depends on the maintenance of power lines, which are the connection between sources and consumers of electricity. For efficient maintenance of power lines, it is good to have great coordination between work in the field and the preparation of work, which also includes compensation issues, as the work is usually carried out on land of foreign owner. For this purpose, PSA (Power Service Assistant) mobile maintenance is introduced, which is supported by the appropriate machine (PDAs) and software. This provides access to information needed in the field, which enables comprehensive information in the process of maintaining the participating workers. In addition to data on devices and their condition, data on location, parcel numbers and other data related to easements and related compensation are also available. There was made a SWOT analysis, which justifies the introduction of the PSA project. We also include guidelines for further development of the field of maintenance in the ELES company.

KEYWORDS:

- high voltage
- power line
- maintenance
- compensation
- easement
- power network
- PSA information system

KAZALO

1	UVOD.....	1
1.1	Predstavitev problema	1
1.2	Cilji naloge.....	1
1.3	Predstavitev okolja	1
1.4	Predpostavke in omejitve.....	2
1.5	Metode dela.....	3
2	DRUŽBA ELES – SISTEMSKI OPERATER SLOVENSKE-GA PRENOSNEGA OMREŽJA	4
2.1	Proizvodnja, distribucija in poraba električne energije.....	4
2.2	Prenosni del EES Slovenije – družba ELES	6
2.3	Naprave v prenosnem delu EES.....	8
2.4	Družba ELES in evropski projekti.....	10
3	VZDRŽEVANJE V DRUŽBI ELES	12
3.1	Teorija vzdrževanja	12
3.1.1	Prvine, ki opredeljujejo vzdrževanje	13
3.1.2	Delitev vzdrževanja.....	14
3.1.3	Stanje naprav	16
3.1.4	Dejavniki, ki najbolj vplivajo na vzdrževanje	18
3.2	Vzdrževanje v družbi ELES	19
3.2.1	Razvoj vzdrževanja v družbi ELES	19
3.2.2	Zakonodajni okvir vzdrževanja.....	21
3.2.3	Vzdrževanje daljnovodov	24
3.2.4	Organizacija vzdrževanja.....	26
3.3	Informacijska podpora vzdrževanju.....	28
3.3.1	Splošno o informacijskih sistemih družbe ELES.....	28
3.3.2	Informacijski sistem Maximo	29
3.3.3	Nadaljnji razvoj informacijskih sistemov v družbi ELES.....	33
4	ODŠKODNINSKA PROBLEMATIKA V DRUŽBI ELES.....	34
4.1	Splošno o odškodninah	34
4.1.1	Vrste služnosti in zakonodajni okvir	35
4.1.2	Postopki urejanja služnosti	37
4.2	Odškodnine v družbi ELES.....	37
5	RAZVOJ INFORMACIJSKE PODPORE VZDRŽEVANJU	39
5.1	Izhodišča za razvoj informacijske podpore.....	40
5.1.1	Klasičen način organiziranja in izvajanja vzdrževanja	40
5.1.2	PSA vzdrževanje	41
5.2	Analiza upravičenosti uvedbe informacijske podpore vzdrževanju	44
5.2.1	SWOT analiza upravičenosti uvajanja PSA vzdrževanja	45
5.3	Možni razvoj področja vzdrževanja in njegove informatizacije	47
6	ZAKLJUČKI	49
7	LITERATURA IN VIRI.....	50

KAZALO SLIK

Slika 1: Poenostavljen prikaz EES Slovenije.	5
Slika 2: Vloga družbe ELES v elektroenergetskem sistemu.....	7
Slika 3: Regionalni centri za infrastrukturo prenosnega omrežja (CIPO).....	7
Slika 4: Slovensko prenosno elektroenergetsko omrežje.....	9
Slika 5: Arhitekturni model pametnih omrežij.	10
Slika 6: Prvine teorije vzdrževanja.....	14
Slika 7: Obratovanje in vzdrževanje naprav v odvisnosti od njenega stanja.	15
Slika 8: Odločilni dejavniki na področju vzdrževanja.....	15
Slika 9: Postopki in orodja izvajanja diagnostike.....	17
Slika 10: Faze razvoja vzdrževanja v družbi ELES.....	20
Slika 11: Mesečne vrednosti nedobavljene električne energije v letu 2019 in prikaz deležev vzrokov.....	25
Slika 12: Organizacijska struktura in izvajanje nalog na področju vzdrževanja v družbi ELES.....	27
Slika 13: Informacijski sistemi in aplikacije na področjih upravljanja s sredstvi in vzdrževanja v družbi ELES.....	29
Slika 14: Umestitev informacijskega sistema Maximo v IT okolje družbe ELES.....	30
Slika 15: Dejavniki, ključni za uspešno izvedbo projekta	39
Slika 16: Potek dela preko PSAMobil	42
Slika 17: Vnosno okno PSA aplikacije – Sledenje delovnih nalogov	43
Slika 18: SWOT analiza uvajanja PSA mobilnega vzdrževanja	46

KAZALO TABEL

Tabela 1: Inštalirane moči, proizvodnja in obratovalne ure virov EE v letu 2020.....	5
Tabela 2: Vrste pravnih aktov in pristojnost njihovega sprejemanja	22
Tabela 3: Vzdrževanje trase DV	24
Tabela 4: Šifranti vzrokov in tipa vzdrževalnih del v IS Maximo	32
Tabela 5: Delni pregled zakonodaje na področju odškodnin.....	36

POJMOVNIK

Izrazoslovje na področju vzdrževanja se nenehno nadgrajuje in posodablja v skladu z dognanji stroke. Te so zbrane predvsem v delih (ELES, 2020) in (UREDDBA, 2016) in drugi spremljajoči literaturi. Dodani sta tudi dve osnovni definiciji s področja služnosti.

Diagnostična metoda je postopek ugotavljanja parametrov, značilnih za delovanje posamezne naprave.

Diagnostika je proces določanja stanja naprave na podlagi velikosti značilnih parametrov ali trendov njihovih sprememb.

Dogodek je sprememba tehničnega stanja naprave, ki povzroči izpad te naprave ali dela omrežja (nenačrtovani dogodek). V primeru trajne spremembe tehničnega stanja to stanje odpravimo s korektivnim vzdrževalnim posegom. V primeru načrtovanega vzdrževanja pa napravo ali vod izklopimo načrtno zaradi opravljanja preventivnih vzdrževalnih del (načrtovani dogodek).

Odpuved je stanje, v katerem je naprava prenehala delovati ali ni delovala, kljub sprejetemu pravilnemu sprožilnemu ukazu.

Okvara je stanje, v katerem naprava ni sposobna opravljati funkcij, zaradi katerih je vgrajena.

Pomanjkljivost je tako stanje naprav (objekta), ki omogoča njihovo delovanje s polno ali z zmanjšano funkcionalnostjo in s povečanim tveganjem za nastanek okvare.

Odprava manjših pomanjkljivosti je skupek tistih vzdrževalnih opravil, ki jih izvajamo pred nastankom okvare ob vklopljeni napravi z namenom zagotavljanja njenega brezhibnega stanja.

Odprava pomanjkljivosti je skupek tistih vzdrževalnih opravil, ki jih izvajamo pred nastankom okvare ob izklopljeni napravi z namenom ohranjanja takega stanja naprave, ki omogoča njeno normalno delovanje.

Elektroenergetski objekt je skupek gradbenih elementov, stavb, inštalacij, strojev, naprav, vodov in pomožnih naprav za proizvodnjo, pretvarjanje, transformiranje, prenos, razdeljevanje in porabo električne energije.

Havarija je nenačrtovan dogodek, katerega posledice so uničenje naprav ali omrežja, kar je povezano z velikimi stroški vzpostavljanja prvotnega stanja.

Korektivno (popravljalno) vzdrževanje je delo, ki se izvaja po ugotovitvi okvare z namenom, da se naprava povrne v stanje, ko lahko opravlja zahtevano funkcijo. Obseg del in potrebni stroški so srednje veliki, dela pa se opravljajo pri izklopljeni napravi ali vodu in se z njimi ohranja življenjska doba naprave (voda).

Elektroenergetska naprava (EEN) je sestav različnih, v funkcionalno in funkcijsko celoto povezanih delov za opravljanje določene naloge, operacije.

Posodobitev je vzdrževalno delo na EE objektu pri katerem z zamenjavo posameznih delov naprav in z vgradnjo sodobnejših delov ohranjamo EE objekt na nivoju najnovejšega stanja tehnike. Pri tem se življenjska doba naprave ne podaljša.

Obnova (revitalizacija) je delo na elementih postroja ali voda, ki se izvaja z namenom, da se podaljša njihova življenjska doba.

Rekonstrukcija so tista dela s katerimi spreminjamo tehnične značilnosti obstoječega objekta in ga prilagajamo spremenjeni namembnosti ali spremenjenim potrebam oziroma izvedba del, s katerimi se bistveno ne spremeni velikost, zunanji videz in namembnost objekta, spreminjajo pa se njegovi konstrukcijski elementi in

zmogljivost ter se na njem izvedejo druge izboljšave. Pri tem se življenjska doba objekta podaljša.

Opravo je neposredna fizična naloga, ki jo mora narediti delavec za ohranjanje takega stanja naprave, ko je le-ta sposobna izvajati funkcije zaradi katerih je vgrajena.

Pregled je skupek opravil, ki se izvajajo pri vklopljeni napravi pred nastankom okvare z namenom ugotavljanja njenega stanja.

Celoviti pregled je skupek opravil, ki se izvajajo pri izklopljeni napravi pred nastankom okvare z namenom ugotavljanja njenega stanja.

Izredni pregled je delo, ki se izvaja po nastanku okvare na elementih postroja ali voda z namenom, da se ugotovi stanje naprave (voda) in po potrebi ukrepa ter se tako ohrani življenjska doba naprave.

Preizkus je delo s katerim se ugotavlja funkcionalnost naprave in sposobnost obratovanja.

Kontrolne meritve so dela s katerimi se ugotavljajo posamezne veličine pomembne za ugotavljanje stanja naprave.

Revizija je skupek opravil, ki jih izvajamo pred nastankom okvare ter ob izklopljeni napravi in to pri celovitem pregledu z namenom ugotavljanja stanja naprave ter odprava ob tem ali kako drugače ugotovljenih pomanjkljivosti (prejšnji pregledi, meritve, preskusi, diagnostika).

Remont je skupek obsežnejših opravil na napravah in vodih, ki se izvajajo pred nastankom okvare z namenom ohranjanja njihovega brezhibnega stanja in ohranjanja njihove življenjske dobe. Izvaja se v skladu z navodili proizvajalca v predpisanih časovnih intervalih ali glede na tehnično stanje naprave ali voda. Pri opravljanju remonta so vzdrževane naprave oz. vodi v brez napetostnem stanju.

Preventivno (preprečevalno) vzdrževanje je delo na elementih postroja ali voda, ki se opravi pred nastankom okvare, z namenom, da se naprava povrne ali ohrani v stanju, ko je sposobna opravljati naloge zaradi katerih je vgrajena. Vzdrževalna dela se izvajajo v vnaprej določenih časovnih intervalih ali glede na stanje naprave oz. voda.

Preventivno (preprečevalno) vzdrževanje po stanju se izvaja glede na stanja naprave ali voda. Ta se določa z upoštevanjem rezultatov diagnostike, podatkov o ključnih veličinah naprave ter glede na stanje naprave v preteklosti.

Preventivno (preprečevalno) vzdrževanje po času je način izvajanja vzdrževalnih del, ki se opravljajo v stalnih ali prilagodljivih časovnih intervalih. Dela se opravijo pred nastankom okvare z namenom da se ohrani njihova življenjska doba.

Stanje naprave je lastnost, ki se opredeljuje na osnovi ugotavljanja in spremljanja velikosti karakterističnih parametrov o delovanju in vzdrževanju naprave.

Vzdrževalna dela v ožjem pomenu so namenjena za ohranjanje življenjske dobe naprav zajemajo pa pregled, revizijo in remont. Sem sodijo tudi meritve, diagnostika in preizkusi naprav. Vzdrževalna dela za podaljšanje življenjske dobe naprav pa so obnova (revitalizacija) in rekonstrukcija.

Vzdrževanje je kombinacija tehničnih, administrativnih in vodstvenih del v življenjski dobi naprave s ciljem obdržati jo v stanju ali jo vrniti v stanje, v katerem lahko opravlja svojo funkcijo. Obseg del zagotavlja ohranjanje življenjske dobe naprave.

Vzrok dogodka so nezaželeni pojavi, pomanjkljivosti in okvare, nastale pri izdelavi, montaži, vzdrževanju ali v obratovanju, ki povzročijo spremembo tehničnega stanja naprave in s tem delno ali v celoti prenehanje opravljanja njenih funkcij. Poleg tega je vzrok dogodka tudi izvajanje načrtovanih del, ki zahtevajo izklop vzdrževane naprave.

Življenjska doba je časovno obdobje od vgradnje naprave do njene izločitve iz procesa, kar je posledica zmanjšanja sposobnosti opravljanja funkcij zaradi katerih je vgrajena. Pri tem se predvidevajo normalni pogoji obratovanja in opravljanja vzdrževalnih del ter minimalni čas skladiščenja naprave.

Življenjski cikel je časovno obdobje, ki zajema vse faze obstoja naprave, od njene idejne zasnove, konstrukcije, projektiranja, izdelave, montaže, poskusnega in rednega obratovanja ter vzdrževanja do izločitve iz obratovanja.

Kazalniki vzdrževanja so spremenljivke, ki se spremljajo v zvezi z vzdrževanjem EE naprav ter se nanašajo na obseg naprav, učinkovitost, stroške dela in storitev na vzdrževano enoto.

Metoda je oblika načrtnega, preišljenega dejanja, za doseg vnaprej določenega cilja; način, postopek.

Metodologija je skupek metod, ki se uporabljajo pri kakem raziskovanju, mišljenju.

Odškodnina je pravica do nadomestila, ki pripada osebi, kateri je bila storjena škoda. Praviloma je to lastnik parcele, ki je poškodovana zaradi izvajanja vzdrževalnih del na gradnikih infrastrukture.

Služnost je poseg v lastninsko pravico, s tem da je dovoljeno točno določeno izkoriščanje ali uporaba stvari, ki je v lasti nekoga drugega.

KRATICE

AC/DC	izmenično/enosmerno napajanje/omrežje
AE	agencija za energijo
AHI	indeks tehničnega stanja naprave (Asset Health Index)
ENTSO-E	združenje evropskih prenosnih operaterjev (European Network of Transmission System Operators for Electricity)
ARC GIS	prostorski informacijski sistem

AX, IS AX	poslovni informacijski sistem v družbi ELES (Microsoft Dynamics AX ERP system)
CIPO	center za infrastrukturo prenosnega omrežja
CV	center vodenja
DEM	Dravske elektrarne Maribor
DDV	davek na dodano vrednost
DPN	Državni prostorski načrt
DV	daljnovod
EAM	sistem za upravljanje s sredstvi (Enterprise Asset Management)
EE	elektroenergetski
EEN	elektroenergetske naprave
EEO	elektroenergetsko omrežje
EEP	elektroenergetski postroj
EES	elektroenergetski sistem
ELES	sistemski operater prenosnega omrežja
EIMV	Elektroinštitut Milan Vidmar
ENTSO-E	združenje evropskih prenosnih operaterjev (European Network of Transmission System Operators for Electricity)
ERP	poslovni informacijski sistem (Enterprise Resource Planning)
GIS	geografski informacijski sistem
GPS	globalni sistem pozicioniranja
GZ	Gradbeni zakon
HE	hidroelektrarne
IS	informacijski sistem
IoT	internet stvari
IS	informacijski sistem
JE	jedrska elektrarna
kV	kilovolt
KV	korektivno vzdrževanje
LCC	stroški v življenjski dobi naprave (Life Cycle Cost)
ND	nalog za delo
NN	nizka napetost
OVE	obnovljivi viri električne energije
PCI	projekti skupnega interesa (Project of Common Interest)
PIPO	področje infrastrukturo prenosnega omrežja
PITK	področje za informatiko in telekomunikacije
PO	prenosno omrežje
POS	področje za obratovanje sistema
PPD	področje podpornih dejavnosti
PSA	sistem mobilnega vzdrževanja (Power System Assistant)
PSI	področje za strateške inovacije
PV	preventivno vzdrževanje

RCM	v zanesljivost usmerjeno vzdrževanje (Reliability Centered Maintenance)
RIS	informacijski sistem za spremljanje prisotnosti na delu
RP	razdelilna postaja
RTP	razdelilna transformatorska postaja
SCADA	sistem za zbiranje, preverjanje, nadzor in obdelavo podatkov ter izvajanje krmiljenja
SM	stojno mesto
SN	srednja napetost
SODO	sistemski operater distribucijskega omrežja
SONPO	sistemska obratovalna navodila prenosnega omrežja
SOPO	sistemski operater prenosnega omrežja
SUMO	sistem za ugotavljanje meja obratovanja
SWOT	analiza primernosti investicije (prednosti, slabosti, priložnosti, tveganja)
TE	termoelektrarna,
TE-TOL	termoelektrarna toplarna Ljubljana,
TP-8	tehnični predpis o obratovanju in vzdrževanju, glej literaturo
UI	umetna inteligenca
UL FE	Univerza v Ljubljani Fakulteta za elektrotehniko
UM FERI	Univerza v Mariboru Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
VN	visoka napetost
VZD	vzdrževanje
ZDS	zaprti distribucijski sistem
ZGS	Zavod za gozdove Slovenije
ZK	Zemljiška knjiga

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Družba ELES s prenosnim omrežjem povezuje vse glavne udeležence v slovenskem elektroenergetskem sistemu (EES). Vzdrževanje, graditev in posodabljanje elektroenergetskega omrežja Slovenije so med ključnimi dejavnostmi družbe, namenjene pokrivanju naraščajočih potreb po električni energiji ter zagotavljanju njenega varnega in učinkovitega prenosa. Na daljnovodih lahko zaradi neugodnih vremenskih razmer nastanejo okvare. Zaposleni v regionalnih centrih za infrastrukturo prenosnega omrežja (v nadaljevanju CIPO) se dnevno soočajo s težavami, ki nastanejo pri odpravljanju okvar oz. pri vzdrževanju visokonapetostnih daljnovodov. Problem pri vzdrževanju naprav in vodov je pomanjkanje podatkov o lokacijah, o napravah in o njihovem stanju. Manjkajo tudi administrativni podatki, ki so delno zajeti v nalogih za delo, izdelanih v pripravi dela. To pomanjkljivost odpravlja sistem mobilnega vzdrževanja, ki delavcem na terenu omogoča dostop do navedenih podatkov. Poleg tega so dostopni tudi podatki, povezani z odškodninami, ki so posledica izvajanja vzdrževalnih del na parcelah v tuji lasti. Tako se je z uvedbo novega programa Power Service Assistant Mobil (v nadaljevanju PSA) obstoječi način spremenil v mobilno vzdrževanje.

1.2 Cilji naloge

Cilj naloge je predstaviti mobilno vzdrževanje (PSA) in upravičiti njegovo rabo v delovnih skupinah, ki opravljajo vzdrževalna dela na terenu. Poleg tega je predstavljena problematika odškodnin s poudarkom na dejavnostih, povezanih z vzdrževalnimi deli in plačilom škode zaradi del, ki se izvajajo na zemljiščih v tuji lasti.

Cilj pričujoče naloge je raziskati in ugotoviti, kako bo novi sistem z uvedbo PSAMobile programa izboljšal delo vzdrževanja daljnovodov, predvsem pri odpravljanju okvar na terenu in kako bi ga lahko v prihodnje še dopolnili in na ta način izboljšali.

1.3 Predstavitev okolja

Republika Slovenija je članica Evropske unije in je gospodarsko in ekonomsko vpeta v to skupnost. Prav tako je tudi slovenski elektroenergetski sistem z mednarodnimi daljnovodnimi povezavami vpet v skupnost evropskih elektroenergetskih sistemov. Družba ELES je sistemski operater prenosnega elektroenergetskega sistema in v sodelovanju z drugimi evropskimi sistemskimi operaterji vodi in upravlja elektroenergetske sisteme v Evropi.

Slovenski EES tvorijo proizvodnja in poraba električne energije, ki ju z ustreznim napetostnim nivojem napajajo oz. povezujejo prenosno in distribucijska podjetja. Napajanje večjih odjemalcev zagotavlja prenosno podjetje, srednje in manjše industrijske odjemalce ter gospodinjstva pa napajajo distribucijska podjetja. Poleg tega družba ELES, kot sistemski operater zagotavlja nemoten tranzit elektrike prek svojega omrežja, ki deluje na napetostnih nivojih 400, 220 in 110 kV.

S prenosnim omrežjem v Republiki Sloveniji upravlja sistemski operater ELES, d.o.o., ki je zadolžen za vzdrževanje in razvoj prenosnega omrežja, za zanesljivo obratovanje celotnega elektroenergetskega sistema ter za stalno ohranjanje ravnovesja med proizvodnjo in odjemom električne energije. Področje vzdrževanja je razdeljeno na štiri centre za infrastrukturo prenosnega omrežja. Sam opravljam vzdrževalna dela v centru Divača, kot tehnik za nadzor elektroenergetskih naprav. V podjetju se s strokovnim pristopom k vzdrževanju elektroenergetskih naprav in vodov trudimo, da omrežje deluje brezhibno s čim manjšim številom izpadov naprav in vodov oz. izpadom napajanja odjemalcev.

1.4 Predpostavke in omejitve

Družba ELES deluje v gospodarskem, ekonomskem in pravnem sistemu Republike Slovenije in je njeno poslovanje opredeljeno s slovenskimi zakoni. V ta pravni red nenehno posega evropska skupnost s postavljanjem številnih pravnih aktov, ki vse bolj vplivajo na razvoj sistema kot celote.

Osnovna naloga družbe ELES je zagotavljati varno in zanesljivo obratovanje EES Republike Slovenije. Temeljni cilj je strateško, odgovorno in trajnostno načrtovanje, izgradnja in vzdrževanje slovenskega visokonapetostnega prenosnega omrežja na treh napetostnih nivojih: 400 kV, 220 kV in 110 kV.

Družba je vpeta v evropske EES, kar pomeni upoštevanje obsežne in nenehno nastajajoče zakonodaje, ki opredeljuje pravila in postavlja okvire delovanja sistema. Tehnično sodelovanje temelji predvsem na medsebojni podpori sosednjih sistemskih operaterjev, ki morajo nenehno zagotavljati ravnovesje med proizvedeno in porabljeno električno energijo.

Vzdrževanje, graditev in posodabljanje elektroenergetskega omrežja Slovenije so med ključnimi dejavnostmi družbe ELES, namenjene pokrivanju naraščajočih potreb po električni energiji ter zagotavljanju njenega varnega in učinkovitega prenosa. Tako iz štirih centrov za infrastrukturo prenosnega omrežja zagotavljamo preventivno vzdrževanje vseh obstoječih prenosnih objektov. Zanesljivost prenosnega omrežja je zelo odvisna od kakovosti vzdrževanja in čim hitrejšega odpravljanja posledic izrednih dogodkov. Navedene kriterije je postavila Agencija za energijo in jih nenehno

spremlja, saj so sestavni del letnih poročil. Določene omejitve postavlja tudi obsežna zakonodaja, ki ureja ta področja.

Na daljnovodih lahko zaradi neugodnih vremenskih razmer (SSDE. 2020; <https://www.eles.si/>), izjemoma pa tudi zaradi skritih pomanjkljivosti v vgrajeni opremi ali zaradi izvajanja kmetijskih in drugih dejavnosti v bližini daljnovodov, nastanejo okvare oz. pomanjkljivosti, kot so poškodbe izolacije, obešeni predmeti na vodniku, poškodbe daljnovodnih stebrov, nagibanje ali približevanje drevja vodnikom daljnovodov, preboji, ki jih povzročajo ptiči, plazenje terena v bližini daljnovoda in odkopani ali odtrgani ozemljitveni trakovi. Pri tem smo se v nalogi omejili na vzdrževanje daljnovodov, ki sodijo med najbolj izpostavljenе gradnike EES.

Poleg vzdrževanja se v CIPO izvaja tudi nadzor nad izvajanjem vzdrževalnih del na daljnovodih. To pa zahteva dobro poznavanje tras daljnovodov, lokacij posameznih stojnih mest ter poznavanje dostopnih poti. Torej mobilni sistem vzdrževanja podpira tudi delo nadzora nad izvajanjem posameznih del, ki ga opravljajo nadzorniki.

Zaradi zapletenosti informacijske podpore področju odškodnin in zelo zahtevne pravne in informacijske narave le-tega, smo se v nalogi omejili le na obdelavo področja mobilnega vzdrževanja. Področje odškodnin je obdelano le toliko, da je tovrstna problematika pojasnjena v obsegu, nujnem za njeno razumevanje.

1.5 Metode dela

Pregled obstoječega stanja prenosnega omrežja in vzdrževanja prenosnih elektroenergetskih naprav in vodov je izdelan z uporabo opisne metode. Za obdelavo podatkov je uporabljena statistična metoda, ki se tudi najpogosteje uporablja pri tovrstnih analizah.

Izvedeno investicijo v posodobitev vzdrževanja z aplikacijo mobilnega vzdrževanja (PSA) smo ovrednotili z uporabo SWOT analize, ki se najpogosteje uporablja pri vrednotenju projektov, katerih podatke ni mogoče natančneje številčno opredeliti.

2 DRUŽBA ELES – SISTEMSKI OPERATER SLOVENSKEGA PRENOSNEGA OMREŽJA

Električna energija je dobrina, brez katere ni mogoč obstoj sodobne družbe. Tako so njena proizvodnja, prenos, distribucija in poraba neposredno odvisni od fizikalnih zakonitosti, ki so zajete na področju elektrotehnike. Prav gotovo je poleg elektrotehnike pomembna tudi gospodarnost delovanja sistema kot celote, kar pomeni, da je pri analizah sistema nujno treba upoštevati tudi ekonomske zakonitosti. V zadnjih dveh oz. treh desetletjih pa se z uvajanjem trga vse bolj uveljavljajo tudi pravne znanosti. S tem se elektrotehnična stroka postavlja na stranski tir, kar pomeni, da je kakovost delovanja elektroenergetskih sistemov v prihodnje rahlo ogrožena – zanemarjanje stroke ne more biti brez posledic. Navedeno se kaže tudi v energetski krizi, ki pa je povzročena zaradi vmešavanja odločevalcev v razvoj energetike in njihovega vsiljevanja »obnovljivih« virov. Za to je očiten primer Nemčija, ki je z zapiranjem termo in jedrskih elektrarn povzročila pomanjkanje elektrike v času, ko obnovljivi viri zaradi lastne narave ne proizvajajo električne energije.

V nadaljevanju bo podan kratek opis vseh predstavnikov v tehnološki verigi elektroenergetskega sistema s poudarkom na sistemskem operaterju prenosnega omrežja, kar je družba ELES. Predstavitvi bo sledilo razčlenjevanje problematike vzdrževanja in odškodnin, podan pa bo tudi pregled vključevanja družbe v evropske projekte.

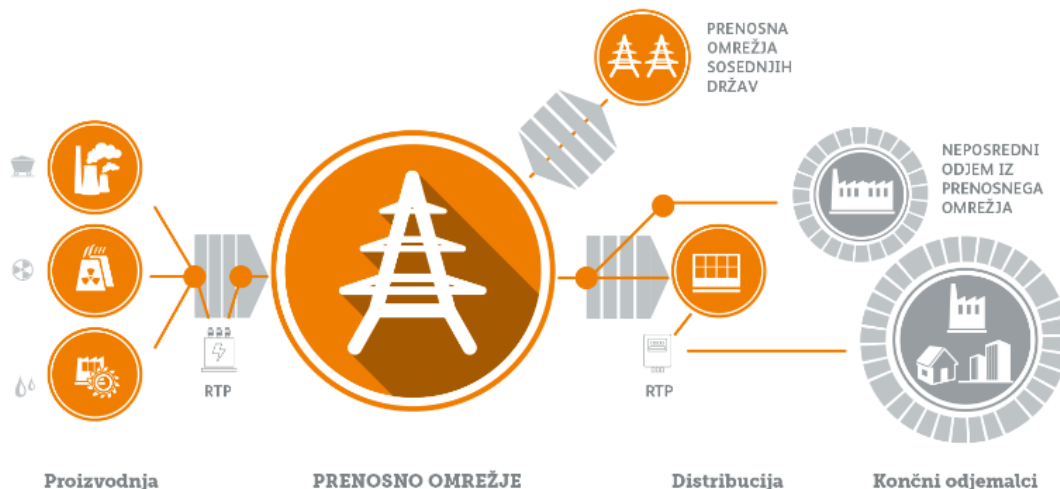
2.1 Proizvodnja, distribucija in poraba električne energije

Slovenski elektroenergetski sistem (EES) je tehnološka celota, ki zagotavlja dobavo električne energije odjemalcem ter tudi tranzit te dobrine oz. njeno izmenjavo med sosednjimi sistemi. Za izvajanje te zahtevne naloge v skladu z visokimi standardi in zahtevami evropske in tudi naše zakonodaje je po naravni poti uvedena vertikalna tehnološka delitev sistema na (glej sliko 1):

- proizvodni del (TE, HE, JE, OVE – ti so praviloma priključeni na distribucijsko omrežje),
- prenosni del EES (družba ELES, d. o. o.; SOPO – sistemski operater prenosnega omrežja),
- distribucijski del EES (SODO – sistemski operater distribucijskega omrežja in pet distribucijskih podjetij: Celje, Gorenjska, Ljubljana, Maribor in Primorska) in
- poraba električne energije, ki jo poleg distribucijskih podjetij tvorijo še veliki odjemalci, priključeni na prenosno omrežje).

V grobem lahko ugotovimo, da je slovenski EES koncipiran dokaj ugodno, saj je struktura proizvodnje približno naslednja:

- termoelektrarne (in SPTE) okrog 30 % celotne električne energije,
- jedrska elektrarna okrog 30 % celotne električne energije,
- hidroelektrarne okrog 30 % celotne električne energije,



Slika 1: Poenostavljen prikaz EES Slovenije.
(Vir: SSDE, 2020; <https://www.eles.si/>)

ob tem, da ostali viri proizvedejo okrog 10 % celotne električne energije. Podroben pregled lastnosti proizvodnega dela slovenskega EES podaja tabela 1.

Tabela 1: Inštalirane moči, proizvodnja in obratovalne ure virov EE v letu 2020.
(Vir: Peršič, 2020.)

PROIZVAJALEC	Inštalirana moč na pragu [MW]	Delež - inštalirana moč na pragu, vsi proizvajalci v Sloveniji (%)	Proizvodnja [GWh]	Delež - proizvodnje, vsi proizvajalci v Sloveniji (%)	Obratovalne ure virov [h]
HSE, d.o.o.	1.928,4	52,6	7.627,0	57,3	3.955,1
GEN-Energija, d.o.o.	926,3	25,3	3.931,3	29,5	4.244,1
JP Energetika Ljubljana (JPEL)	117,9	3,2	282,8	2,1	2.398,6
Drugi manjši proizvajalci (na distribucijskem omrežju in ZDS)**	693,5	18,9	1.474,0	11,1	2.125,5
Skupaj v Sloveniji	3.666,1	100,0	13.315,1	100,0	

Ob pregledu številnih poročil Agencije za energijo lahko ugotovimo, da je letni prevzem električne energije v slovenskem prenosnem omrežju v zadnjih nekaj letih bil:

od okrog 14.500 do okrog 15.800 GWh (letno).

Predpostavljamo (zaradi enostavnejšega izračuna), da sistemski viri proizvedejo 12.000 GWh električne energije letno in da je število njihovih obratovalnih ur okrog 4.000 oz. je njihova inštalirana moč okrog 3.000 MW. Za proizvodnjo enake količine električne energije bi bilo treba zgraditi proizvodne kapacitete OVE velikosti 12.000 MW. Vendar to ni vse – ostaja odprto vprašanje, koliko je v tem primeru potrebnih kapacitet hranilnikov električne energije, da bi zaradi vremensko odvisne proizvodnje teh virov le-to časovno ustrezno razporedili. Navedena problematika je ključnega pomena za razvoj elektroenergetike v prihodnje in bi jo bilo treba tudi študijsko obdelati.

2.2 Prenosni del EES Slovenije – družba ELES

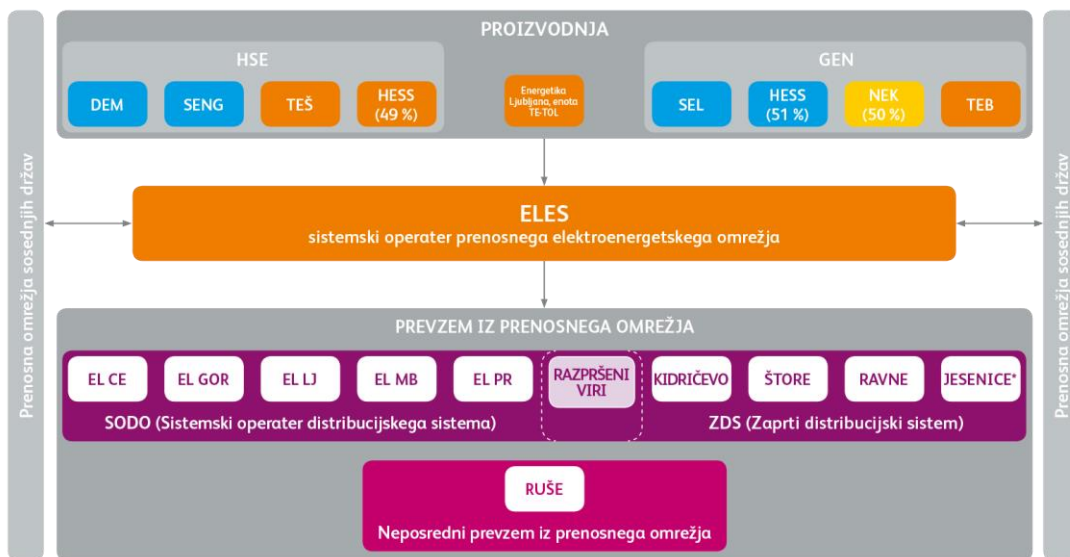
Energetika je pomembna panoga v vsaki državi, ker sta od nje odvisna razvoj družbe in blaginja prebivalcev. Vizija družbe pa se odraža v učinkovito povezanih energetskih sistemih in uporabnikih. Navedeno sinergično delovanje teh deležnikov naj bi zagotovilo udejanjanje poslanstva družbe ob upoštevanju vseh tehnoloških in poslovnih sprememb, ki se obetajo v prihodnje.

Poslanstvo družbe ELES je z zanesljivim upravljanjem elektroenergetskega sistema zagotavljati stabilnost, učinkovit razvoj družbe in prehod v brezogljivično Slovenijo in regijo.

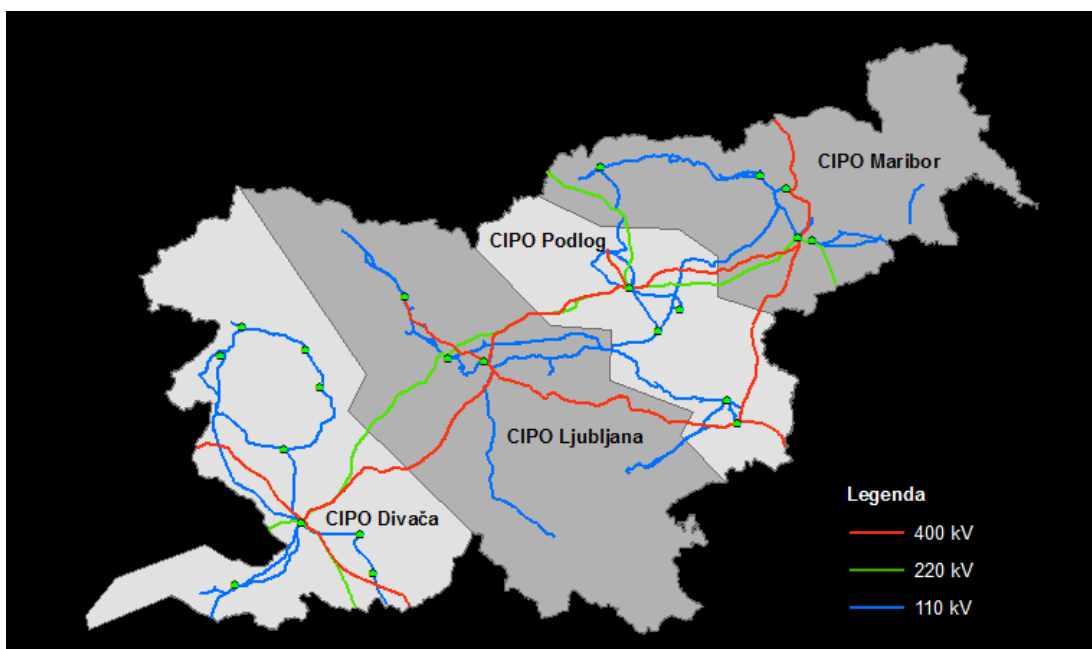
Tako je družba ELES vezni člen med deležniki v elektroenergetiki in tudi v slovenski energetiki nasploh. Vlogo družbe v EES Slovenije ponazarja slika 2, saj je njena osnovna naloga prenos in tranzit električne energije po prenosnem omrežju.

Organizacijsko so dejavnosti razdeljene po posameznih področjih, pri čemer bo podrobneje zajeta struktura področja, ki v družbi izvaja vzdrževanje (PIPO), kot sledi (www.eles.si):

- PUSP – področje za upravljanje s sredstvi in projekti,
- PIPO – področje za infrastrukturo prenosnega omrežja, ki ga sestavljajo naslednje organizacijske enote:
 - ✓ služba za pripravo gradenj,
 - ✓ služba za nadzor gradenj,
 - ✓ CIPO – centri za infrastrukturo prenosnega omrežja (Divača, Podlog, Maribor, Ljubljana; slika 3),



Slika 2: Vloga družbe ELES v elektroenergetskem sistemu
(Vir: SSDE. 2020; <https://www.eles.si/>)



Slika 3: Regionalni centri za infrastrukturo prenosnega omrežja (CIPO)
(Vir: SSDE. 2020; <https://www.eles.si/>)

- ✓ služba za projektno vodenje investicij,
- ✓ služba za pripravo del področja za infrastrukturo prenosnega omrežja;

- POS – področje za obratovanje sistema,
- PPD – področje podpornih dejavnosti,
- PITK – področje za informatiko in telekomunikacije in
- PSI – področje za strateške inovacije.

S problematiko odškodninske problematike se ukvarjajo predvsem v področju za infrastrukturo prenosnega omrežja. Ločimo postopke, ki se na področju odškodnin izvajajo pred začetkom gradnje (v službi za pripravo gradenj), torej pred in po začetku gradnje posameznega objekta (RTP ali voda) ter po začetku obratovanja v primeru vzdrževanja.

Izvajanje številnih mednarodnih projektov zahteva interdisciplinarno delo in sodelovanje različnih strokovnjakov posameznih področij. To je zagotovljeno z vključevanjem najkompetentnejših kadrov torej tistih, ki najbolj obvladujejo del problematike svojega področja v posameznem projektu.

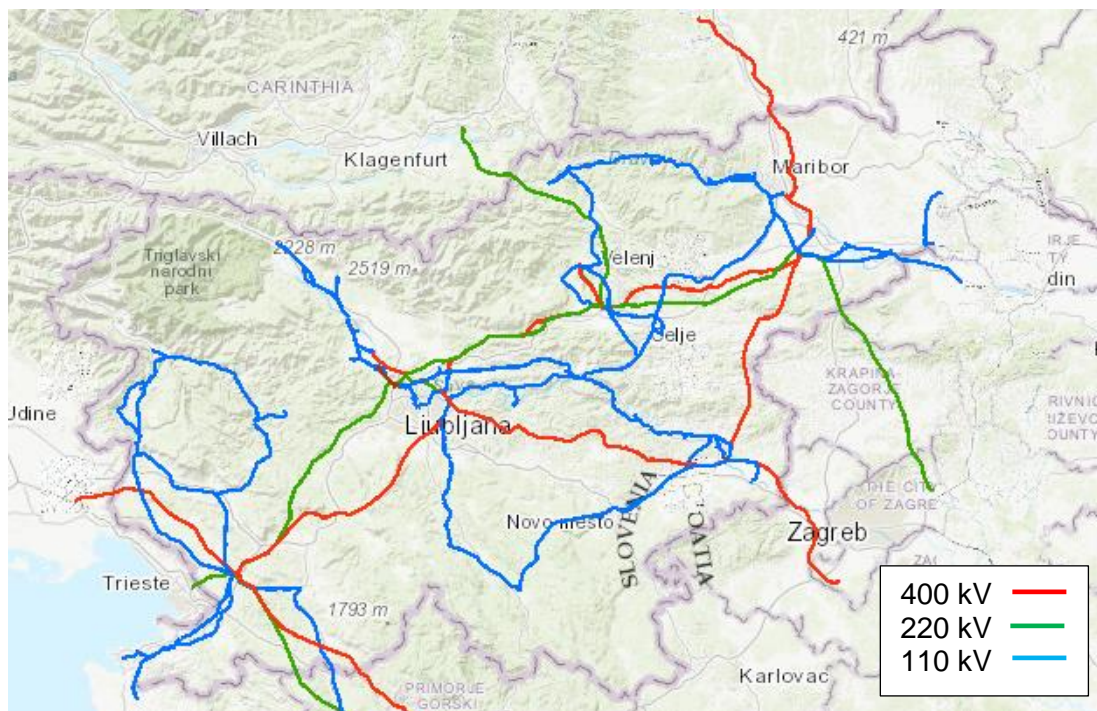
2.3 Naprave v prenosnem delu EES

Za prenos električne energije od proizvodnih enot do centrov porabe se v slovenskem EES uporabljajo daljnovodi napetosti 110, 220 in 400 kV. Pri tem so daljnovodne povezave vzpostavljene med proizvodnimi enotami in ključnimi odjemalci, poleg tega pa obstajajo tudi povezave s sistemi sosednjih držav, kot sledi: z Avstrijo nas povezujeta dva 400 kV daljnovodna sistema in 220 kV daljnovod, z Italijo 400 kV daljnovod in 220 kV daljnovod, s Hrvaško trije 400 kV daljnovodni sistemi, dva 220 kV daljnovoda in trije 110 kV daljnovodi. V izgradnji je tudi povezava s sosednjo Madžarsko. Načrtovana je povezava preko 400 kV daljnovoda na relaciji Cirkovce–Pince.

Prenosni daljnovodi povezujejo elektrarne kot proizvajalce električne energije in odjemalce na visokonapetostnem nivoju, to je na nivoju SODO v imenu petih distribucijskih družb in petih velikih industrijskih porabnikov. ELES, d. o. o. upravlja vode v skupni sistemski dolžini 2.682 km daljnovodov, od tega za 11,9 km kablovodov (slika 4):

- na 110 kV nivoju je 2.618 km daljnovodov (od tega 1.926 km ELES),
- na 220 kV nivoju je 328 km daljnovodov,
- na 400 kV nivoju je 669 km daljnovodov.

Povezave in napajanje posameznih daljnovodov z ustreznim napetostnim nivojem pa se izvaja v RTP, ki so ključni postroji prenosnega omrežja. V teh so poleg stikalne opreme (odklopniki, ločilniki, merilni transformatorji, odvodniki prenapetosti in zbiralke) vgrajeni tudi energetski transformatorji, kot sledi:



Slika 4: Slovensko prenosno elektroenergetsko omrežje
(Vir: SSDE, 2020; <https://www.eles.si/>)

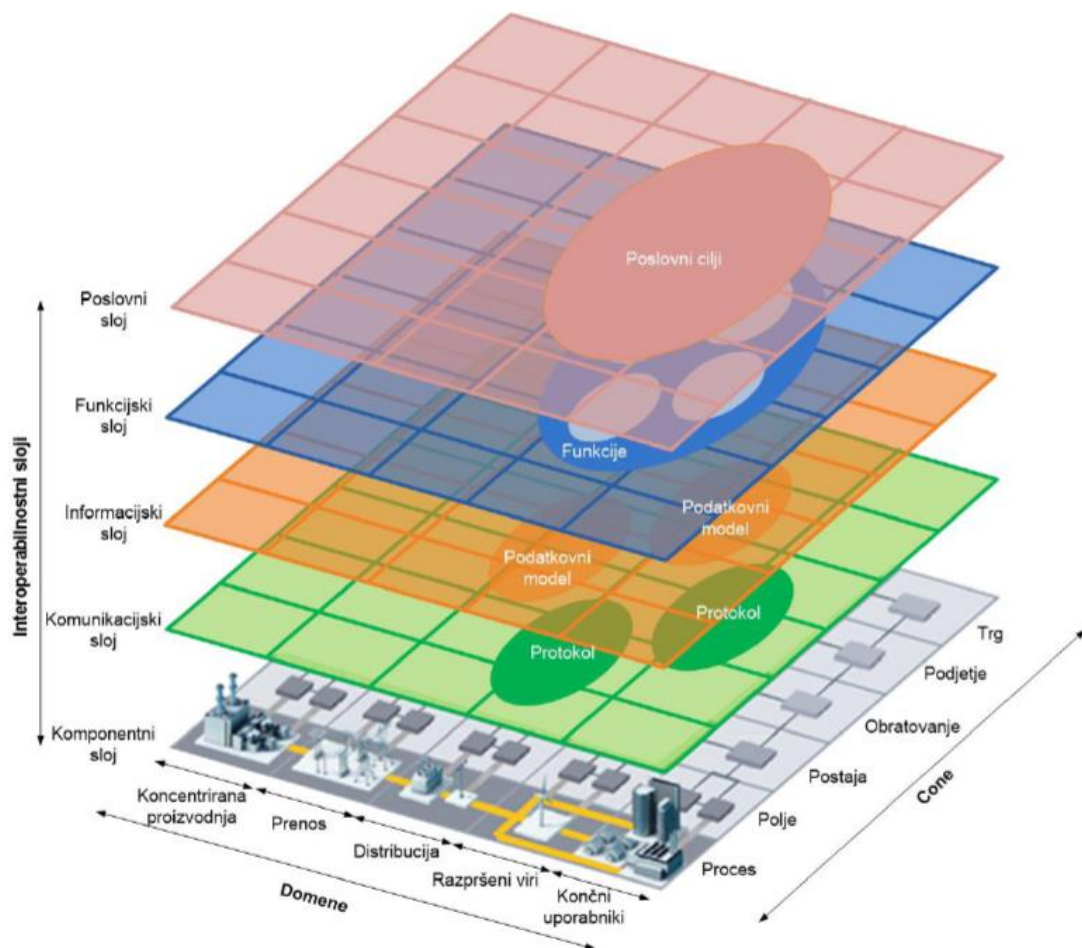
- ❖ TR 400/220 kV so vgrajeni v:
 - RTP Podlog (nazivna moč TR je 400 MVA),
 - RTP Beričevo (nazivna moč TR je 400 MVA),
- ❖ TR 400/110 kV so vgrajeni v:
 - RTP Maribor (nazivna moč TR je 2 x 300 MVA),
 - RTP Krško (nazivna moč TR je 2 x 300 MVA),
 - RTP Okroglo (nazivna moč TR je 2 x 300 MVA),
 - RTP Divača (nazivna moč TR je 300 MVA),
- ❖ TR 220/110 kV so vgrajeni v:
 - RTP Cirkovce (nazivna moč TR je 6 x 50 MVA + 50 MVA rezerva),
 - RTP Podlog (nazivna moč TR je 2 x 150 MVA),
 - RTP Beričevo (nazivna moč TR je 2 x 150 MVA),
 - RTP Kleče (nazivna moč TR je 2 x 150 MVA),
 - RTP Divača (nazivna moč TR je 2 x 150 MVA).

V RTP Divača pa je vgrajen še prečni transformator 400/400 kV in to dve enoti po 600 MVA. Ker so predmet naloge praktično le daljnovodi, se bomo pri nadaljnji obravnavi tovrstne problematike omejili le nanje.

2.4 Družba ELES in evropski projekti

V letu 2017 je ustanovljeno področje za sistemske inovacije (PSI), ki je v družbi ELES postalo pomemben člen pri vključevanju v številne evropske inovacijske projekte. Pri tem so strokovnjaki družbe vključeni v procese spodbujanja in nadaljnega razvoja inovacijskih vsebin v slovenski energetiki. Zadeva poteka v okviru vseslovenskega projekta pametnih omrežij, v ta projekt pa se vključujejo številna elektroenergetska podjetja in tudi večina družb s področja energetike. Kompleksnost modela pametnih omrežij kaže slika 5, ki zajema (EIMV, 2020):

- interoperabilnostne sloje (komponentni, komunikacijski, informacijski, funkcijski in poslovni sloj),
- domene (koncentrirana proizvodnja, prenos, distribucija, razpršeni viri in končni uporabniki) ter
- cone (proces, polje, postaja, obratovanje, podjetje in trg).



Slika 5: Arhitekturni model pametnih omrežij
(Vir: EIMV idr., 2020)

Iz arhitekturnega modela pametnih omrežij je razvidna zahtevnost tega projekta, kar pomeni, da je treba združiti celoten slovenski raziskovalni potencial za doseganje gospodarnih in tehnično neoporečnih rešitev.

V navedeni raziskavi pametnih omrežij (EIMV, 2020) je izpostavljeno nekaj usmeritev za uveljavljanje rešitev, ki so za področje prenosa električne energije naslednje:

- optimizacija meddomenskega povezovanja,
- razvoj ekosistema za globoko elektrifikacijo,
- izboljšava izrabe omrežja in razvoj panevropskega trga,
- omogočanje varnega obratovanja in prostranega AC/DC omrežja,
- izboljšanje obratovanja in interoperabilnost centrov vodenja.

V kratkem času delovanja na področju pametnih omrežij so strokovnjaki področja za sistemske inovacije sodelovali pri številnih projektih mednarodnega značaja. Poleg tega so razvili tudi lasten koncept E8, ki je bil dobro sprejet v domačih strokovnih krogih in tudi širše. Navajamo le nekatere pomembnejše mednarodne projekte, ki sodijo v sklop pametnih omrežij, v katere so bili vključeni strokovnjaki družbe:

- projekt SINCRO.GRID, ki je pomembnejši evropski projekt skupnega pomena (PCI – projekti; vgrajene bodo kompenzacijske naprave, napreden sistem ugotavljanja meja obratovanja, sistem hranilnikov električne energije, integracija distribuiranih virov OVE ter čezmejni virtualni center vodenja s pripadajočo infrastrukturo); značaj projekta je mednarodni, sodelujejo pa prenosna in distribucijska podjetja Slovenije in Hrvaške;
- projekt NEDO, slovensko-japonsko partnerstvo, ki je namenjen vzpostavitvi naprednih sistemov vodenja in obratovanja omrežja ter v povezovanju vseh členov sistema na vseh napetostnih nivojih;
- projekt SUMO, ki na celosten način povezuje dinamično ugotavljanje zmogljivosti posameznih naprav (transformatorjev, vodov) v EES z N in N-1 analizami zanesljivosti;
- tehnološko središče Beričevo, ki zajema novo lokacijo republiškega centra vodenja, kar bo pomemben prispevek k povečanju zanesljivosti delovanja celotnega EES Slovenije;
- hranilniki električne energije so popolnoma nova tehnologija, ki se v tej fazi uvaja za izvajanje nalog sistemskih storitev, saj so le-te prepuščene trgu. Le-ta pa jih ni sposoben zagotavljati na tisti stopnji zanesljivosti, ki je za delovanje EES primerna;
- kompenzacijske naprave za regulacijo napetosti, ki so zajete v projektu SINCRO.GRID;

- koncept E8, ki predstavlja lasten pilotni projekt na področju trajnostne mobilnosti in omejevanja negativnih vplivov polnjenja vozil na delovanje EES.

Na nivoju družbe ELES pa poteka še en pomemben projekt, ki zajema **digitalizacijo** vseh dejavnosti v družbi. Ta projekt je zelo potreben prav zaradi uvajanja pametnih omrežij in pametnih naprav, katerih delovanje bo spremljala velika množica podatkov. Zajem, prenos, shranjevanje in obdelava teh podatkov pa bo zahtevalo enoten pristop na nivoju družbe, kar naj bi omogočilo njihovo enotno obdelavo ter temu primerno tudi enotne rezultate teh obdelav. V ta projekt se vključuje tudi informacijsko posodabljanje odškodninskih strategij, kar bo predstavljeno v nadaljevanju.

3 VZDRŽEVANJE V DRUŽBI ELES

Poleg obratovanja je vzdrževanje temeljna funkcija systemskega operaterja slovenskega prenosnega omrežja. Značilnost naprav je njihova skoncentriranost v RTP oz. RP, za vode oz. daljnovode pa je pomembna njihova prostorska razpršenost. Poleg tega so zlasti daljnovodi izpostavljeni vplivu okolja in neugodnim vremenskim razmeram (dež, sneg, led, žled, veter, nevihte idr.). Najprej bo podan pregled teorije vzdrževanja, ki je v času informatizacije doživela nesluten razvoj. Sledi opis razvoja vzdrževanja v družbi ELES ter opis informacijske podpore temu pomembnemu in zahtevnemu področju.

3.1 Teorija vzdrževanja

Industrijska revolucija je bila tisti veliki vzgib, ki je svet postavila pred spremenjen način mišljenja in tudi bivanja. Energija je bila dobrina, ki je zamenjala človeško delo, a je vprašanje, ali je človeštvo navedeno »darilo« sprejelo za razvoj svojih intelektualnih potencialov. Današnji čas velikega napredka računalništva, informacijske tehnologije in uvajanja umetne inteligence, kaže da ni tako. Mar bo z umetno inteligenco (UI) tako kot z energijo? Bo UI človeka nadomeščala tudi pri miselnih procesih? Domneva je, da se kaj takega ne more zgoditi, ker je človeški um na določenih področjih nenadomestljiv (intuicija, odziv v izjemnih in nepredvidljivih okoliščinah). Tako je na začetkih uvajanja različnih strojev prevladovalo prepričanje, da naj le-ti delujejo do okvare. Ta pa je praviloma povzročala veliko škodo zaradi zastojev v proizvodnji in se je počasi prehajalo na preventivno vzdrževanje: najprej po času in nato po stanju.

Razvoj vzdrževanja je nenehno dvigal pričakovanja, ki so se postavljala pred to funkcijo in so v današnjem času naslednja (Bokal, 2017):

- velika zanesljivost in razpoložljivost naprav,

- maksimalna varnost,
- boljša kakovost izdelkov,
- okolju prijazno delovanje,
- daljša življenjska doba naprav,
- velika stroškovna učinkovitost.

Prav tako pa so se z razvojem vzdrževanja spreminjale tudi tehnike, orodja in potrebne veščine pri vzdrževanju, kot sledi (Bokal, 2017):

- potrebne so številne spretnosti in timsko delo,
- uporaba ekspertnih sistemov,
- analiza nastanka in učinkov okvar,
- majhni, hitri računalniki,
- analiza tveganj,
- konstruiranje za zanesljivost in vzdrževalnost,
- spremljanje stanja naprav.

V nadaljevanju bodo najprej podane prvine, ki so za področje vzdrževanja najbolj značilne in najbolj vplivajo na kakovost in učinkovitost izvajanja te funkcije v kateremkoli tehničnem sistemu. Sledi delitev vzdrževanja, osnove opredeljevanja stanja naprav in opis dejavnikov, ki najbolj vplivajo na izvajanje te pomembne funkcije.

3.1.1 Prvine, ki opredeljujejo vzdrževanje

Za samo teorijo vzdrževanja so zelo pomembne naslednje prvine, ki najbolj vplivajo na učinkovitost in uspešnost vzdrževanja (slika 6, Bokal, 2017):

- **terminologija oz. izrazoslovje** zagotavlja visoko stopnjo razumevanja obravnavane problematike, saj urejeno izrazoslovje omogoča jasno, nedvoumno in neposredno sporazumevanje v procesu vzdrževanja sodelujočih deležnikov. Nekatere pomembnejše definicije na področju vzdrževanja so podane na začetku pričujočega dela pod naslovom Pojmovnik;
- **opravila** so osnovne dejavnosti oz. akcije na izvedbenem nivoju in se izvajajo za ohranjanje (izboljšanje) stanja naprav in vodov. Vsaka skupina naprav ima predvidene posamezne dejavnosti ali akcije v Navodilih o vzdrževanju [ELES, 2020];
- **vzdrževalna dela** tvorijo skupino tistih opravil, ki so opredeljena v navodilih o vzdrževanju v vseh elektrogospodarskih družbah;
- **metode** vzdrževanja so oblika načrtnega in preišljenega dejanja, ravnanja ali mišljenja za doseg vnaprej določenega cilja;
- **metodologije (koncepti)** vzdrževanja predstavljajo skupek metod, ki se uporabljajo pri razvoju in raziskovanju tega zahtevnega področja.



Slika 6: Prvine teorije vzdrževanj.
(Vir: Bokal, 2017)

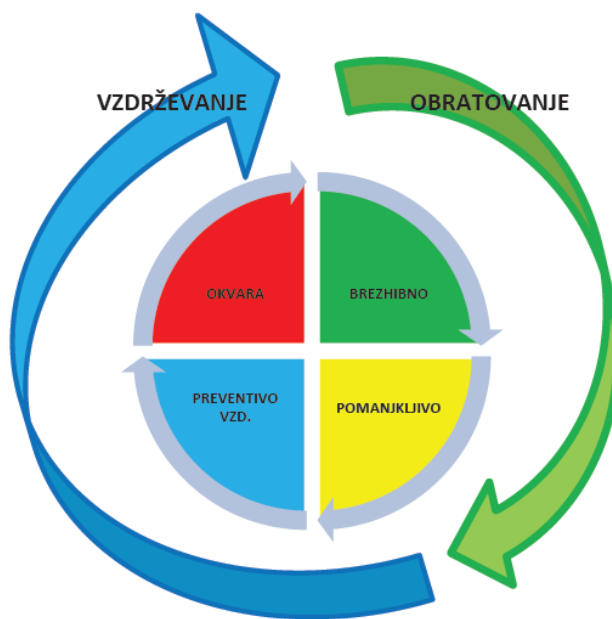
Prvine so navedene le v najnujnejšem obsegu za lažje razumevanje področja vzdrževanja in so podrobno obdelane v številni literaturi.

3.1.2 Delitev vzdrževanja

Osnovna ločnica, ki razmejuje metode vzdrževanje, je okvara. Če napravo (vod) vzdržujemo pred okvaro je to preventivno vzdrževanje, izvajanje vzdrževanja po okvari pa je korektivno vzdrževanje. Tako ločimo naslednja tehnična stanja naprave (voda, slika 7):

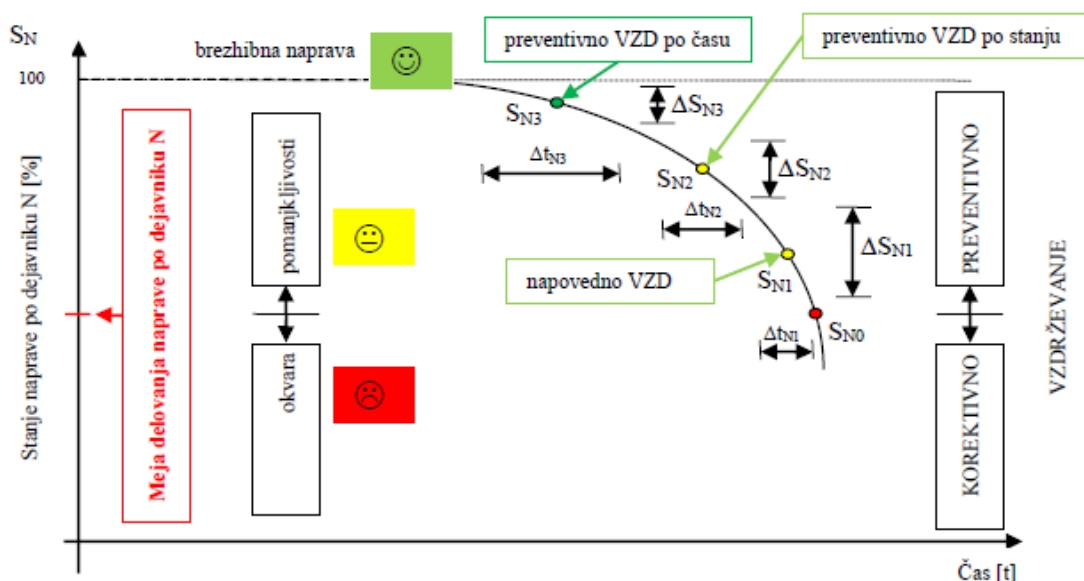
- brezhibno, naprava normalno obratuje,
- pomanjkljivo, naprava deluje s povečanim tveganjem nastanka okvare in
- okvara, ko naprava ni sposobna opravljati funkcije zaradi katere je vgrajena.

Če ne vzdržujemo preventivno preide naprava iz brezhibnega stanja v stanje s pomanjkljivostjo in naprej v stanje okvare.



Slika 7: Obratovanje in vzdrževanje naprav v odvisnosti od njenega stanja
(Vir: Bokal, 2017)

Z opazovanjem poteka odvisnosti stanja naprave po določenem dejavniku N (S_N) ugotavljamo, da je ta meja pri vrednosti opazovanega parametra S_{N0} ; parameter pod to mejo pomeni okvaro naprave (voda) in v tem primeru izvajamo korektivno vzdrževanje oz. odpravo okvare. Vrednost dejavnika nad S_{N0} pomeni, da naprava ni v okvari in v tem primeru se izvaja preventivno vzdrževanje (glej sliko 8).



Slika 8: Odločilni dejavniki na področju vzdrževanja
(Vir: Bokal, 2017)

Za preventivno vzdrževanje pa imamo naslednje možnosti izvajanja posameznih del:

- **preventivno vzdrževanje po času** ob vrednosti dejavnika okrog S_{N3} , kjer je na voljo največji časovni interval sprejemanja odločitev (Δt_{N3}) in sorazmerno nenatančno določena vrednost opazovanega dejavnika (ΔS_{N3}),
- **preventivno vzdrževanje po stanju** ob vrednosti dejavnika okrog S_{N2} , kjer je na voljo manjši časovni interval sprejemanja odločitev (Δt_{N2}) in sorazmerno natančno določena vrednost opazovanega dejavnika (ΔS_{N2}),
- **napovedno preventivno vzdrževanje** ob vrednosti dejavnika okrog S_{N1} , kjer je na voljo majhen časovni interval sprejemanja odločitev (Δt_{N1}) in sorazmerno zelo natančno določena vrednost opazovanega dejavnika (ΔS_{N1}). Pri tem se moramo zavedati dejstva, da je napovedno vzdrževanje pred veliko dilemo in tveganjem, ki ga kaže samo stanje naprav (le-to je v bližini kritičnega), zelo pomembna pa je tu sposobnost pravilne ocene verjetnosti nastanka take vrste pojava, ki s svojim delovanjem lahko povzroči trenutno poslabšanje stanja predmetne naprave.

V družbi ELES se praviloma uporabljata vzdrževanje po času (Navodila o vzdrževanju) ter vzdrževanje po stanju za tiste naprave, ki so vključene v diagnosticiranje stanja. V prihodnje pa se predvideva uvajanje metode vzdrževanja glede na zanesljivost naprav (RCM – Reliability Centered Maintenance; FERI, 2014 in 2012).

3.1.3 Stanje naprav

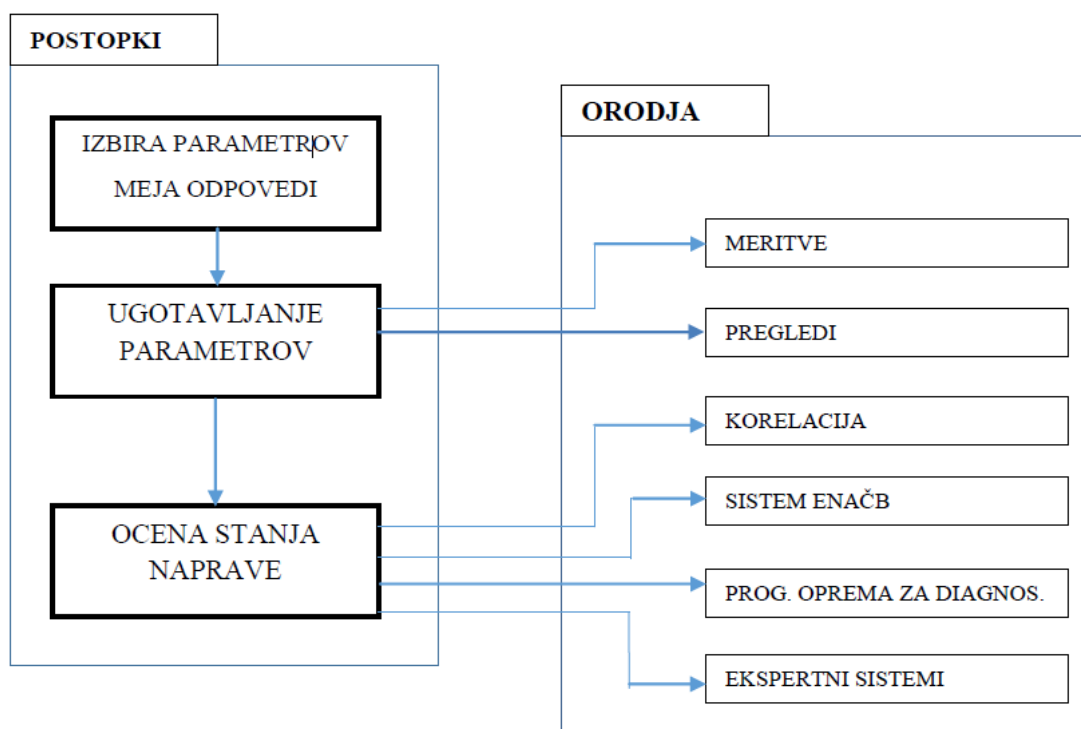
Zaradi optimiranja izvajanja vzdrževalnih del je opredeljeno stanje naprav kot kriterij izvajanja vzdrževalnih opravil oz. vzdrževanja. Če povzamemo so tovrstni dejavniki lahko:

- osnovni, ki se nadalje delijo na:
 - geometrijske,
 - delovnega procesa,
 - spremljajočih procesov;
- glede vpliva na proces imamo:
 - direktne in
 - indirektne;
- glede na pogostost spremljanja:
 - spremljani (merjeni) občasno,
 - spremljani (merjeni) neprekinjeno;
- glede na obliko spreminjanja:
 - linearni in
 - nelinearni.

Za vsako napravo oz. vod opredelimo dejavnike, ki najbolj vplivajo na njihovo stanje in najpogosteje nastopajo kot vzrok spremembe stanja. Tako zagotovimo korektnost

delovanja vzpostavljenega sistema diagnosticiranja in največjo možno stopnjo njegove učinkovitosti. Poleg vplivnih dejavnikov je za zagotovitev uspešnega delovanja vzpostavljenega sistema diagnosticiranja treba oblikovati primerne postopke in uporabljati ustrezna orodja, kot sledi (glej sliko 9):

- izbira parametrov (določitev meja nastanka okvare);
- ugotavljanje parametrov:
 - meritve (senzorika),
 - pregledi,
- ocena stanja naprave:
 - korelacija,
 - sistemi enačb,
 - programska oprema za diagnostiko,
 - ekspertni sistemi.



Slika 9: Postopki in orodja izvajanja diagnostike
(Vir: Bokal, 2015)

V novejšem času se za ocenjevanje stanja posamezne naprave, skupine naprav in celotnega tehničnega sistema uporablja indeks stanja naprav (AHI – asset health index). Tudi družba ELES je naredila nekaj korakov v tej smeri (FE, 2016), za uvedbo tega pristopa pa je predpogoj urejeno in bolj poglobljeno zbiranje podatkov o dejavnikih, ki na to veličino vplivajo.

3.1.4 Dejavniki, ki najbolj vplivajo na vzdrževanje

Proces vzdrževanja elektroenergetskih naprav v prenosni družbi, ki je del elektroenergetskega sistema, poteka v skladu z dolgoletnimi izkušnjami na podlagi sodobnih rešitev. Pri tem imajo na učinkovitost vzdrževanja največji vpliv naslednji dejavniki:

- **osebje**, ki s svojim znanjem, izkušnjami, motiviranostjo in pripadnostjo družbi tvori najpomembnejši člen v verigi ključnih dejavnikov. Zato je treba nenehno zagotavljati optimalno število terenskega osebja, ki bo z znanjem, izkušnjami, zagnanostjo in zavedanjem, da opravljajo pomembno delo, izvajalo svoje naloge;
- **naprave (omrežje)** so gradniki prenosnega dela EES, saj je njihov vpliv na zanesljivost delovanja največji; pomembno mesto ima tudi upravljanje s sredstvi, ki zagotavlja njihovo tehnično-stroškovno optimalno delovanje tekom življenjske dobe;
- **sredstva za delo** se uporabljajo pri izvajanju vzdrževanja in morajo ustrezati veljavnim predpisom varstva pri delu, o njihovi brezhibnosti pa ne sme biti dvoma;
- **diagnostika**, ki na podlagi parametrov opredeljuje stanje naprav (vodov) zagotavlja nabor podatkov in rešitev, primernih za sprejem odločitev o posameznem posegu na obravnavani napravi ali skupini enakih naprav; v novejšem času je pogosto v uporabi sprotne diagnostike stanja naprav (online) s sprotno obdelavo podatkov, ključnih za opredelitev stanja le-teh;
- **statistika dogodkov** je vir podatkov, ki so potrebni tako področju obratovanja kot in tudi področju vzdrževanja. V teku je projekt združevanja oz. integracije parcialnih rešitev v skupno aplikacijo. Ta naj bi zagotavljala nabor podatkov, potreben za številne analize. Te pa opredeljujejo lastne potrebe in zahteve zunanjih institucij (recimo ENTSO-E dokumenti);
- **podatki** najbolj vplivajo na korektnost obdelav, ki jih izvaja posamezna programska oprema (aplikacije). Najpomembnejša naloga digitalizacije je vzpostaviti zajem, prenos in shranjevanje kakovostnih in pravočasnih podatkov, ki so potrebni za posamezne obdelave. Tako naj bi klasičen (ročni) pristop zamenjali z digitalnim pristopom v skladu z zahtevami področij POS, PIPO in PUSP;
- **uporabljane aplikacije** so pomemben člen pri realizaciji ciljev, ki naj bi jih dosegli z digitalizacijo. Zelo znano je dejstvo, da ponudniki aplikacij ponujajo in obljublajo vse mogoče in nemogoče rešitve, po sklenjeni pogodbi pa so sposobni dati le tisto, kar imajo že narejeno. Zato je pri tem treba biti previden in s primerno razpisno dokumentacijo in pogodbo zagotoviti delovanje nabavljene programske opreme v skladu z zahtevami ter potrebami naročnika in to brez dodatnih stroškov.

Tu so v grobem navedeni le osnovni vplivni dejavniki, na katerih dejavnost

vzdrževanja temelji v največji meri. Vsak od teh dejavnikov pa zahteva podrobnejšo analizo, ki bi bila izhodišče za nadaljnji razvoj tega področja.

3.2 Vzdrževanje v družbi ELES

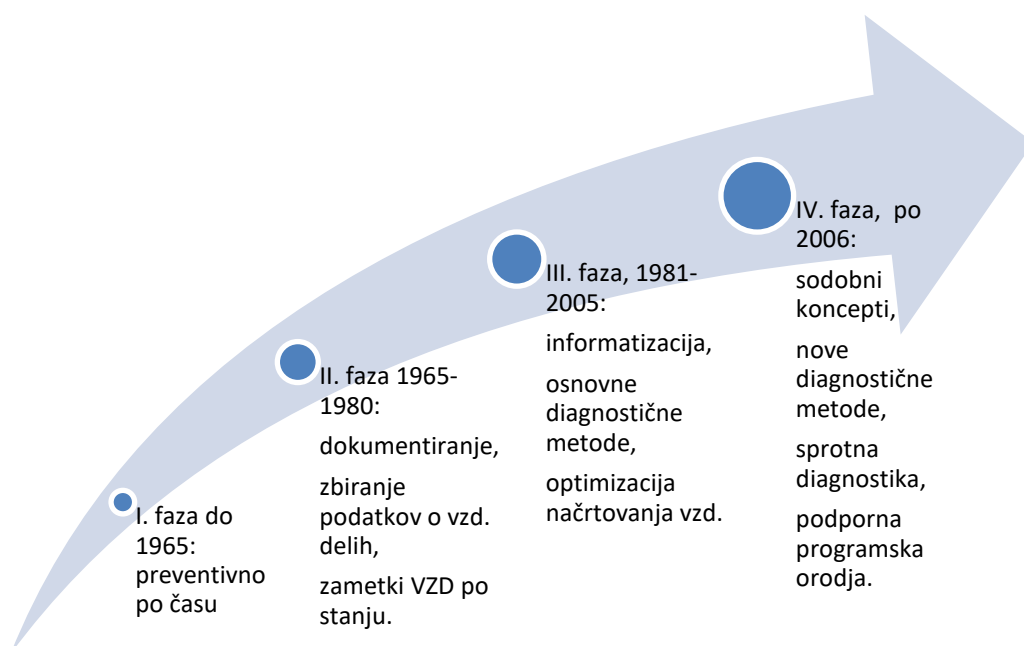
Vzdrževanje v družbi ELES sledi trendom posodabljanja in informatizacije tako kot vsa področja človekovega delovanja. Z večanjem obsega naprav in vodov ter z večanjem porabe električne energije, z vgradnjo in uporabo naprav in vodov vse višjih napetostnih nivojev ter ne nazadnje z uvajanjem računalniških tehnologij je tem trendom moral slediti tudi razvoj vzdrževanja. Prikazu razvojnih faz vzdrževanja sledi opis zakonodajnih okvirjev delovanja tega področja ter razčlenitev nepogrešljive informacijske podpore vzdrževanju.

3.2.1 Razvoj vzdrževanja v družbi ELES

Razvoj EES Slovenije je bil pospešen v času po II. svetovni vojni, ko se je nekdanja država zelo hitro industrializirala in je poraba električne energije strmo naraščala. Temu je sledil tudi dvig napetosti v sistemu, ki je bila v začetku 50. let prejšnjega stoletja 110 kV, da bi že po letu 1960 prešla na 220 kV in koncem leta 1970 že na 400 kV. Za prenosno omrežje je slednja napetost najpomembnejša tudi v današnjem času, ko nam predvsem trg, razvoj OVE ter zelena tranzicija narekujejo velik delež negotovih izhodiščnih razvojnih parametrov. Vse te zahteve in novosti postavljajo pred systemskega operaterja prenosnega omrežja dodatne naloge, kar pa se odraža v vgradnji nove opreme, v vgradnji zahtevnejših in z informacijsko tehnologijo bolj podprtih naprav. Razvoj vzdrževanja povzema slika 10, ki ga predstavlja v štirih fazah, pri čemer je najpomembnejša zadnja faza razvoja, ki sledi po letu 2006. Predvsem je osnovna značilnost razvoja vzdrževanja uporaba informacijskih tehnologij in to še zlasti pri zajemanju, shranjevanju in obdelavi podatkov o stanju naprav. To je najpomembnejša pridobitev, ki jo bo treba nadgraditi s primerno programsko opremo in oplemenititi z dosežki umetne inteligence. Ti novodobni pripomočki so potrebni zaradi oblike podatkov, ki jih je na klasičen način nemogoče učinkovito in racionalno obdelati. Zavedati pa se moramo, da je čas, ko bodo tovrstne naprave samostojno odločale o izvajanju vzdrževalnih del, še dokaj oddaljen, ker je pri teh nalogah človeška intuicija tisti dejavnik, ki ga je težko umetno ustvariti.

V opazovanem časovnem obdobju (recimo zadnjih 70 let) je bil razvoj v elektroenergetiki zelo pomemben člen pri gradnji in obratovanju gospodarnega in zanesljivega sistema, kakršnega imamo v današnjem času. Navedli bomo le nekatere pomembnejše dosežke oz. področja:

- tehnološko področje:
 - ✓ gradnja 400 kV energetskih transformatorjev (ETRA),
 - ✓ kompaktiranje daljnovidov vseh napetostnih nivojev,



Slika 10: Faze razvoja vzdrževanja v družbi ELES
(Lastni vir)

- ✓ uporaba GIS-stikališč,
- ✓ vgradnja visokotehnoloških kompenzacijskih naprav,
- ✓ vgradnja hranilnikov električne energije,
- ✓ uporaba vodnikov s specifičnimi lastnostmi (vroči vodniki),
- ✓ vgradnja sofisticiranih naprav daljinskega vodenja, zaščite in meritev,
- ✓ naprave za spremljanje kakovosti električne energije idr.;
- podporna področja:
 - ✓ uporaba naprednih metod vzdrževanja,
 - ✓ prehod z vzdrževanja po času na vzdrževanje po stanju,
 - ✓ uvajanje sodobnih diagnostičnih metod pri odločanju o izvajanju vzdrževalnih del,
 - ✓ izgradnja diagnostičnega centra z namenom poenotenja in pospeševanja razvoja tovrstne dejavnosti,
 - ✓ napredni centri daljinskega vodenja z zagotavljanjem izvajanja številnih funkcij,
 - ✓ vgradnja integriranih sistemov zaščit in daljinskega vodenja z napravami, ki omogočajo izvajanje zahtevnih nalog potrebnih za nemoteno delovanje celotnega EES,
 - ✓ uporaba številne programske opreme, ki omogoča brezpapirnato poslovanje vseh podpornih procesov, v katerih uporabljamo podatke iz številnih podsistemov ne glede na to, kje je njihov vir,
 - ✓ družba ELES je v sodelovanju s fakultetami UM FERi in UL FE razvila, izdelala, implementirala in tudi uporablja sistem SUMO, ki opredeljuje oz.

- ugotavlja meje obratovanja posameznih naprav (energetskih transformatorjev in vodov). Pri tem se upošteva trenutno, prav tako pa tudi napovedano stanje tako v EES kot tudi v okolju (vremenski parametri),
- ✓ sodeluje in tudi vodi številne evropske projekte na področju zelene tranzicije, elektrifikacije prometa, pametnih omrežij in drugih aktualnih dejavnosti.

Vzdrževanje je neposredno povezano s problematiko odškodnin, saj se dela opravljajo na terenu in na trasah daljnovodov. To pomeni, da se ni mogoče ogniti vplivu na obstoječo infrastrukturo in kmetijska zemljišča. Razvoj je zagotovil tudi na tem področju številne zelo kakovostne rešitve, ki poenostavljajo tovrstno delo. Le-to pa bo obdelano v posebnem poglavju.

3.2.2 Zakonodajni okvir vzdrževanja

Vsaka družba se ponaša s svojim pravnim redom, tako da je uveljavitev pojma »vladavina prava« dokaz njene največje možne urejenosti. Tudi za systemskega operaterja prenosnega omrežja so pomembni zakonodajni okvirji, ki opredeljujejo njegovo delovanje. Sprejem pravnih aktov je zelo zahtevna naloga, ker je od njih odvisno, kako bo družba delovala, se razvijala in napredovala ali pa bo stagnirala. S pravom je treba doseči ravnovesje med učinkovitostjo in socialno naravnostjo družbe. Zelo pomembno je, katere vrste pravnih aktov se sprejemajo in v čigavi pristojnosti je ta dejavnost. Seznam možnih pravnih aktov in pristojnost njihovega sprejemanja je podana v tabeli 2, za področje vzdrževanja pa je značilna uporaba zakonov, uredb in pravilnikov, ki pa so v pristojnosti državnega zbora, vlade in upravnih organov.

Področje vzdrževanja najbolj opredeljujejo naslednji pravni akti:

- Energetski zakon,
- Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev (UL RS, št. 22/2016),
- Obligacijski zakonik ter
- Navodilo o vzdrževanju elektroenergetskih prenosnih naprav, NA K 7.5.12.1, izdaja 9 KU, 22.06.2020 (interni dokument).

Za področje vzdrževanja je pomemben **Pravilnik** o vzdrževanju, saj določa opravila, ki jih je treba izvesti ter tudi upoštevanja vredne dejavnike, ki so (PRAV, 2016):

- izdelati je treba načrt vzdrževanja in pri tem upoštevati:
 - ✓ navodila proizvajalcev EEP (elektroenergetskega postroja) oz. naprav;
 - ✓ projekte, na podlagi katerih so EEP zgrajeni;
 - ✓ lastne in tuje izkušnje pri vzdrževanju EEP;

Tabela 2: Vrste pravnih aktov in pristojnost njihovega sprejemanja
(Vir: Ferlič, 2017)

Vrsta pravnega akta	V pristojnosti za sprejem
Ustava	Državni zbor
Zakoni	
Odloki	
Uredbe z zakonsko močjo	Predsednik republike
Uredbe	Vlada
Odloki	
Navodila	
Smernice	
Sklepi	
Pravilniki	Upravni organi
Odredbe	
Navodila	
Statuti	Organi lokalnih skupnosti
Odloki	
Pravilniki	
Statuti	Organizacije z javnim pooblastilom
Pravila	

- ✓ stanje, ugotovljeno s pregledi, diagnosticiranjem, meritvami ali preizkušanjem EEP;
- ✓ ocene spremembe stanja EEP, ki jih povzročajo nenačrtovani dogodki in posebne obremenitve;
- ✓ stanje EEP, ugotovljeno pri predhodnih vzdrževalnih posegih;
- ✓ starost EEP;
- ✓ pomembnost naprav;
- ✓ obseg in stroške izvajanja vzdrževanja EEP;
- izdelana morajo biti navodila za vzdrževanje, ki morajo obsegati naslednje:
 - ✓ natančen opis vrste vzdrževalnih del in opravil za posamezen tip EEP;
 - ✓ roke opravljanja posameznih vzdrževalnih del in opravil za EEP;
 - ✓ obseg in časovni okvir revizije EEP;
 - ✓ način ugotavljanja stanja EEP, ki se vzdržujejo po stanju EEP;
 - ✓ vrsta in obseg diagnostike za napovedno vzdrževane EEP;
 - ✓ način ugotavljanja okvar in pomanjkljivosti ter določitev njihove odprave;
 - ✓ navodila proizvajalcev, izvajalcev in projektantov;
 - ✓ določitev vsebine in načina pregledov, ugotavljanja stanja, preverjanja delovanja, nastavitve parametrov EEP;
 - ✓ vrsto, obseg in roke meritev in preizkusov stanja izolacijske trdnosti;

- ✓ določitev vrste in količine rezervnih delov, njihovo hrambo in pripadajočo dokumentacijo.

Pričujoči pravilnik je nadomestil tovrstni dokument TP-8 iz leta 1968; njegova izdelava je bila zelo potrebna. Usmerjen je v nadaljnji razvoj vzdrževanja s spodbujanjem uvajanja sodobnih metod le-tega ter z uporabo statistike dogodkov kot enega pomembnejših virov zajemanja podatkov o stanju naprav.

Prav gotovo je **Navodilo** o vzdrževanju elektroenergetskih prenosnih naprav dokument z zelo dolgo zgodovino, saj je bila prva verzija izdelana daljnega leta 1996. Številne spremembe na tem področju so zahtevale sprotne dopolnitve, najpomembnejša pa je bila izdelana leta 2015 po izidu zgoraj obravnavanega Pravilnika o vzdrževanju. Navodila sestavljajo najprej splošna določila, ki jim sledijo definicije uporabljenih pojmov. Te so praviloma v skladu z uveljavljeno zakonodajo, s tem da nekateri izrazi prav zaradi specifičnosti rabe nekoliko odstopajo. Prav gotovo je pri izdelavi navodil treba upoštevati še dokumentacijo, ki spremlja posamezne vode in naprave tekom gradnje in to je (ELES, 2020):

- projekti izvedenih del,
- navodila proizvajalcev opreme za delo in vzdrževanje,
- enopolne sheme objektov in naprav,
- baza tehničnih podatkov opreme in naprav,
- dokumentacija je razvidna iz vodilne mape Dokazilo o zanesljivosti objekta,
- obratovalna navodila.

Navodila o vzdrževanju so strnjen prikaz vzdrževalnih del in rokov njihove izvedbe. S tem je pokrit del preventivnega vzdrževanja naprav po času; ta se uporablja za tiste naprave in vode, ki nimajo vzpostavljenega sistema za spremljanje dejavnikov, ki v največji meri vplivajo na njihovo stanje. Tabela 3 kaže nabor del (opravil) in rokov njihove izvedbe za traso daljnovoda, pri čemer so zajete naslednje dejavnosti (ELES, 2020):

- pregled (brez izklopa, termin pregleda opredeljen);
- revizija:
 - ✓ celovit pregled (z izklopom) – dela se opravljajo v rokih, ki jih določa prioriteta daljnovoda;
- preizkus oz. meritve (termin je določen);
- izvedba opravil oz. odprava pomanjkljivosti (termin PP - po potrebi pomeni, da se ta dela opravljajo glede na stanje naprave oz. voda).

V navodilih so podana opravilna in časovna izhodišča za celoten nabor naprav in vodov v prenosnem podjetju. Kot je bilo že omenjeno, se v primeru kakršnihkoli sprememb bodisi na napravah ali v primeru novih spoznanj glede izvajanja vzdrževal-

Tabela 3: Vzdrževanje trase DV
(Vir: ELES, 2020)

DALJNOVODI						
TRASA-DV ↑ Nabor elementov/opravlil	Pregled (brez izklopa)	Revizija				
		Celovit pregled (z izklopom)			Preizkusi/meritve	Izvedba opravlil/ odprava pomanjkij
		Prioriteta				
		I	II	III		
1. Stanje posekov v trasi in gozdnem robu	6-M	3L	3L	5L	xx	PP
2. Stanje varnostnih višin	6-M	3L	3L	5L	xx	PP
3. Stanje dostopnih in obhodnih poti	6-M	3L	3L	5L	xx	PP
4. Sistemski posek DV trase in čiščenje stojnih mest	6-M	3L	3L	5L	xx	PP

nih del predmetno navodilo sproti dopolnjuje. O dopolnitvah dokumenta se odloča na kolegiju PIPO, na predlog in z utemeljitvijo skrbnika tega procesa.

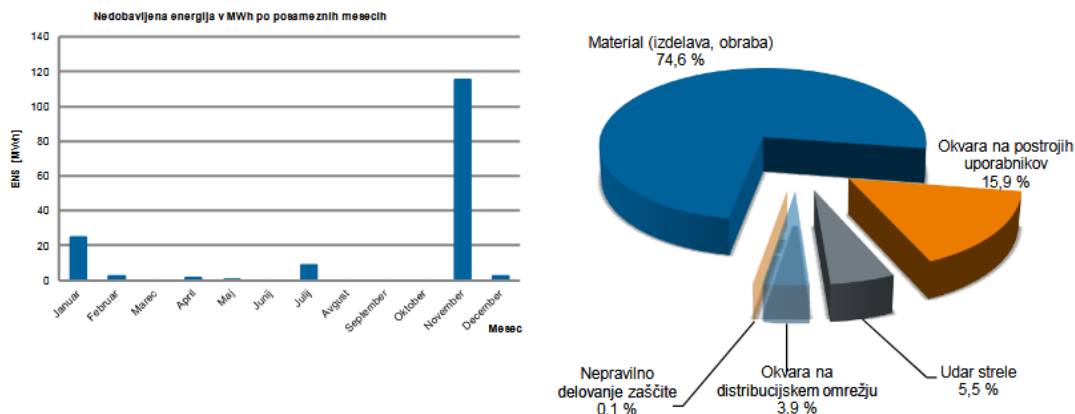
3.2.3 Vzdrževanje daljnovodov

Družba ELES dosegata kakovostno in učinkovito vzdrževanje z natančnim načrtovanjem, dobrim vzdrževanjem zbirke podatkov, uporabo analitičnih računalniških orodij in programov ter centralizacijo postopkov na področju priprave del, nadzora elektroenergetskih naprav in izvedbe vzdrževalnih del v vseh štirih centrih za infrastrukturo prenosnega omrežja. Zaposleni so 24 ur na dan pripravljeni, da čim prej odpravijo morebitne okvare oz. pomanjkljivosti ali posredujejo ob izrednih dogodkih v sistemu.

V letu 2019 je iz analize potrebnih intervencij systemskega operaterja za zagotavljanje stabilnega obratovanja razvidno, zakaj je vzdrževanje pomembno. Vsaka pomanjkljivost ali okvara namreč za omrežje pomeni prekinitev delovanja naprav ali vodov, kar v ekstremnih primerih pomeni nedobavljeno električno energijo. Do tega pride zaradi različnih vzrokov, praviloma pa so to izredni vremenski vplivi ali havarije.

Slika 11 kaže nedobavljeno električno energijo v letu 2019 ter tudi vzroke njenega nastanka. Zanimivo je, da so najpogostejši vzroki naslednji:

- material (izdelava in obraba) 74,6 %,
- okvara na postrojih uporabnikov 15,9 %,
- udar strele 5,5 %,
- okvare na distribucijskem omrežju 3,9 %,
- nepravilno delovanje zaščite 0,1 %.



Slika 11: Mesečne vrednosti nedobavljene električne energije v letu 2019 in prikaz deležev vzrokov

(Vir: SSDE. 2020;

https://www.eles.si/Portals/0/Documents/porocila/Porocila_kakovost/Porocilo_o_kakovosti_oskrbe_z_EE_v_letu_2019.pdf)

Slika 11 kaže, da je najpogostejši vzrok v materialu. Postavlja se vprašanje ali je to posledica slabe dobave materiala (neakovosten dobavitelj), ki ga vgrajujemo ali je to posledica staranja in bi bilo treba pripadajoče dele zamenjati.

Zanesljivost delovanja celotnega EES je v največji meri odvisna od pravilnega načrtovanja in izvajanja vzdrževanja. Načrtovani izklopi naprav zaradi vzdrževanja so vključeni v elektroenergetsko bilanco. To pomeni, da se izvajajo tako, da je vpliv njihovega izklopa zaradi vzdrževanja na zanesljivost delovanja sistema minimalen.

Pravilno načrtovanje vzdrževanja elektroenergetskih naprav ima velik pomen za stabilno obratovanje zaradi zagotavljanja zanesljivega delovanja elektroenergetskih naprav in posredno celotnega elektroenergetskega sistema. Načrtovani izklopi elektroenergetskih elementov se izvajajo za potrebe vzdrževanja (pregledi z izklopom oz. celoviti pregled, revizije, remont, rekonstrukcije in novogradnje). Za preprečevanje večje škode oz. zaradi varovanja premoženja ali ljudi pa se v izjemnih primerih izvajajo tudi prisilni izklopi.

Vzdrževanje daljnovodov. Pri preventivnem vzdrževanju se vzdrževalna dela opravljajo pri izklopljenem daljnovodu pred nastankom okvare. Prav tako se pregled elektroenergetskih naprav opravi pred okvaro z minimalni obsegom del, kateri pa poteka med obratovanjem naprav. Celoviti pregled daljnovodov pa poteka v brez

napetostnem stanju ob reviziji, s katero se poleg pregleda opravi še ugotovljene pomanjkljivosti ter opravi morebitne preizkusne in kontrolne meritve. V breznapetostnem stanju je daljnovod tudi v času remonta, kadar se z večjimi popravili in zamenjavami obrabljenih delov vzdržuje brezhibnost naprav. Poleg tega pa so ves čas zelo pomembna tudi preventivna vzdrževalna dela, ki se opravljajo v skladu z navodili proizvajalcev opreme v predpisanih rokih ali v skladu z ugotovitvami diagnostike.

Preventivni pregledi daljnovodov so ključnega pomena za mesečno planiranje vzdrževalnih del. Službe oz. osebe, ki so neposredno vključene v vzdrževanje daljnovodov so vodja vzdrževanja, vodje skupine vzdrževalcev, vzdrževalci in služba za pripravo del.

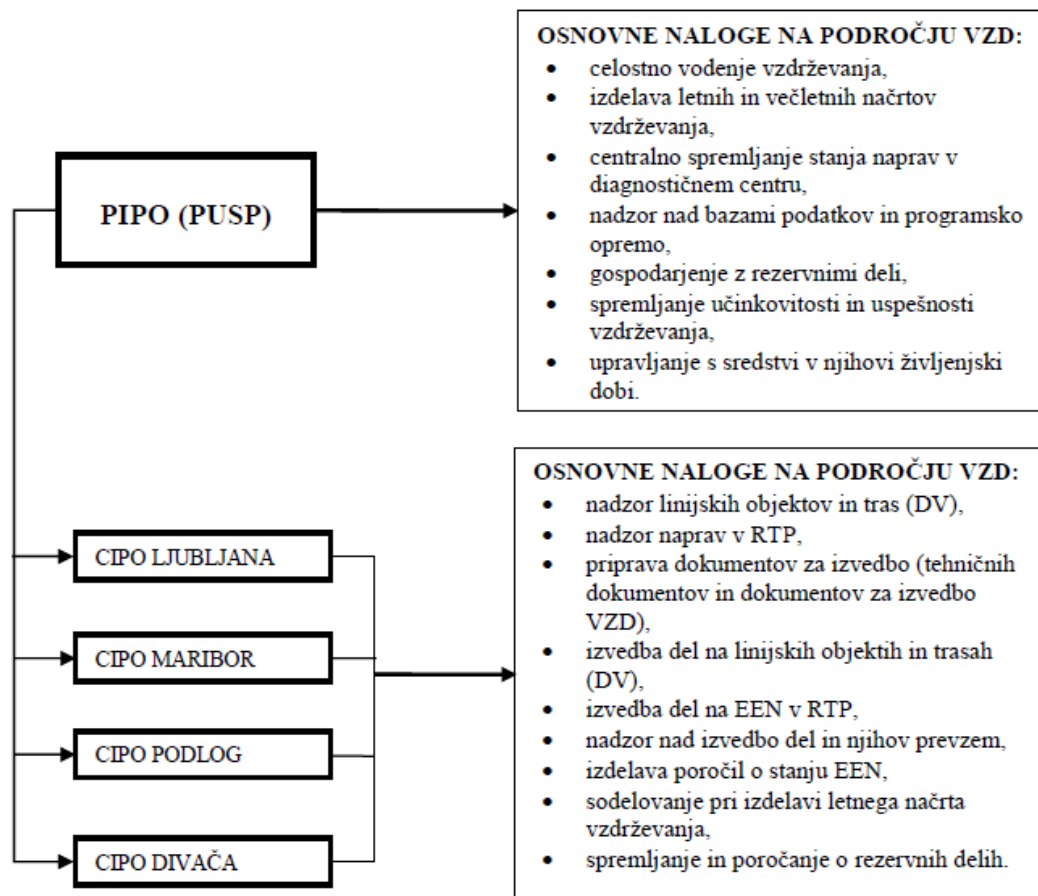
Kot temelj in smernico za delo družba uporablja Navodila o vzdrževanju elektroenergetskih prenosnih naprav. Navodila so notranji interni dokument, ki so napisana v skladu z veljavno zakonodajo, ta pa ureja področje vzdrževanja prenosnega sistema. Pri tem se zahteva tudi ustrezno vodenje dokumentacije in se predpisujejo vsa preventivna vzdrževalna dela na EE napravah. Služijo kot osnova za mesečno in letno načrtovanje vzdrževanih del.

3.2.4 Organizacija vzdrževanja

Organizacija klasičnega podjetja, v katerem je proizvodnja skoncentrirana na enem mestu, je lahko centralizirana ali decentralizirana glede na vrsto proizvodnje. V primeru družbe ELES pa so naprave skoncentrirane v RTP (RP), vodi pa so razpršeni po celotnem teritoriju države. Ta razpršenost vodov in njihova izpostavljenost vplivom okolja zahteva tak organizacijski pristop, ki bo zagotavljal ukrepanje na terenu, 24/7 torej 24 ur vsak dan v tednu. Operativne naloge vzdrževanja zajemajo naslednje dejavnosti (slika 12), ki so praviloma v pristojnosti PUSP (Hrast, 2017):

- celostno vodenje vzdrževanja,
- izdelava letnih in večletnih načrtov vzdrževanja,
- centralno spremljanje stanja naprav v diagnostičnem centru,
- nadzor nad bazami podatkov in programsko opremo,
- gospodarjenje z rezervnimi deli,
- spremljanje učinkovitosti in uspešnosti vzdrževanja,
- upravljanje s sredstvi v njihovi življenjski dobi.

Iz navedenega sledi, da je področje za upravljanje s sredstvi zadolženo za nadgradnjo sistema vzdrževanja, ker zagotavlja nemoten potek procesov, rezultat katerih so izhodišča za sprejemanje odločitev. To nalogo prevzema diagnostični center v Beričevem, ki je opremljen s številnimi orodji za ugotavljanje stanja naprav. Poleg tega se v njem zbira množica podatkov o parametrih, potrebnih za diagnosticiranje naprav in vodov.



Slika 12: Organizacijska struktura in izvajanje nalog na področju vzdrževanja v družbi ELES

(Vir: Hrast, 2017)

Operativno izvajanje vzdrževalnih del pa je organizirano v področju za infrastrukturo prenosnega omrežja in to v štirih centrih za infrastrukturo prenosnega omrežja (CIPO), ki so stacionirani v Divači, Podlogu, Mariboru in Ljubljani. Vsak center je nadalje organiziran v dve skupini, kot sledi:

- skupina za vzdrževanje daljnovodov in
- skupina za vzdrževanje RTP.

Vzdrževanje naprav v RTP zajema odklopnike, ločilnike, zbiralke, napetostne in tokovne merilne transformatorje, naprave lastne rabe idr. Vzdrževanje sekundarnih sistemov pa je v pristojnosti istoimene službe, ki sodi v področje za obratovanje sistema. Poleg tega pa je vzdrževanje daljnovodov predvsem terensko delo, ki je še zlasti naporno v primeru večjih vremenski ujm (nevihte, sneg, led ali žled). Tako so naloge operativcev v navedenih centrih naslednje:

- nadzor linijskih objektov in tras daljnovodov (DV),
- nadzor naprav v RTP,

- priprava dokumentov za izvedbo (tehničnih dokumentov in dokumentov za izvedbo VZD),
- izvedba del na linijskih objektih in trasah (DV),
- izvedba del na EEN v RTP,
- nadzor nad izvedbo del in njihov prevzem,
- izdelava poročil o stanju EEN,
- sodelovanje pri izdelavi letnega načrta vzdrževanja,
- spremljanje in poročanje o rezervnih delih.

Predvideno je izvajanje preventivnega vzdrževanja praviloma v rednem delovnem času, za korektivno vzdrževanje (odprava okvar) pa so po posameznih CIPO organizirane dežurne službe, ki ukrepajo na podlagi zahtev, ki so opredeljene v dispečerski službi republiškega centra vodenja.

3.3 Informacijska podpora vzdrževanju

Informacijski sistemi in računalništvo so velika pridobitev, ki odpira številne možnosti razvoja posameznih sistemov z uvajanjem funkcionalnosti, ki si jih brez informatizacije ni mogoče niti zamisliti. V kratkem bo opisana informatizacija v družbi ELES in to še posebej na področju vzdrževanja oz. upravljanja s sredstvi.

3.3.1 Splošno o informacijskih sistemih družbe ELES

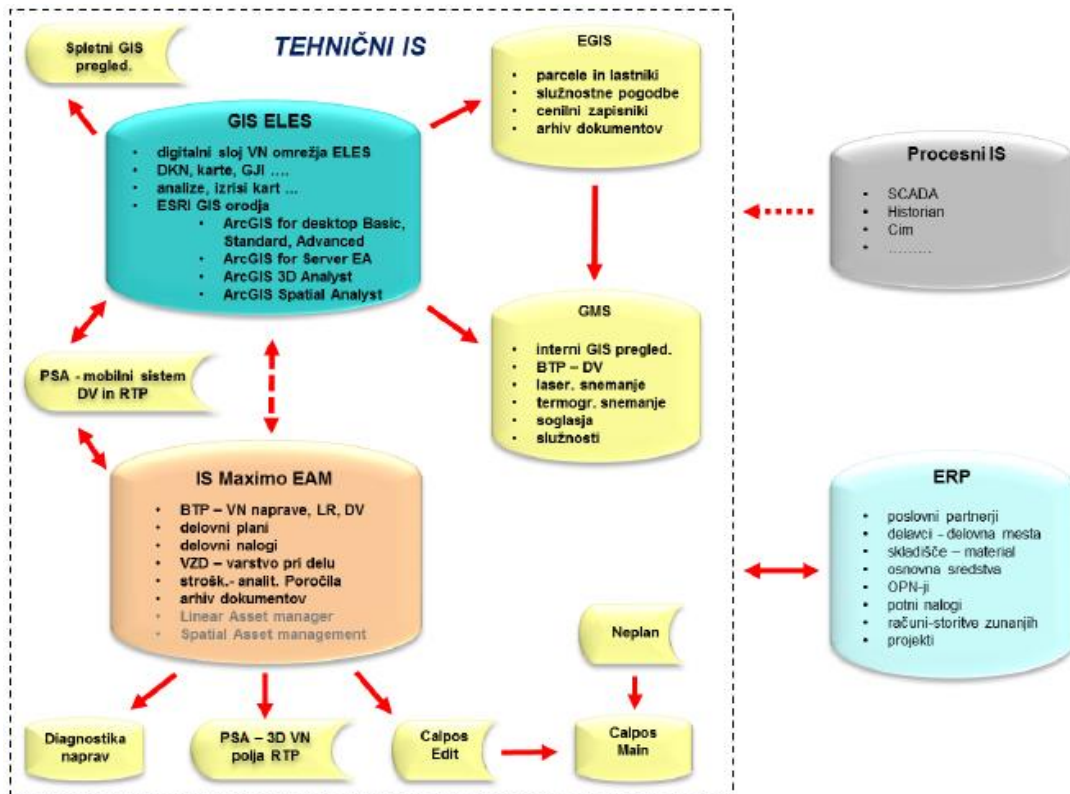
Informatizacija in v novejšem času digitalizacija sta zahtevni nalogi, ki se postavljata pred vse gospodarske družbe, še zlasti družbe v elektrogospodarstvu. Množica podatkov, številni poslovni procesi in interakcije med posameznimi dejavnostmi zahtevajo oblikovanje primernih podatkovnih baz in programske opreme, ki bo sposobna njihove obdelave. V družbi ELES ločimo naslednje krovne informacijske sisteme (glej sliko 13, Tomažič, 2016):

- tehnični informacijski sistem, ki ga tvorijo:
 - ✓ prostorski informacijski sistem GIS (dostop do Spletnega GIS-a, povezava z EGIS in GMS – sistemom za spremljanje omrežja),
 - ✓ informacijski sistem Maximo za upravljanje s sredstvi (EAM),
- procesni informacijski sistem in
- poslovni informacijski sistem (ERP).

Poleg osnovnih informacijskih sistemov so v uporabi še naslednje aplikacije, katerih pravilno delovanje odločilno vpliva na ustreznost njihovega delovanja kot celote. To so naslednji podsistemi:

- mobilni sistem za daljnovode in RTP,
- diagnostika naprav,
- neplan,

- Calpos edit,
- Calpos main idr.



Slika 13: Informacijski sistemi in aplikacije na področjih upravljanja s sredstvi in vzdrževanja v družbi ELES

(Vir: Tomažič, 2016)

Zgoraj naštetni gradniki informacijskega sistema v družbi ELES so med sabo povezani in tudi delujejo na način, kot je zastavljen v spremljajoči dokumentaciji. V slednji so izpostavljene tiste funkcionalnosti in nabori podatkov, ki zagotavljajo potrebe njihovih uporabnikov. V ta informacijski sistem se vključujeta tudi aplikaciji za mobilno vzdrževanje, ki bosta podrobneje opisani v posebnem poglavju. S stališča vzdrževanja je najpomembnejši informacijski sistem Maximo, njegove značilnosti pa bodo podane v nadaljevanju.

3.3.2 Informacijski sistem Maximo

Vzpostavitev baze tehničnih podatkov (BTP) je bil tisti mejnik, ki predstavlja temelj informatizacije področja vzdrževanja. Kljub temu da je iz današnje perspektive bila izdelana dokaj okorno in s tedaj dostopno programsko opremo (dBase), je z nadaljnimi nadgradnjami prerasla v sodobno relacijsko podatkovno bazo, ki je solidna podpora številnim aplikacijam. Leta 2004 pa je v družbi ELES uveden informacijski

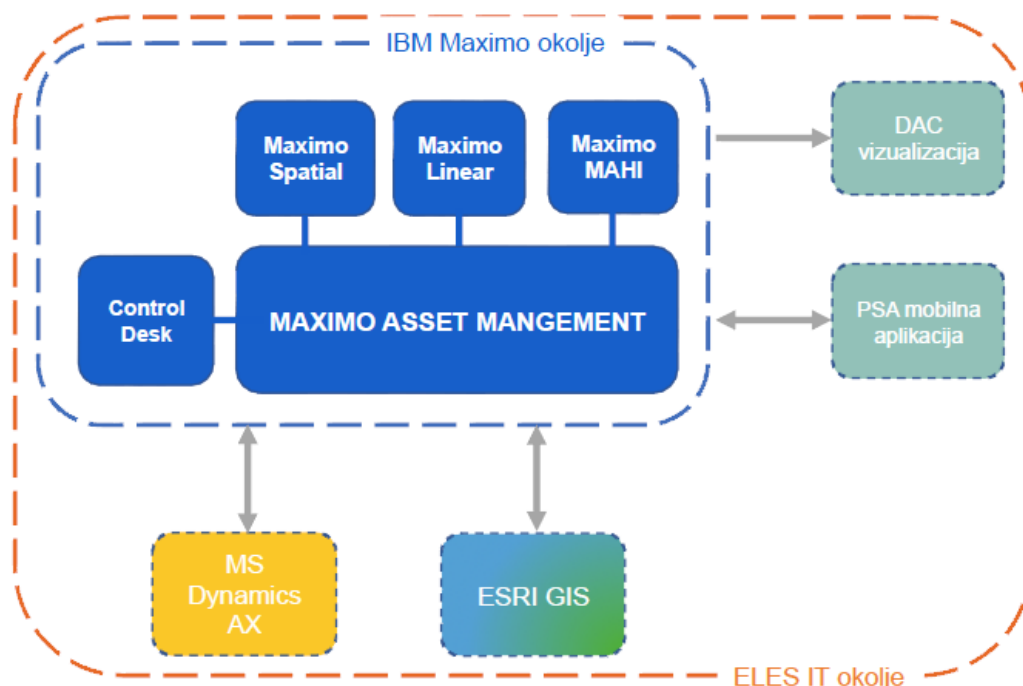
sistem Maximo, ki je namenjen predvsem za podporo posameznih funkcij v proizvodnih podjetjih (mišljena so klasična proizvodna podjetja, ne proizvodnja električne energije).

Programska podpora Maximo se je tekom let uveljavila na dveh pomembnih področjih poslovanja prenosnega podjetja, in sicer (glej sliko 14, EIMV, 2021):

- IBM Maximo ICD – celovita podpora procesom upravljanja IT sredstev in storitev z bazo podatkov o vseh IT sredstvih ter aktivnostih in
- IBM Maximo Asset Management – tehnična baza podatkov o sredstvih ter podpora procesom izvajanja vzdrževanja posameznih sredstev.

Tekom let so pridobljene izkušnje na delovanju tega IS nadgrajene z razvojem naslednjih modulov:

- IBM Maximo Spatial – modul, ki omogoča intergacijo z ESRI ArcGIS informacijskim sistemom in s tem vizualizacijo sredstev, njihovih relacij in



Slika 14: Umestitev informacijskega sistema Maximo v IT okolje družbe ELES
(Vir: EIMV, 2021)

delovnih nalogov na geoprostorskem zemljevidu – znotraj IS Maximo rešitve,

- IBM Maximo Linear – modul za upravljanje linearnih sredstev torej daljnovodov in kablovodov, ki je integriran z ESRI GIS sistemom in
- IBM Maximo AHI – modul za izračun in prikaz indeksa tehničnega stanja sredstev (AHI - Asset Health Index), ki posreduje podatke na vse kanale za

potrebe vizualizacije v DAC.

Maximo je informacijski sistem, ki se v družbi ELES uporablja za podporo procesom upravljanja sredstev na področju informacijske tehnologije (v PITK) in kot informacijska podpora upravljanju sredstev na področjih PUSP in PIPO. Pomembna pa je njegova integracija s številnimi aplikacijami, med katerimi so najpomembnejše:

- poslovnim IS AX (ERP),
- dejanska prisotnost zaposlenih RIS,
- PSA izmenjava podatkov o nalogih za delo,
- spletne strani družbe ELES idr.

Zelo pomembno je spremljanje podatkov s področja delovnih nalogov (tabela 4), kar je zahtevalo poenotenje vzdrževanja, ki se deli po vzrokih za delo (ELES, 2020):

- preventivno vzdrževanje,
- korektivno vzdrževanje,
- obnova,
- novogradnja,
- storitev za notranje,
- storitev za zunanje in
- tehnično administrativna podpora.

Nadaljnja strukturiranost podatkov v globino po tipih vzdrževalnih del zagotavlja dobro izhodišče za številne analize učinkovitosti in uspešnosti izvajanja vzdrževalnih del. Navedene podatke združimo s podatki iz tehnične baze podatkov ter s podatki iz poslovnega sistema in tako dobimo izhodišča za izračun številnih kazalnikov, ki so osnova za upravljanje s sredstvi v njihovi življenjski dobi. Z uporabo standardov s področja vzdrževanja pa lahko vzpostavimo tudi sistem kazalnikov vzdrževanja, ki se uporablja za spremljanje te dejavnosti. Poleg tega se z manjšimi prilagoditvami lahko vzpostavi katerikoli sistem spremljanja izvajanja funkcije vzdrževanja (RCM, AHI, LCC idr.).

Prizadevanja strokovnjakov in razvoj tega zahtevnega področja je rezultiral v uporabi naslednjih informacijskih sklopov, ki jih zaposleni v družbi nenehno uporabljajo in so:

- baza tehničnih podatkov sredstev, ki se sestoji iz:
 - ✓ lokacij,
 - ✓ lokacijskih sistemov,
 - ✓ sredstev,
 - ✓ hierarhije sredstev,
 - ✓ linearnih sredstev,
 - ✓ povezav (relacij) med linearnimi in nelinearnimi sredstvi,
 - ✓ meril na sredstvih;

Tabela 4: Šifranti vzrokov in tipa vzdrževalnih del v IS Maximo
(Vir: ELES, 2020)

Vzrok za delo		Tip dela	
Šifrant	Naziv	Šifrant	Naziv
PV	Preventivno vzdrževanje	RVZCP	Revizija EEN–celovit pregled
		RVZOP	Revizija EEN– izvedba opravil in odprava pomanjkljivosti
		PREG	Pregled DV (KB)
		ODMP	Odprava manjših pomanjkljivosti
		NADZ	Nadzor EEN
		RM	Remont EEN
		VOOO	Pregled in revizija opreme, orodja in objektov
		ČTL	ČTL–Čiščenje trase DV in KB – lastni
		ČTZ	ČTZ–Čiščenje trase DV in KB – zunanji
		RLP	Reševanje lastniške problematike
		DPN	Delo pod napetostjo
		STIK	Stikalniška dela
		KOL	Košnja objektov – lastni
KV	Korektivno vzdrževanje	ODOK	Odprava okvare
		PREG	Izreden pregled EEN
		PR	Projekt
OBN	Obnova	PR	Projekt
NOV	Novogradnja	PR	Projekt
STZN	Storitev za notranje	ELMD	Elektromontažna dela
		PREG	Električne meritve
		TPRE	Tovarniški preizkus
		VOBJ	Vzdrževanje objektov
		VOOO	Pregled in revizija opreme, orodja in objektov
STZU	Storitve za zunanje	RVZCP	Revizija EEN– celovit pregled
		RVZOP	Revizija ENN–izvedba opravil in odprava pomanjkljivosti
		PREG	Pregled DV
		ODMP	Odprava manjših pomanjkljivosti
		NADZ	Nadzor
		PR	Projekt
TAP	Tehnično administrativna podpora	SPLO	Splošni dela
		PR	Projekt

- upravljanje dela, ki zagotavlja spremljanje naslednjih dejavnikov:
 - ✓ nalogi za delo,
 - ✓ delovni plani,
 - ✓ poti;
- varnost in zdravje pri delu:
 - ✓ delovni nalogi s področja varstva pri delu,
 - ✓ osebna varovalna oprema, usposabljanja, nezgode idr.;
- napredno upravljanje sredstev:
 - ✓ meritve,
 - ✓ diagnostika;
- mobilne podpore:
 - ✓ uporaba PSA mobilnega sistema – integracija z IS Maximo.

Z realizacijo navedenih podsistemov in njihovo vključitvijo v informacijski sistem Maximo je dosežena največja možna stopnja posodabljanja in avtomatizacije poslovanja na področju vzdrževanja. V nadaljevanju pa si oglejmo še perspektive razvoja informatizacije v družbi ELES, kar zajema tudi projekt globoke digitalizacije poslovanja.

3.3.3 Nadaljnji razvoj informacijskih sistemov v družbi ELES

Razvoj družbe ELES je neposredno odvisen od nadaljnjih ukrepov na področju informatizacije in digitalizacije poslovanja. Navedena cilja sodita med prioritete naloge v strateškem načrtu za naslednje srednjeročno obdobje. Na splošno družba uresničuje naslednje cilje in to zlasti na področju upravljanja s sredstvi in vzdrževanja:

- uporaba novih funkcionalnosti sistema Maximo,
- povečanje dostopnosti prostorskih podatkov,
- povečevanje količine in kakovosti informacij,
- tesnejše integracije med različnimi informacijskimi sistemi,
- dostopnost do potrebnih informacij na delovnem mestu preko mobilnih aplikacij,
- širjenje komunikacij med aplikacijami in napravami (IoT),
- uvedba novih metodologij vzdrževanja (zmanjševanje stroškov vzdrževanja),
- uporaba sodobnih analitičnih orodij,
- uvedba novih tehnologij.

Med pglavitne cilje, ki se že uresničujejo v praksi, sodita tudi brezpapirnatost poslovanja ter vključevanje mobilnih aplikacij pri vzdrževanju daljnovodov. Ti dve rešitvi bosta podrobneje predstavljeni v nadaljevanju.

4 ODŠKODNINSKA PROBLEMATIKA V DRUŽBI ELES

Infrastruktura je zelo pomemben gradnik življenja in razvoja vsake države. V današnjem času si sodobne družbe ni mogoče zamisliti brez cest, železnice in letalskega prometa, sem pa sodijo tudi plinovodno in elektroenergetsko omrežje. V novodobnem času pa sta še zlasti pomembna telefonsko ter internetno omrežje, saj sta nepogrešljiva člena pri razvoju informacijske tehnologije in njenih sofisticiranih izdelkov. V industriji oz. gospodarstvu se tovrsten napredek odraža v razvoju pametnih omrežij in uporabi pametnih naprav, poleg tega pa je v zadnjem času na pohodu umetna inteligenca. Dosežki slednje pogosto mejijo na znanstveno fantastiko in kaže, da bo njena uporaba v veliki meri nadomestila človeške možgane. Kakšen vpliv bo to imelo na človeštvo, si je težko predstavljati, upamo pa lahko le-to, da ne bo povzročila oz. ustavila razvoj ljudskega uma.

Za vzpostavitev katerekoli infrastrukture je nujna njena umestitev v prostor, kar pomeni posege na zemljišča v tuji lasti. Nasprotje interesov med lastnikom in splošnim javnim interesom je tu očitno, a se kljub temu večina tovrstnih posegov le razreši v splošno zadovoljstvo in korist.

4.1 Splošno o odškodninah

Velika pestrost objektov v EES narekuje tudi različne pristope pri reševanju odškodninske problematike. Pri tem na splošno ločimo naslednje vrste odškodnin:

- odškodnine zaradi neustrezne kakovosti električne energije, ki jo razrešuje Agencija za energijo v skladu s sprejetimi uredbami oz. akti, ki temeljijo na standardu EN 50160 ter
- odškodnine zaradi odkupa zemljišča ali ustanovitve služnosti.

Opravka imamo z objekti (postroji), ki so skoncentrirani na eni lokaciji in se vsi problemi v zvezi z odškodninami rešujejo pred izgradnjo investicije z odkupom zemljišč. V te objekte sodijo termoelektrarne, jedrske elektrarne in razdelilne transformatorske postaje (RTP) oz. razdelilne postaje (RP). So pa tudi objekti oz. vodi, ki so lokacijsko razpršeni, kar še zlasti velja za:

- hidroelektrarne, pri katerih je stavba lokacijsko določena, jezero oz. brežine pa so lahko dolge tudi po več kilometrov,
- daljnovodi (vodi) pa so tipičen primer razpršenega gradnika EES in so dolgi tudi po več kot sto kilometrov.

Očitno je, da moramo pri takih gradnikih EES nujno ustanavljati pravico graditi z odkupom ter tudi pravico izvajati vzdrževalna dela z ustanovitvijo služnosti. Poleg

tega so tu še zelo pomemben člen dostopne poti, ki omogočajo dovoz do delov naprav oz. vodov v primeru izvajanja vzdrževanja.

4.1.1 Vrste služnosti in zakonodajni okvir

Do okrog leta 1990 je bilo področje služnosti urejano v duhu splošnega dobrega torej brez posebnih postopkov in morebitnih sodnih procedur ter vpisov v zemljiško knjigo. Z uveljavljanjem in poudarjanjem privatne lastnine so se razmere krepko spremenile in je postalo to področje velikanska ovira za gradnjo novih objektov in vodov in tudi za rekonstrukcijo starih (primer 110 kV daljnovoda Divača - Nova Gorica, vas Renče). Po vzpostavitvi in uveljavitvi privatne lastnine kot velikega dosežka demokratizacije pa so se razmere popolnoma spremenile, kar pomeni, da gradnja novih daljnovodov ni mogoča brez ureditve lastninskih pravic oz. pravice služnosti. Tako na tem področju ločimo naslednje načine urejanja lastninsko-pravnih razmerij med investitorjem in lastnikom zemljišča (EIMV, 2009):

- zakonite služnosti, ki se delijo na:
 - ✓ stvarne služnosti in
 - ✓ neprave stvarne služnosti;
- razlastitev in omejitev lastninske pravice,
- postopek s pravnim poslom oz. z odločbo upravnega organa,
- zakoniti postopek ustanovitve služnosti v javno korist,
- priposestvovanje služnosti v javno korist.

Zakonodaja, ki ureja navedeno področje, je zelo obsežna iz literature pa podajamo le izveček tovrstnega pregleda, ki je narejen v delu (EIMV, 2009). Za posamezen zakon je podan pregled naslednjih dejavnikov:

- obveznosti SOPO,
- pravice SOPO,
- nastanek služnosti,
- prenehanje služnosti,
- financiranje in obračun.

Za orientacijo je podan delni tabelarični pregled členov navedenih zakonov, ki zajemajo posamezne zakonske akte s področja urejanja služnosti (tabela 5).

V primeru dogovora med lastnikom zemljišč in zainteresiranim lastnikom infrastrukture se izdela pogodba, ki mora vsebovati naslednje podatke (EIMV, 2009):

- določitev pogodbenih strank, pridobitev kopije osebnih dokumentov ali njihove legitimacije pri notarju, davčne številke in številke bančnega računa služnostnega zavezanca,
- opredelitev vsebine pogodbe stvarne služnosti, določitev parcelnih števil in katastrskih občin služečih in gosposdujočih parcel - stvari,

*Tabela 5: Delni pregled zakonodaje na področju odškodnin
(Vir: EIMV, 2009)*

Zakon:	Obveznosti SOPO:	Pravice SOPO:	Nastanek služnosti:	Prenehanje služnosti:	Financiranje in obračun:
SPZ	219.	210.,212.,218.,219.	214. + 217.	220.+230.	
ZGO-1	56.				
ZGO-1B	128.				
ZUDGVA	8.+13.	8.			
ZSPDPO		29.			
ZUreP-1	105.+107.	92.+94.	95.+104.108.+110.	111.+114.	
EZ	58.	57., 59.+61.			
EZ-A		42.	42.		
EZ-B		11.	12.		
EZ-C			19.,20.,59.a+59.e		

Legenda – kratice pomenijo naslednjo zakonodajo (EIMV, 2009):

SPZ - Stvarnopravni zakonik,

ZGO-1 - Zakon o graditvi objektov,

ZGO-1B - Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o graditvi objektov,

ZUDVGA - Zakon o ureditvi določenih vprašanj v zvezi z graditvijo avtocestnega omrežja v Republiki Sloveniji,

ZSPDPO - Zakon o stvarnem premoženju države, pokrajin in občin,

ZUreP-1 - Zakon o urejanju prostora,

EZ - Energetski zakon,

EZ-A - Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona,

EZ-B - Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona,

EZ-C - Zakon o spremembah in dopolnitvah Energetskega zakona.

- vsebina služnosti: neoviran dostop in dovoz, opravljanje pripravljalnih in gradbenih, instalacijskih ter vzdrževalnih del, meritev in nadzora omrežja,
- območje služnosti, varovalni pasovi,
- nadomestilo za podeljeno služnost v višini denarne odškodnine, ovrednotenje služnosti s pomočjo cenitve ali cenika,
- določitev rokov za podpis pogodbe, plačilo nadomestila in vknjižbo,
- zemljiško knjižno dovolilo in vknjižba služnosti v zemljiško knjigo,
- stroški urejanja služnosti in njihovi plačniki.

Seveda je pogodba končni rezultat vseh prizadevanj in izvedenih postopkov, ki so opisani v nadaljevanju.

4.1.2 Postopki urejanja služnosti

Urejanje služnosti je zelo zahtevno in zamudno delo, ki od izvajalcev posameznih nalog zahteva visoko stopnjo vztrajnosti, potrpežljivosti, razumevanja ter tudi empatije do v postopku udeleženih strank. Tu pridejo še zlasti do izraza sposobnosti komunikacije in razumevanja potreb lastnikov zemljišč. Pomembno je potrpežljivo sodelovanje v tehničnih in še zlasti v upravnih postopkih. Med tehnične postopke štejemo naslednje (EIMV, 2009):

- mikrolociranje trase posameznih odsekov PO v katastrski načrt,
- izris trase v ločljivosti določitve tudi najmanjše zemljiške parcele in določitev širine,
- trase z zakonsko določenimi odmiki,
- poizvedba o lastništvu parcel, čez katere potekajo vodi,
- pregled zemljiške knjige in bremenskih listov, razdelitev med zemljišča, ki imajo služnosti že urejene in med neurejena zemljišča.

Pravno-premoženjska opravila pa zajemajo vse korake, ki so potrebni, da je tovrstni pravni posel tudi uradno veljaven. V ta namen je treba opraviti naslednje korake (EIMV, 2009):

- kontakt z lastniki zemljišč ali njihovimi dediči (številne nepremičnine nimajo urejenega aktualnega lastništva! V tem primeru je treba za dediče izvesti še postopek dedovanja ali dodatnega dedovanja za naknadno ugotovljeno premoženje),
- določitev obsega služnosti za posamezno parcelo,
- ocenitev vrednosti oziroma denarnega nadomestila za podeljeno služnost,
- sestava in podpis pogodbe,
- plačilo nadomestila,
- overitev pogodbe s strani lastnika nepremičnine,
- priprava zemljiško knjižnega predloga za vknjižbo služnosti, plačilo takse za predlog in vknjižbo ter predložitev predloga s pogodbo v vknjižbo pristojnemu sodišču,
- obveščanje pogodbenih strank in pristojne DURS.

Iz opisa postopkov, ki jih je treba izvesti za vzpostavitev služnosti oz. za podpis pripadajoče pogodbe, je razvidno, kako zahtevna je ta dejavnost. To še zlasti velja za lastnike zemljišč, ki so prav gotovo upravičeno čustveno navezani na svojo lastnino in je primeren odnos do teh ljudi več kot potreben in zaželen.

4.2 Odškodnine v družbi ELES

Udeleženci v postopku pridobivanja služnosti so lastniki zemljišča in družba ELES, vedno pa se vključuje še cenilec. Za izvedbo tega pravnega posla se uporabljajo

naslednji postopki:

- sporazumna ureditev služnosti,
- ureditev služnosti na podlagi odločbe ali upravnega organa in
- priposestvanje služnosti.

Prav gotovo je za vse v postopku udeležene deležnike najprimernejše, če se zadeva med strankami uredi sporazumno in to brez kakršnihkoli zapletov.

Kot je bilo omenjeno, se je po letu 1990 vrnil pomen privatne lastnine v skladu z družbenimi spremembami. Zato je družba ELES naročila študijo:

*Oblikovanje predloga pokritja stroškov neurejenih služnosti in odškodnin
sistemskega operaterja prenosnega omrežja ELES iz CUO,*

študija številka 1954, ki je bila dokončana v mesecu januarju leta 2009. Študijo so izdelali na EIMV, Ljubljana v sodelovanju z družbo SISTEMING. Študija je vseobsežno zajela problematiko služnosti v družbi ELES in osnovne ugotovitve so naslednje:

- za pokritje stroškov nerazrešenih odškodnin je za postopno urejanje služnosti predpostavljen časovni interval 15 let,
- v tem obdobju bi se omrežnina za uporabo prenosnega omrežja z 1,8 % v prvem letu dvignila na 10,5 % v zadnjem, petnajstem (15.) letu,
- celotna cena za uporabo omrežij pa bi se od 0,6 % v prvem letu dvignila na 3,6 % v petnajstem letu. Po tem letu naj bi se začel strošek razreševanja odškodnin zmanjševati in bo prenehal ob zadnjem amortizacijskem odpisu po 30. oz. 40. letu.

Predlagana rešitev je zelo ugodna, ker ne povzroča cenovnih skokov tako pri omrežnini, kot jih ne povzroča pri celotni ceni za uporabo omrežij.

V pričujoči študiji so obravnavane odškodnine zaradi izvajanja vzdrževanja, in sicer:

- na stojnem mestu,
- na trasi daljnovoda vključno s poseki vegetacije,
- vpliv na kakovost dovoznih poti zaradi prevoza težke mehanizacije.

Tudi tu nastajajo primeri, ko:

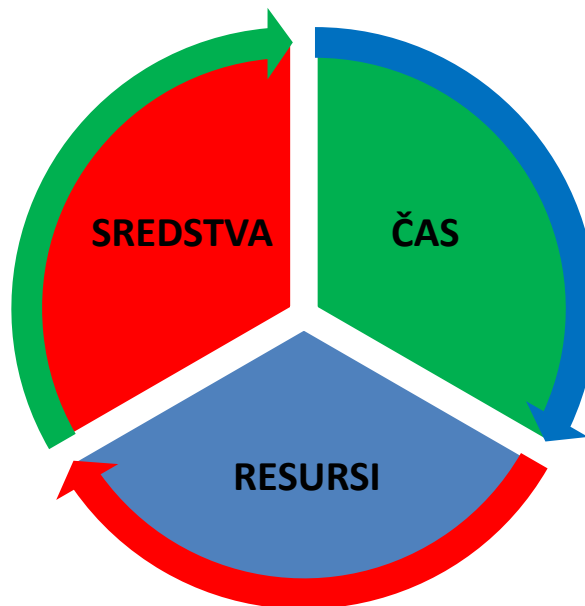
- lastnik dovoli dostop na zemljišče,
- lastnik ne dovoli dostopa na zemljišče,
- lastnik ne dovoli dostopa – izvedba del pa je nujna.

Navedeni primeri se rešujejo v skladu s postopki, navedenimi v tem poglavju naloge. V večini primerov pa pri delu na terenu ni zapletov in so dogovori z lastniki zemljišč mogoči.

5 RAZVOJ INFORMACIJSKE PODPORE VZDRŽEVANJU

Izvajanje projektov zahteva postavitev izhodišč, ki zagotavljajo učinkovitost izvedbe ter prav tako uspešnost investicije v njeni življenjski dobi. Prav gotovo je nabor dokumentacije, potrebne za gradnjo (uvajanje) posameznih objektov, izvedbo projektov ali informacijskih sistemov, odvisen od obsega tako gradbenega kot tudi drugih delov investicije. V primeru razvoja in posodobitve informacijskih sistemov, ki so podpora vzdrževanju, gre le za nadgradnjo oz. povečanje funkcionalnosti obstoječe opreme tako strojne kot tudi programske. Načeloma pa je treba pri vodenju projektov nenehno spremljati naslednje ključne dejavnike, ki najbolj vplivajo na izvajanje projekta (glej sliko 15):

- sredstva (nenehna kontrola usklajenosti opravljenih del in porabljenih sredstev),
- čas (ali dela potekajo v skladu s terminskim planom in ali obstajajo tveganja za pravočasno izpolnitev posameznih obveznosti),
- resursi (spremljanje zasedenosti in kompetentnosti osebja ter izkoriščenosti strojev in naprav v izdelovalni verigi).



Slika 15: Dejavniki, ključni za uspešno izvedbo projekta
(Lastni vir)

V nadaljevanju bodo podana osnovna tehnična izhodišča, ki jih je treba upoštevati pri prehodu na mobilno vzdrževanja (PSA sistem) ter osnove prehoda s klasičnega (papirnatega) načina poslovanja na brezpapirnati.

5.1 Izhodišča za razvoj informacijske podpore

Informacijska podpora vzdrževanju je projekt, ki je v nenehnem izvajanju, saj je funkcija vzdrževanja med pomembnejšimi v družbi ELES. Pri tem je odprtih kar nekaj projektov, ki bodo prispevali k doseganju ključnega strateškega cilja, ki je digitalizacija poslovanja. Pomembne so tiste dejavnosti, ki pokrivajo podatkovno podporo procesom, podpirajo pa tudi izvajanje posameznih procesov. To so naslednja področja (dejavnosti):

- zajem, prenos, shranjevanje in obdelava podatkov:
 - ✓ v uporabi je tudi aplikacija PSA, ki temelji na podatkovni podpori vzdrževanju na terenu;
 - ✓ tu je najpomembnejši projekt statistika dogodkov, ki bo zajemal integracijo zbiranja podatkov o dogodkih v EES za potrebe obratovanja, vzdrževanja in razvoja ter za upravljanje s sredstvi;
- projekti s področja digitalizacije, ki med drugim zajemajo:
 - ✓ informacijsko podporo področju odškodnin,
 - ✓ informacijsko podporo brezpapirnemu poslovanju in drugi številni projekti.

Kompleksnost informacijskih sistemov v družbi ELES je enormna, prav tako pa tudi medsebojna prepletenost procesov in podatkov v posameznih bazah. V nalogi se bomo omejili na IS PSA, ki je nosilec procesa posodobitve vzdrževanja na terenu.

5.1.1 Klasičen način organiziranja in izvajanja vzdrževanja

Vzdrževanje se izvaja v centrih za infrastrukturo prenosnega omrežja (CIPO) po skupinah:

- za vzdrževanje RTP in
- za vzdrževanje daljnovodov.

Dela potekajo v skladu z ustaljenimi postopki v vseh CIPO torej tudi v CIPO Divača. Njihov potek je naslednji:

- v pripravi del se odpre delovni nalog za periodični ali izredni pregled daljnovoda na zahtevo vodje vzdrževanja,
- vodja delovne skupine prejme nalog in dovoljenje za delo na določenem daljnovodu,
- vodja delovne skupine razporedi delo med preostale vzdrževalce – določi kje in kaj bo kdo delal na daljnovodu,
- vzdrževalci po končanih delih napišejo poročilo o obhodu ali reviziji, v katerega vpišejo vse ugotovljene pomanjkljivosti, ki bi lahko vplivale na zanesljivo delovanje daljnovoda,
- vodja skupine na podlagi poročil vnese in napiše zbirno poročilo, ga potrdi in preda vodji vzdrževanja za daljnovode,

- vodja vzdrževanja na podlagi zbirnega poročila razporedi pomanjkljivosti oz. morebitne okvare na daljnovodih glede na njihove prioritete in zagotovi njihovo odpravo.

Tako zastavljeni procesi potekajo z dokumentacijo v papirnati obliki brez avtomatskih računalniških prenosov med službami oz. brez hranjenja podatkov v skupni podatkovni bazi. Sistem dela je utečen, vendar zelo pomanjkljiv zaradi nezadostne preglednosti in neustrezne hitrosti beleženja podatkov. Prehod na PSA IS bo omogočil tudi brezpapirno poslovanje, kar je eden od strateških ciljev projekta digitalizacije v družbi.

5.1.2 PSA vzdrževanje

Informacijski sistem PSA je integriran v podatkovno zbirko IS Maximo (glej sliko 13). V tem IS so razpoložljivi naslednji šifranti:

- osnovni šifranti,
- klasifikacija okvar,
- lokacije,
- sredstva,
- priključeni dokumenti,
- nalogi za delo (opravila, ugotovitve),
- planirano in opravljeno na ND in opravila,
- meritve in stanja sredstev,
- pregledi delovišč (varnost in zdravje pri delu),
- delovni plani,
- klasifikacije.

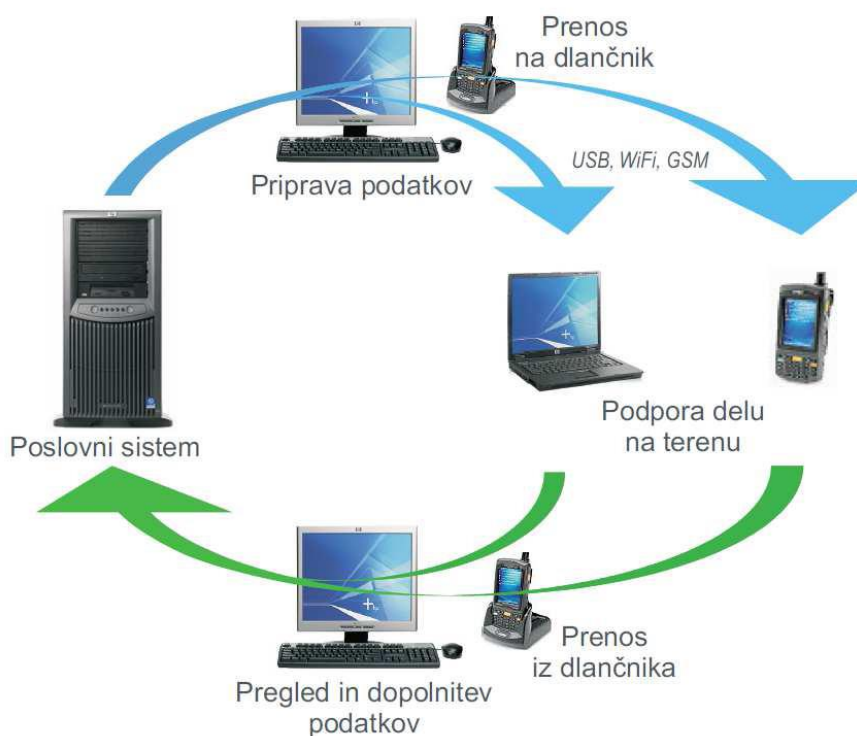
Mobilni sistem vzdrževanja je integriran tako, da prek spletnih storitev zagotavlja naslednje dejavnosti:

- kreiranje novih nalogov za delo in opravila,
- dopolnjevanje podatkov na nalogih za delo (ND) oz. glede opravil,
- omogoča spreminjanje opisa na nalogu za delo.

IS PSA je program za mobilne naprave (tablice, telefone, ipd.), s katerimi se vodi in spremlja izvajanje nalog vzdrževanja na terenu. Mobilna naprava prejme podatke o nalogah s strežnika preko brezžične povezave (glej sliko 16). Strežnik podatke pridobiva (in vrača) iz generalnega programa celotne družbe ELES. V sistemu se pripravi nabor nalog za izvajanje vzdrževanja na terenu, kjer se odpre Naloge za delo (ND, glej sliko 17), v njih pa se doda konkretna opravila, ki zajemajo tudi obhodna opravila. V spletni aplikaciji PSA se ND in opravila prevzame iz sistema (status označuje, da so v pripravi oz. že v izvajanju na terenu), se jih dopolni (npr. obhodnemu

opravilu se določi en ali več obhodov oglednikov, vsak obhod za svojo obhodno pot), po potrebi pa se določi ali spremeni kdo in kdaj naj opravila izvaja.

ND in opravila s fazo **Za teren** so označena (ELES, 2013), da se jih lahko prevzame na mobilne naprave, na katerih se izvaja aplikacija PSAMobile. Terenski izvajalec opravila, ki ga je izvedel, tako označi, po potrebi pa doda novo ugotovljena opravila (ugotovljene okvare), ki jih lahko ob delih že izvede (odpravi) in se dodajo izbranemu nadrejenemu ND, v kolikor pa ugotovitve še niso izvedene, pa po prenosu na strežnik ostanejo nerazporejene. Terenski uporabnik lahko na izbran ND ali opravila doda zapise o opravljenem delu in uporabljenih orodjih, ki se prenesejo nazaj na strežnik ob prenosu ND oz. opravil. Na strežniku v spletni PSA aplikaciji se vrnjene in nove opravljene naloge pregleda in nato prenese v sistem ter izdela poročila. Nerazporejena opravila pa čakajo, dokler se jih ne razporedi na izbrane ND in se jih prenese v sistem, ali pa kar nazaj na teren v izvajanje. Uvajanje novega sistema je potekalo s prejemom navodil in na treh delavnicah, ki so zajemale dvakratno delo na testnih verzijah in enkrat na analizi ugotovljenih napak na programski opremi testnih verzij.



Slika 16: Potek dela preko PSAMobil
(Vir: Interna gradiva ELES d. o. o.)

Z uvedbo novega sistema PSA-Mobile so na voljo nove funkcionalnosti, ki omogočajo naslednji potek dela:

eka Uredi Pogled Prijubljene Orodja Pomoč

Sledenje delovnih nalogov

Delovni nalog

Delovni nalog: NZT1014089	Nadzor RTP Beričevo	Primarna enota: ITK	Priloge
Delovna lokacija: 3934	Beričevo	Razred: WORKORDER	Status: WAPPR
Sredstvo:		* Tip dela: NADZ	Opis statusa: V pripravi
Nadrejeni DN:		Konto GK:	Datum statusa: 16.02.2017 10:27:33
Šifra AX naloga:		Razred okvare:	Podeduje spremembe statusa? <input checked="" type="checkbox"/>
Pogodba AX:		Koda problema:	Sprejme bremenitve? <input checked="" type="checkbox"/>
Klasifikacija:		* Organiz. enota: CIPOLJ	Je opravilo? <input type="checkbox"/>
Opis klasifikacije:		Datum izdaje: 01.02.2017	Pod nadzorom toka? <input type="checkbox"/>
Interna oznaka:			Prekini nadzor toka? <input type="checkbox"/>
* Vzrok za delo: PV			Dejanje toka: >>
			Podpora za dejanje toka? <input type="checkbox"/>

Delovni plan: NA02	Sredstvo deluje? <input type="checkbox"/>	Prioriteta sredstva/lokacije:
Št. revizije delovnega plana: 3	Obstajajo garancije? <input type="checkbox"/>	Prioriteta:

Slika 17: Vnosno okno PSA aplikacije – Sledenje delovnih nalogov
(Vir: EIMV, 2020)

- PSA sistem avtomatsko opozarja na rok (čas) periodičnega pregleda določenega daljnovoda,
- priprava del izdelava nalog za delo, v sistem se vnesejo podatki o vodji del in delavcih, ki bodo tisti dan delali na daljnovodu,
- vodja del in delavci dobijo na tablične računalnike zahtevana posamezna opravila in naloge za izvedbo del,
- na terenu preko tabličnih računalnikov sproti vnašajo pomanjkljivosti, ki jih odkrijejo pri pregledu daljnovoda,
- po zaključku del vodja del vnese operativne stroške (ure, dodatke, amortizacijska sredstva idr.), ki so nastali oz. bili uporabljeni pri izvedbi del,
- ob prihodu v RTP Divačo vsak naredi izmenjavo podatkov preko strežnika,
- podatki se iz PSA sistema prenesejo v skupno bazo – generalni program in so na voljo za nadaljnjo planiranje odprave pomanjkljivosti ter njihovo sledljivost. Na voljo so tudi za takojšen pregled stanja daljnovodov.

Z analizo učinkov uvajanja PSA IS bo v nadaljevanju utemeljena uporaba tega podpornega sistema, ki veča učinkovitost in uspešnost vzdrževanja.

5.2 Analiza upravičenosti uvedbe informacijske podpore vzdrževanju

Družba ELES je v lasti države torej Republike Slovenije in je zaradi tega večina investicij izpostavljena presoji ustrezne zakonodaje o javnem naročanju. Na področju vrednotenja investicij oz. pripravi in obravnavi investicijske dokumentacije je merodajen dokument (UREDBA, 2016). Navedena uredba opredeljuje enotno metodologijo za pripravo in obrnavo investicijske dokumentacije in vsebuje (UREDBA, 2016):

- metodološke osnove za ocenjevanje in vrednotenje investicij,
- vrste in obvezno vsebino investicijske dokumentacije,
- postopke in udeležence pri pripravi in ocenjevanju investicijske dokumentacije ter odločanju o investicijah,
- minimum meril za ugotavljanje učinkovitosti projektov, ki se izvaja v vseh fazah projektnega cikla, in so podlaga za odločanje o investicijah ter njihovo uvrstitev v načrt razvojnih programov.

Prav gotovo je oblika dokumentacije odvisna od obsega in pomembnosti investicije, kar se v končni fazi odraža v stroških investicije. Po uredbi so predvideni naslednji postopki za vrednotenje investicij (UREDBA, 2016):

- analiza stroškov in koristi,
- analiza stroškovne učinkovitosti,
- analiza tveganja,

- analiza občutljivosti,
- analiza vplivov,
- multikriterijska analiza,
- druge primerne metode, ki upoštevajo pravila stroke ter posebnosti posameznega področja.

Glede na sorazmerno nizke stroške izvedbe oz. uvajanja aplikacije mobilnega vzdrževanja je tovrstna investicija bila vključena v druge projekte vendar je kljub temu izdelana analiza njenih učinkov na uspešnost oz. učinkovitost izvajanja funkcije vzdrževanja.

5.2.1 SWOT analiza upravičenosti uvajanja PSA vzdrževanja

V prejšnji točki navedene metode ugotavljanja upravičenosti investicij oz. projektov so zelo zahtevne in za njihovo izdelavo potrebujemo številne eksaktne podatke. Ker le-ti niso dosegljivi, bomo uporabili SWOT analizo, ki je primerna za projekte (investicije ali za izdelavo strategij), katerih podatki niso določljivi v številčni obliki. Torej imamo opravka s podatki, ki so bolj vrednostne narave.

SWOT analiza temelji na upoštevanju naslednjega postopka:

- najprej obravnavamo notranje dejavnike, ki pa zajemajo:
 - ✓ prednosti projekta ali investicije (**S** – strengths),
 - ✓ slabosti projekta ali investicije (**W** – weaknesses);
- nato obravnavamo še zunanje dejavnike, ki zajemajo:
 - ✓ priložnosti projekta ali investicije (**O** – opportunities),
 - ✓ tveganja ali grožnje projekta ali investicije (**T** – threats).

Ob upoštevanju izkušenj pridobljenih med realizacijo projekta (snovanje, izvedba, uporaba) so rezultati SWOT analize naslednji (slika 18):

- za notranje dejavnike velja:
 - ✓ prednosti projekta ali investicije (**S** – strengths) so naslednje:
 - enostavno delo vseh v proces vključenih delavcev,
 - dostopnost do ključnih podatkov na terenu,
 - omogočen sproten vnos podatkov in ugotovitev na terenu,
 - možnost dopolnjevanja DN v odvisnosti od stanja naprav,
 - brezpapirno poslovanje idr.;
 - ✓ slabosti projekta ali investicije (**W** – weaknesses) so naslednje:
 - prenos podatkov le ob prijavi na strežnik,
 - zapletena navodila za uporabo,
 - potreba po dodatnem šolanju;



Slika 18: SWOT analiza uvajanja PSA mobilnega vzdrževanja
(Lastni vir)

- za zunanje dejavnike lahko ugotovimo naslednje:
 - ✓ priložnosti projekta ali investicije (O – opportunities),
 - izmenjava izkušenj z drugimi tovrstnimi proizvajalci,
 - možnost nadgradnje sistema PSA in njegova komercializacija,
 - razvoj večnamenskega izdelka za širšo prodajo;

- ✓ tveganja ali grožnje projekta ali investicije (T – threats) so naslednje:
 - cena izdelka ni konkurenčna,
 - konkurenti imajo boljši izdelek.
 - majhno število izdelkov – zasičenost (nezainteresiranost) trga.

SWOT analiza kaže, da je uvajanje PSA mobilnega vzdrževanja upravičeno, saj pozitivni učinki daleč presegajo pomanjkljivosti njegove uporabe. Slednje bo najenostavneje odpraviti z nenehno uporabo tega sistema in njegovim nadgrajevanjem, pri čemer je treba upoštevati pripombe in težave uporabnikov, ki nastajajo tekom uporabe. Prav tako je zanimiva tudi morebitna komercializacija tega izdelka, ki predstavlja možnost njegove širše uporabe.

5.3 Možni razvoj področja vzdrževanja in njegove informatizacije

V družbi ELES je sprožen proces uresničevanja strateškega cilja digitalizacije celotnega poslovanja družbe. Navedeni obsežen in zelo pomemben projekt mora temeljiti na naslednjih ciljih:

A) na nivoju celotne družbe izpostavljamo naslednje razvojne cilje:

- zagotoviti oblikovanje podatkovnih baz, ki bodo omogočile enkratni zajem in shranjevanje podatkov ter dostop do le-teh vsem aplikacijam, ki se uporabljajo na različnih poslovnih področjih družbe od tehničnih do finančnih služb. S tem je zagotovljeno enotno oblikovanje različnih poročil in drugih izdelkov in to z enakimi rezultati obdelav;
- informatizirati vse dejavnosti, ki še niso in so v kakršnikoli obliki odvisne od »papirnatega« načina dela;
- podatkovno povezati in uskladiti različna področja delovanja, ki pa se jim posamezni poslovni procesi prekrivajo in so medsebojno odvisni tako podatkovno kot tudi analitično;
- spodbujati sodelovanje zaposlenih na različnih področjih, spoznavanje dela, postopkov in znanj, potrebnih za izvajanje posameznih del in nalog – spodbujanje timskega dela;

B) na nivoju vzdrževanja pa so cilji nadaljnega razvoja naslednji:

- nadgraditi nabor podatkov za potrebe posameznih področij in je njihov nastanek povezan z vzdrževanjem (PIPO oz. CIPO),
- nadgraditi nabor podatkov, ki nastajajo na drugih področjih in so potrebni za namene vzdrževanja,

- zagotoviti ustrezen zajem navedenih podatkov, njihovo enopomenskost in usklajenost z zahtevami, ki jih pred družbo postavlja slovenska in evropska zakonodaja,
 - uskladiti aplikacijo PSA z zgoraj navedenimi zahtevami,
 - analizirati možnost in upravičenost uvedbe sodobnih metod vzdrževanja kot sta:
 - ✓ uporaba metode v zanesljivost usmerjenega vzdrževanja (RCM – Reliability Centered Maintenance) in predvideti morebitne prilagoditve PSA tej aplikaciji,
 - ✓ možnosti uporabe indeksa stanja naprav in potrebne prilagoditve aplikacije PSA temu načinu določanja stanja naprav in vodov;
- C) na nivoju samega izdelka – aplikacije PSA mobilnega vzdrževanja so cilji nadaljnjega razvoja naslednji:
- analizirati delovanje aplikacije PSA in predlagati dopolnitve oz. razširitve njene funkcionalnosti v skladu s potrebami vzdrževanja,
 - uskladiti aplikacijo PSA z izhodišči navedenimi pod točko B),
 - analizirati delovanje aplikacije PSA in predlagati dopolnitve oz. razširitve njene funkcionalnosti v skladu s potrebami vzdrževanja.

Izpostavili smo le nekatere cilje v skladu s celostnim pogledom na delovanje družbe ELES in nadaljnjega razvoja področja vzdrževanja. Predvidevamo, da bo dolgoročno uresničena večina navedenih ciljev, kar pomeni, da bo razvoj družbe ELES potekal v smeri večanja učinkovitosti in uspešnosti izvajanja vzdrževanja in s tem tudi poslovanja družbe.

6 ZAKLJUČKI

Rezultate pričujoče naloge lahko strnemo v naslednje zaključke:

1. Pregledu osnovnih značilnosti systemskega operaterja prenosnega elektroenergetskega omrežja Slovenije, ki je družba ELES, so vključena prizadevanja družbe pri pridobivanju sredstev za številne projekte evropskega in mednarodnega pomena. Delovanje družbe kot celote je zelo uspešno, saj je EES Slovenije med učinkovitejšimi sistemi v Evropi.
2. Izvajanje funkcije vzdrževanja v družbi sledi najnovejšim trendom na tem področju. Vzdrževanje po času in vzdrževanje po stanju se nadgrajujeta s sistemom v zanesljivost usmerjenega vzdrževanja (RCM – Reliability Centered Maintenance) ob tem, da se poskuša uvajati indeks stanja naprav (AHI) ter ugotavljanje stanja naprav v diagnostičnem centru.
3. Pri nadaljnjem razvoju vzdrževanja je pomembna tudi informatizacija procesa, ki se izvaja s številnimi projekti. Najpomembnejši med njimi je poenotenje in integracija statistike dogodkov za potrebe PIPO, PUSP in POS.
4. Odškodninska problematika ostaja dokaj pereč problem in se sprejem konkretnjših odločitev prelaga v prihodnost. To področje pa je ustrezno informacijsko podprto in to z geografskim informacijskim sistemom (EGIS) ter z IS AX, ki zajema poslovne podatkovne vsebine in obdelave.
5. Mobilno vzdrževanje daljnovodov in RTP je prispevek k posodabljanju te funkcije, kar je še zlasti pomembno za daljnovode, saj se delo izvaja na terenu. Poleg lažjega dela ter dostopnosti do pomembnih podatkov, saj so na voljo praktično vsi relevantni podatki, potrebni za izvajanje vzdrževanja, je pomembna tudi informacijska podpora in dostopnost do podatkov, povezanih z odškodninsko problematiko.
6. Nadaljnji razvoj mobilnega vzdrževanja bo predvidoma usmerjen v posodabljanja nabora podatkov, ki bodo vključevani v zajem prav zaradi implementacije različnih metod vzdrževanja in zagotavljanja potreb po podatkih, nujnih za njihovo delovanje.

Predvidevamo realizacijo zastavljenih ciljev v skladu s potrebami družbe, ki pa se sproti usklajujejo v skladu s sprejetimi strateškimi dokumenti.

7 LITERATURA IN VIRI

AE (2020). *Poročilo o stanju energetike v Sloveniji*. Agencija za energijo. Maribor.

Bokal, D. et al. (2021). *Terminološki sistem poimenovanja osnovnih gradnikov v EES*. Laško: 15. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED.

Bokal, D. et al. (2017). *Teorija vzdrževanja – koncepti, metode, vzdrževalna dela in opravila*. Maribor: 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED, Maribor.

Bokal, D. et al. (2015). *Kazalniki vrednotenja vzdrževanja po SIST EN 15341*. Portorož: 12. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED.

EIMV (2003). *Odškodninske strategije v slovenskem DEES*. Študija št. 1593, Ljubljana.

EIMV (2020). *Posodobitev nacionalnega programa pametnih omrežij*. EIMV, UM FERI, UL FE. Ljubljana. Številka št. 2444.

EIMV (2021). EIMV, BE: BLUEPRINT ENERGY: *Prenova informacijskega sistema Maximo za informacijsko podporo pri upravljanju s sredstvi in vključevanju dodatnih organizacijskih področij*. Študija št. 2470, Ljubljana.

EIMV (2009). *Oblikovanje predloga pokritja stroškov služnosti in odškodnin systemskega operaterja prenosnega omrežja ELES in CUO*. EIMV, SISTEMING: Študija št. 1954, Ljubljana.

ELES (2019). *Razvojni načrt prenosnega sistema Republike Slovenije od leta 2019 do leta 2028*, Ljubljana.

ELES (2020). *Navodilo o vzdrževanju elektroenergetskih prenosnih naprav*. Na K 7.5.12.1, izdaja 9 KU.

ELES (2013). *Navodila za uporabnike informacijskega sistema Maximo*. Ljubljana, januar 2013.

EU COMM. (2012). European Commission, JRC Reference Reports; *Guidelines for conducting a cost-benefit analysis of smart grid projects*, Luxembourg: Report EUR 25246 EN.

FE (2016). *Uvedba metode indeksa stanja naprav (AHI) v upravljanje s sredstvi v družbi ELES*, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko.

FERI (2014). *Opredelitev metod vzdrževanja linijskih objektov prenosnega podjetja in potrebna programska oprema*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko. Št. študije 207/2013.

FERI (2012). *Uporaba sodobnih metod vzdrževanja elementov stikališč prenosnega podjetja*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko. Št. študije 657/2011.

FERI (2018). *Zasnova informacijske podpore za upravljanje vegetacije v trasah daljnovodov*. Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko. Študija št. NAR2017/4166.

Ferlič, R. et al. (2017). *Vpliv nove zakonodaje na spremljanje kazalnikov učinkovitosti vzdrževanja RTP v družbi ELES*. Maribor: 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED.

Hrast, M. et al. (2016). *Posodabljanje vzdrževanja v družbi ELES*. Nova Gorica: 3. slovenska konferenca o vzdrževanju elektroenergetskih objektov CIGRE-CIRED.

McDonald, D. J. (2007). *Electric Power Substations Engineering*, Electric Power Engineering Handbook. CRC Press, Taylor&Francis Group, Boca Raton.

Nahman, J. et al. (2005). *Razvodna postrojenja*, Elektrotehnički fakultet, Beograd: Akademska misao.

Pečjak, N. M. (2011). *ABC celovitega obvladovanja projektov in Microsoft Project*. Ljubljana: Pasadena.

Peršič, A. (2019). *Upravičenost zamenjave transformatorja 400/110 kV v RTP Divača*. Diplomsko delo, Kranj: ICES, višja strokovna šola.

Požar, H. (1984). *Visokonaponska rasklopna postrojenja*, Zagreb: Tehnička knjiga.

PRAV. (2016): *Pravilnik o vzdrževanju elektroenergetskih postrojev*, Uradni list št. 22/2016.

Priročnik. (2004). *Priročnik za izdelavo analize stroškov in koristi investicijskih projektov*, (prevod). Ljubljana: Služba Vlade RS za strukturno politiko in regionalni razvoj. Strukturni skladi EU v Sloveniji. Pridobljeno 14. 11. 2021 z naslova http://europa.eu.int/comm/regional_policy/sources/docgener/guides/guide_en.htm.

Ribič, J. et al. (2017). *Vloga informacijskih sistemov pri sodobnih načinih vzdrževanja stikališč*. Maribor: 13. konferenca slovenskih elektroenergetikov CIGRE-CIRED.

Seršen, E. et al. (2016). *Zakonska izhodišča za izvajanje vzdrževanja v elektrogospodarskih družbah*. Nova Gorica: 3. slovenska konferenca o vzdrževanju elektroenergetskih objektov CIGRE-CIRED.

SODO. (2019). Pridobljeno 16. 10. 2019 z naslova <https://www.sodo.si/o-omrezju>.

SSDE. (2020). Spletna stran družbe ELES. Pridobljeno 15. 12. 2021 z naslova <https://www.eles.si/>.

STS (1978 in 1980). *Splošni tehniški slovar*, I. del (1978) in II. del (1981), Ljubljana: Zveza inženirjev in tehnikov SR Slovenije, komisija za založništvo v sodelovanju s terminološko sekcijo komisije slovenske akademije znanosti in umetnosti.

Tomažič, R. et al. (2016). *Informacijska podpora vzdrževanju v družbi ELES*. Nova Gorica: 3. slovenska konferenca o vzdrževanju elektroenergetskih objektov CIGRE-CIRED.

UREDBA. (2016). *Uredba o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ (neuradno prečiščeno besedilo št. 2)*, Uradni list RS, št. 60/06, 54/10 in 27/16.