

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Davorin Ekmečič

**Analiza usklajevanja čezmejnih vozni
redov izmenjave električne energije**

DIPLOMSKO DELO
UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

Mentor: doc. dr. Rok Rupnik

Ljubljana, 2013

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavlanje ali izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno pisno soglasje Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

Besedilo je oblikovano z urejevalnikom besedil Microsoft Word.



Št. naloge: 00069/2013

Datum: 03.04.2013

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **DAVORIN EKMEČIČ**

Naslov: **ANALIZA USKLAJEVANJA ČEZMEJNIH VOZNIH REDOV IZMENJAVE
ELEKTRIČNE ENERGIJE**

**ANALYSIS OF MATCHING CROSS-BORDER ELECTRICITY
EXCHANGE SCHEDULES**

Vrsta naloge: Diplomsko delo univerzitetnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

Analizirajte postopek usklajevanja voznih redov izmenjave električne energije na mejah regulacijskega območja Slovenije in sosednjih držav. Posebno pozornost posvetite analizi kritičnih točk v predpisanem postopku in težave, do katerih prihaja v praksi. Analiza naj bo izdelana na način, ki bo omogočil učinkovitejšo analizo in načrtovanje aplikacije, ki bo informacijsko podpirala usklajevanje voznih redov.

Mentor:

doc. dr. Rok Rupnik



Dekan:

prof. dr. Nikolaj Zimic

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani Davorin Ekmečič,

z vpisno številko 24008462,

sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Analiza usklajevanja čezmejnih voznih redov izmenjave električne energije

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom doc. dr. Roka Rupnika
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne 20.5.2013

Podpis avtorja:

Zahvala

Zahvaljujem se svojemu mentorju, doc. dr. Roku Rupniku, za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Posebna zahvala je namenjena vsem domačim za podporo in spodbudo skozi celoten študij.

Kazalo

Povzetek	1
Abstract.....	2
1 Uvod.....	3
1.1 Stabilnost delovanja prenosnega omrežja	4
1.2 Pridobitev prenosnih zmogljivosti	5
1.3 Trgovanje z energijo	5
1.4 Nominacija poslov	6
1.5 Usklajevanje voznih redov.....	6
2 Proces usklajevanja voznih redov	8
2.1 Pridobitev pravic za prenos električne energije	9
2.2 Prijava voznega reda	10
2.2.1 Dokument za prijavo voznega reda (<i>Schedule Message</i>)	13
2.2.2 Potrditev prejema prijave.....	15
2.2.3 Dokument za potrditev prejema (<i>Acknowledgement Document</i>)	16
2.3 Protokol izmenjave in potrjevanja voznih redov	18
2.4 Algoritem primerjanja voznih redov in potrjevanja	20
2.4.1 Poročilo o anomalijah (<i>Anomaly Report</i>)	22
2.4.2 Potrditveno poročilo (<i>Confirmation Report</i>)	24
2.5 Testna implementacija	25
3 Težave v praksi in predlagane rešitve	27
3.1 Verzije standardov	27
3.1.1 Procesne spremembe	27
3.1.2 Razlike v šifrantih.....	27
3.2 Nedorečenost standardov	28
3.3 Neusklajeni urniki na mejah	29
3.4 Različna stopnja avtomatizacije sosednjih operaterjev.....	30
3.5 Način izmenjave dokumentov	31

3.6	Identifikacija in avtentikacija zunanjih udeležencev.....	32
3.7	Neusklajene ure sistemov.....	34
4	Sklepne ugotovitve	35
5	Kazalo slik	36
6	Literatura.....	37

Seznam uporabljenih kratic

AAC	(angl. Already Allocated Capacity) že dodeljena zmogljivost
ATC	(angl. Available Transmission Capacity) razpoložljiva prenosna zmogljivost
BRP	(angl. Balance Responsible Party) odgovorni bilančne skupine
BS	Bilančna skupina
CAI	(angl. Capacity Agreement Identification) oznaka dodeljene kapacitete
CAO	(angl. Central Allocation Office) centralna avkcijska pisarna
CCT	(angl. Capacity Contract Type) tip pogodbe o dodelitvi kapacitete
ČPZ	čezmejna prenosna zmogljivost
EH	(angl. Electronic Highway) zasebno optično omrežje med sistemskimi operaterji prenosnih omrežij
ELES	Elektro Slovenija d.o.o., sistemski operater prenosnega omrežja v Sloveniji
ENTSO-E	(angl. European Network of Transmission System Operators for Electricity) evropsko združenje sistemskih operaterjev prenosnega omrežja za elektriko
ESS	(angl. ENTSO-E Scheduling System) sistem za najavo voznih redov
I/P partner	(angl. Initiating / Participating partner) sistemski operater, ki začne z izmenjavo podatkov in sodeluje pri primerjavi voznih redov
MADES	(angl. Market Data Exchange Standard) standard za izmenjavo tržnih podatkov
NTC	(angl. Net Transmission Capacity) neto prenosna zmogljivost
OTC	(angl. Offered Transmission Capacity) ponujena prenosna zmogljivost
PUČPZ	Pravica uporabe čezmejne prenosne zmogljivosti
R/M partner	(angl. Receiving / Matching partner) sistemski operater, ki izvede primerjavo in usklajevanje voznih redov na podlagi prejetega voznega reda sosednjega sistema operaterja
SCADA	(angl. Supervisory Control and Data Acquisition) sistem za nadzor in zajem podatkov
SOP	sistemski operater prenosnega omrežja
TCA	(angl. Transmission Capacity Allocator) dodeljevalec prenosnih kapacitet (običajno avkcijska pisarna)

TRM	(angl. Total Reliability Margin) celotna varnostna rezerva
TSO	(angl. Transmission System Operator) sistemski operater prenosnega omrežja
TTC	(angl. Total Transmission Capacity) celotna prenosna zmogljivost
UCTE	(angl. Union for the Coordination of the Transmission of Electricity) Evropsko združenje sistemskih operaterjev prenosnih omrežij

Povzetek

Trg električne energije v Evropi je vedno bolj povezan. Nove poslovne priložnosti in povečano število poslov z električno energijo predstavljajo izziv za upravljalce prenosnih omrežij, ki morajo preverjati plane prenosov (da so proizvodnja, posli in poraba izravnani) in zagotavljati stabilnost omrežja tudi v primeru odstopanj od planov.

Namen diplomskega dela je bil analizirati protokol za najavo prenosov po standardu ENTSO-E ESS 3.3, pregledati dejansko stanje implementacije izmenjave podatkov pri sistemskih operaterjih, opisati težave, do katerih prihaja v praksi, ter poiskati rešitve zanje.

Zaključki iz tega diplomskega dela bodo koristili razvijalcem programske opreme, ki razvijajo sisteme na področju planiranja in prenosov električne energije.

Ključne besede:

ENTSO-E, ESS, prijava prenosov električne energije, vozni redi prenosov električne energije, prenosne kapacitete, pravica uporabe čezmejnih prenosnih zmogljivosti, avkcije prenosnih zmogljivosti

Abstract

Electricity markets in Europe are opening up. New business opportunities and increasing volume of electricity trading represent a challenge to the operators of transmission systems, who have to check scheduled programs (verify that production, trades and consumption are balanced) and ensure system stability even in case of deviations from planned schedules.

The purpose of this thesis was to analyze the protocol for exchange of planned schedules according to ENTSO-E ESS 3.3 standard, evaluate the real world implementation state at system operators, assess issues and problems, and find possible solutions.

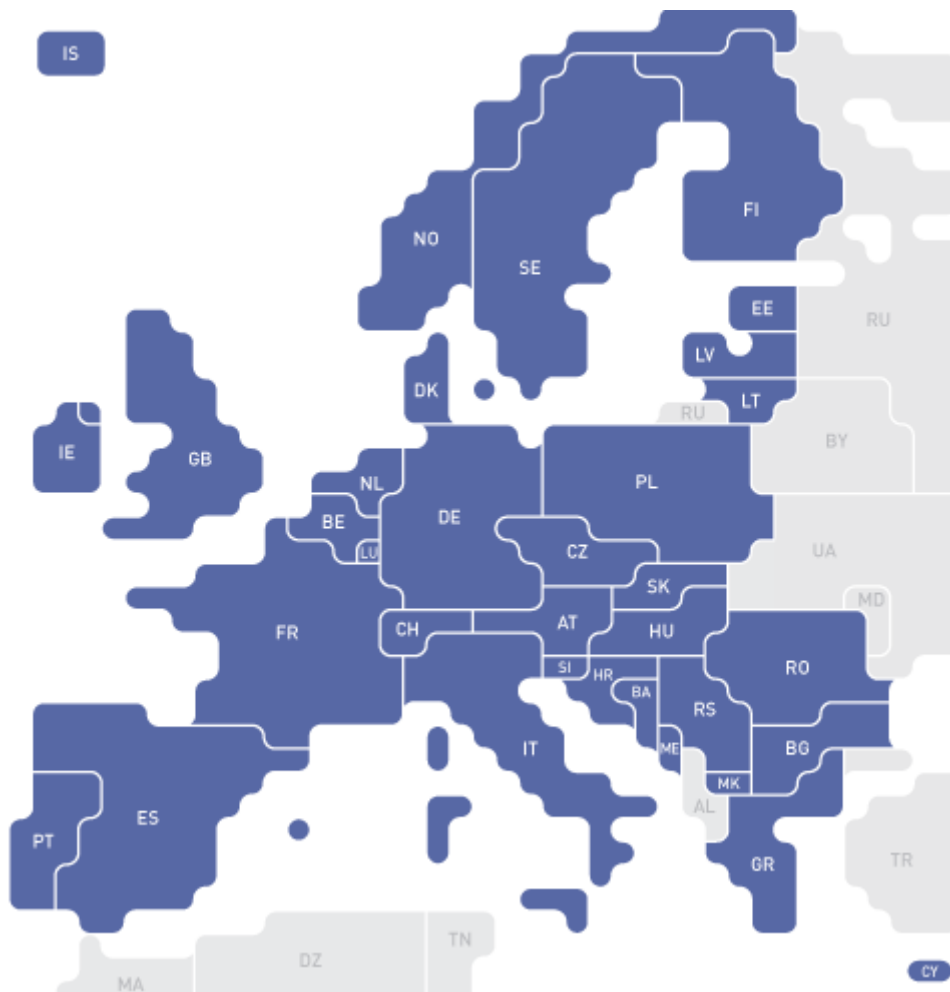
The conclusions of this thesis will benefit software developers, who develop systems in the field of electricity transfer scheduling.

Key words:

ENTSO-E, ESS, energy scheduling process, electrical energy schedules, transmission capacities, cross-border transmission capacity rights, transmission capacity auctions

1 Uvod

Z odprtjem trga električne energije v Evropi se je pojavila potreba po harmonizaciji tržnih pravil. Za to skrbi organizacija ENTSO-E, ki združuje 41 sistemskih operaterjev prenosnega omrežja iz 34 držav, ki so prikazani na sliki 1.



Slika 1. Člani organizacije ENTSO-E (vir: ENTSO-E)

Sistemske operaterje skrbijo za prenos električne energije na glavnih visokonapetostnih vodih. Omogočajo dostop do prenosnega omrežja udeležencem trga kot so proizvajalci električne energije, trgovci z električno energijo, distributerji in neposredno povezani odjemalci. Zagotavljajo varno delovanje in vzdrževanje sistema.

Evropski sistemski operaterji so združeni v organizaciji ENTSO-E, kot je prikazano na sliki 1.

V Sloveniji je sistemski operater ELES, ki skrbi za daljnovode, ki so prikazani na sliki 2.



Slika 2. Visokonapetostni daljnovodi v Sloveniji, za katere skrbi ELES (vir: ELES)

1.1 Stabilnost delovanja prenosnega omrežja

Prenosno omrežje deluje stabilno, če:

- proizvajalci (elektrarne) vanj potiskajo toliko električne energije, kot jo odjemalci porabijo;
- vsi elementi omrežja delujejo v okviru dovoljenih obremenitev.

Pri prvem pogoju se postavlja vprašanje, kako naj proizvajalci vnaprej vedo, koliko energije bodo odjemalci porabili v določenem trenutku. Na najnižjem nivoju posameznega končnega uporabnika res ni mogoče predvideti, kdaj bo npr. prižgal luč ali električni radiator. Na nivoju mesta ali regije pa je že možno dovolj dobro predvideti skupno porabo z upoštevanjem dnevnih ciklov (noč, odhod na delo, zagon tovarn, odhod domov, večer), koledarja (delovnik, vikend, praznik) in vremenske napovedi. Elektrodistribucijska podjetja s pomočjo računalniških simulacij računajo predvideno porabo in na trgu zakupijo ustrezne količine energije.

Večji odjemalci, kot so npr. železarne ali večje tovarne, svojo porabo točno poznajo in vnaprej kupijo primerno količino energije. Nekateri porabniki lahko svojo proizvodnjo tudi

prilagajajo razpoložljivosti energije, npr. če uspejo v nočnem času kupiti poceni energijo, lahko povečajo proizvodnjo.

Kljub načrtovanju proizvodnje in porabe pa lahko pride do odstopanj od dogovorjenih količin. To so lahko manjša odstopanja zaradi slabih projekcij ali izpadi določenih objektov. Odstopanja lahko povzročijo primanjkljaj energije (izpad elektrarne ali prevelik odjem) ali presežek (izpad porabnika). V obeh primerih sistemski operater prenosnega omrežja aktivira sistemsko rezervo, s katero pokrije odstopanje. Kot rezerva se lahko uporabljajo elektrarne, ki lahko hitro prilagodijo moč delovanja (plinske elektrarne, termoelektrarne, hidroelektrarne) ali celo preklopijo v odjem (črpalne hidroelektrarne). Cena energije, ki jo operater prenosnega omrežja aktivira za pokrivanje izpadov, je bistveno višja od običajne tržne cene, zato se morajo v takem primeru udeleženci trga čim prej na novo dogovoriti o prihodnjih prenosih energije.

1.2 Pridobitev prenosnih zmogljivosti

Električna energija se prenaša po daljnovodih, ki imajo svoje fizične omejitve. Zato ni dovolj, da se proizvajalec in porabnik dogovorita za ustrezno količino energije, ampak morata tudi pridobiti pravico uporabe prenosnih zmogljivosti. Običajno so prenosne zmogljivosti znotraj omrežja posameznega sistema operaterja dovolj velike, da za notranje prenose ni potrebno izrecno dovoljenje. Problem nastane pri čezmejnih povezavah, ki praviloma niso dovolj zmogljive, zato trgovci potrebujejo posebno dovoljenje sistema operaterja (pravica uporabe čezmejne prenosne zmogljivosti oziroma PUČPZ).

Pogosto se zgodi, da cena električne energije v določeni regiji močno zraste ali pade (npr. ob obilnem deževju ima Avstrija presežek energije iz hidroelektrarn) in takrat postanejo pravice za uporabo čezmejnih daljnovodov iskano tržno blago, s katerim se intenzivno trguje.

Trgovec lahko PUČPZ pridobi na trgu ali neposredno od sistema operaterja. S PUČPZ se trguje na letnem, mesečnem, dnevnem in urnem nivoju. Vsaka pridobljena prenosna zmogljivost dobi svojo oznako (Capacity Agreement Identification oz. CAI), na katero se trgovci kasneje sklicujejo pri najavah prenosov. Lahko jih tudi preprodajajo med seboj ali vrnejo sistemu operaterju.

Trgovec mora sam voditi seznam dodeljenih prenosnih zmogljivosti in računati, koliko je že porabil in koliko je ima še na voljo. Če se zmoti, mu bo kasneje sistemski operater zavrnil posle brez zagotovljene prenosne zmogljivosti.

1.3 Trgovanje z energijo

Z energijo se trguje podobno kot s prenosnimi zmogljivostmi. Proizvajalci energije ponujajo svojo energijo v obliki letnih, mesečnih, dnevnih ali urnih intervalov. Ti intervali oz. produkti

lahko kotirajo na borzi, lahko se prodajajo oziroma kupujejo na javnih razpisih, lahko pa trgovci tudi sklepajo posle direktno med seboj.

Udeleženci trga se združujejo v bilančne skupine in končni rezultat trgovanja mora biti tak, da je vsaka bilančna skupina izravnana. To pomeni:

$$\text{kupljena} + \text{proizvedena energija} = \text{porabljena} + \text{prodana energija}$$

Za vso v tujini kupljeno ali prodano energijo mora trgovec imeti tudi ustrezno PUČPZ, da bi jo lahko dobavil na domačem trgu.

1.4 Nominacija poslov

Sistemiški operater prenosnega omrežja nima sprotnega vpogleda v trgovanje z energijo ali PUČPZ, vendar je zadolžen za stabilno delovanje omrežja. Zato mu morajo v določenem trenutku vse bilančne skupine sporočiti podatke o svojih sklenjenih poslih, od avkcijske hiše pa dobi podatke o dodeljenih prenosnih zmogljivostih. Postopek prijave sklenjenih poslov se imenuje nominacija in se prvič izvaja ob določeni uri na dan D-1.

Po določenem času, npr. 15 minutah, se nominacija poslov zaključi in sistemiški operater preveri sprejete podatke. Posle sta dolžna prijavljati tako kupec kot prodajalec, torej gre za dvojno kontrolo podatkov. V primeru čezmejnih poslov je potrebno nominirati obema sistemskima operaterjema.

1.5 Usklajevanje voznih redov

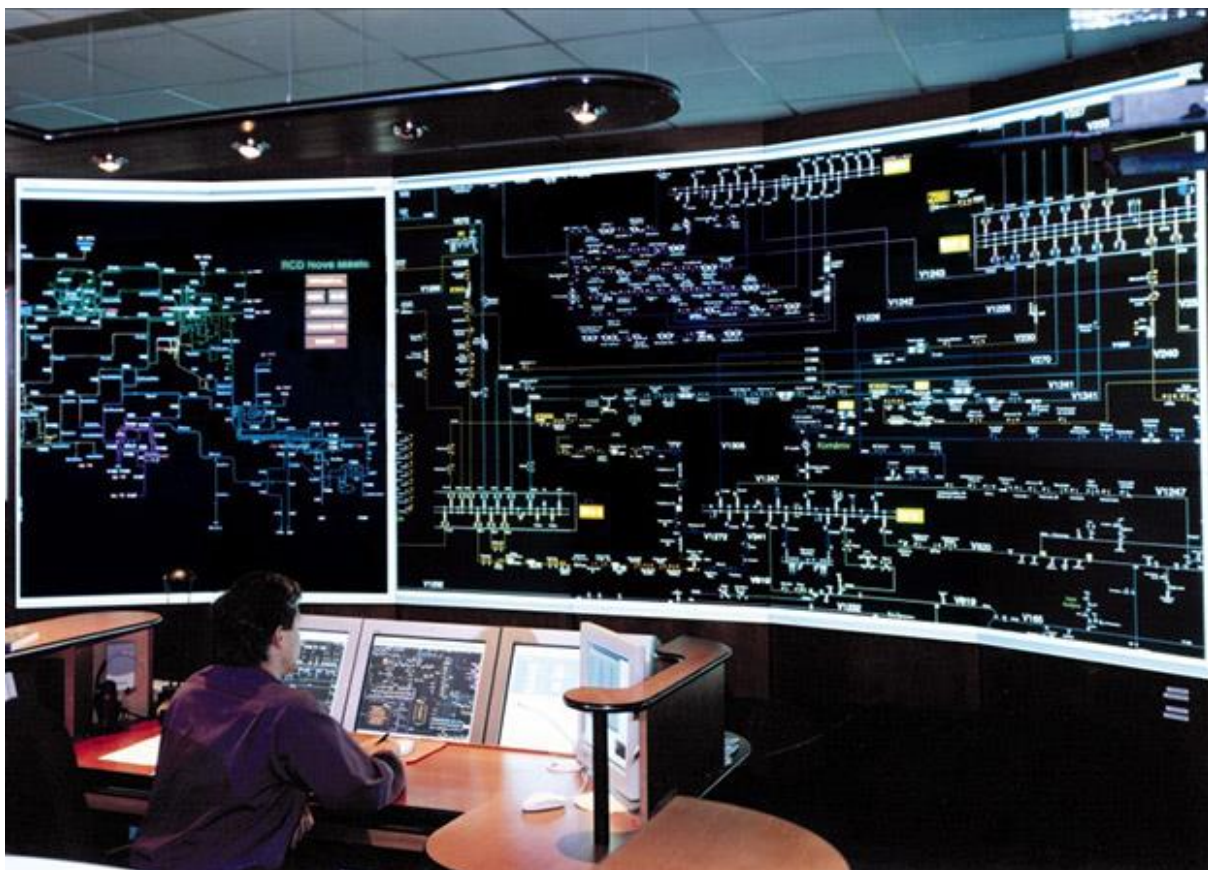
Usklajevanje voznih redov je proces preverjanja prijavljenih poslov, obveščanja udeležencev o morebitnih napakah, popravljanja napak in ponovnega preverjanja, vse dokler se podatki ne ujemajo.

V fazi preverjanja podatkov sistemiški operater primerja prijavljene posle z dodeljenimi prenosnimi zmogljivostmi, primerja nakupne in prodajne strani, ter svojo stran čezmejnih poslov s podatki sosednjega sistemkega operaterja. Rezultat vseh preverjanj je seznam pravih poslov in seznam poslov, ki se po enem ali več kriterijih ne ujemajo.

V naslednjem koraku sistemiški operater obvesti vse bilančne skupine o možnih težavah in zahteva odpravo napak (ponovno nominacijo popravljenih poslov), oziroma obvesti udeleženca o popolnem ujetju.

Za udeležence z napakami se za določen čas ponovno odprejo vrata za sprejem nominacij. Po zaprtju vrat se postopek preverjanja ponovi. Končni rezultat je usklajen vozni red.

Usklajen vozni red se prenese v nadzorni sistem SCADA, ki ga v realnem času primerja z dejanskim dogajanjem v omrežju in opozarja dispečerja na možna odstopanja.



Slika 3. SCADA ekran v nadzornem centru (vir: blogspot.com)

Ker je trg električne energije dinamičen proces, se lahko kadarkoli zgodijo spremembe in takrat je potrebno spremenjene (ali dodatne) posle ponovno nominirati. Sledi ponovno usklajevanje, izdelava novega voznega reda in nalaganje v sistem SCADA. Primer nadzornega ekrana je prikazan na sliki 3.

Včasih se je usklajevanje izvajalo ročno. Dispečerji so po telefonih klicali trgovce ali sosednje operaterje in se usklajevali. Ta postopek je večkrat lahko trajal do poznih večernih ur.

Danes obstaja predpisan algoritem za primerjavo podatkov in protokol za izmenjavo voznih redov, potrjevanje ter sporočanje anomalij. Analiza implementacije avtomatskega usklajevanja voznih redov je predmet te diplomske naloge.

2 Proces usklajevanja voznih redov

Postopek usklajevanja voznih redov se deli na pridobitev PUČPZ, nominacijo voznih redov z uporabo pridobljenih pravic in usklajevanje med sosednjima sistemskima operaterjema, kot je prikazano na sliki 4.



Slika 4. Diagram usklajevanja voznih redov

Bilančne skupine so zadolžene za prijavo voznega reda prenosov električne energije sistemskemu operaterju. Posamezna bilančna skupina je sestavljena iz enega ali več trgovcev z električno energijo. Vključuje lahko tudi proizvajalce in neposredne porabnike. V imenu bilančne skupine vozni red v sistem prijavi odgovorni te bilančne skupine.

Bilančna skupina kot celota mora biti vedno energetska izravnana. To pomeni, da mora biti vsota proizvodnje in uvoza električne energije enaka vsoti predaje, porabe in izvoza.

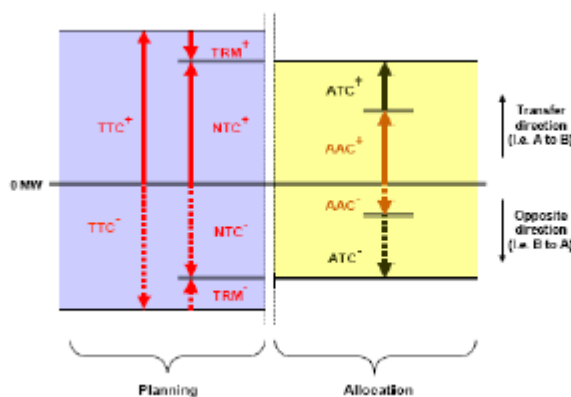
2.1 Pridobitev pravic za prenos električne energije

Bilančna skupina mora najprej pridobiti pravico do uporabe čezmejne prenosne zmogljivosti (PUČPZ). Te se dodeljujejo po tržnih pravilih na avkcijah prenosnih kapacitet.

Za posamezno mejo proste prenosne kapacitete določita sosednja sistemska operaterja, tako da od skupnih prenosnih zmogljivosti (TTC) odštejeta najprej varnostno rezervo (TRM total reliability margin). Na ta način pridemo do neto zmogljivosti (NTC = $TTC - TRM$). Te predstavljajo največjo možno izmenjavo med dvema področjema, ob upoštevanju zahtevanih tehničnih in varnostnih standardov.

Del zmogljivosti je udeležence trga dodeljen vnaprej (AAC), zato moramo njihovo količino odšteti, da dobimo razpoložljive zmogljivosti (ATC = $NTC - AAC$).

Sistemska operaterja lahko dodatno omejita, kolikšen delež ATC bosta ponudila na trgu. Tako pridemo na koncu do na avkciji ponujenih količin ($OTC \leq ATC$), kot je prikazano na sliki 5.



Slika 5. Izračun razpoložljivih prenosnih zmogljivosti (vir: ENTSO-E)

Avkcije lahko organizira sistemski operater sam, v zadnjem času pa se jih vse več odloča, da organizacijo prepustijo avkcijskim pisarnam. Za centralno Evropo sta to predvsem CAO GmbH (Freising, Nemčija) in CASC.EU (Luxembourg).

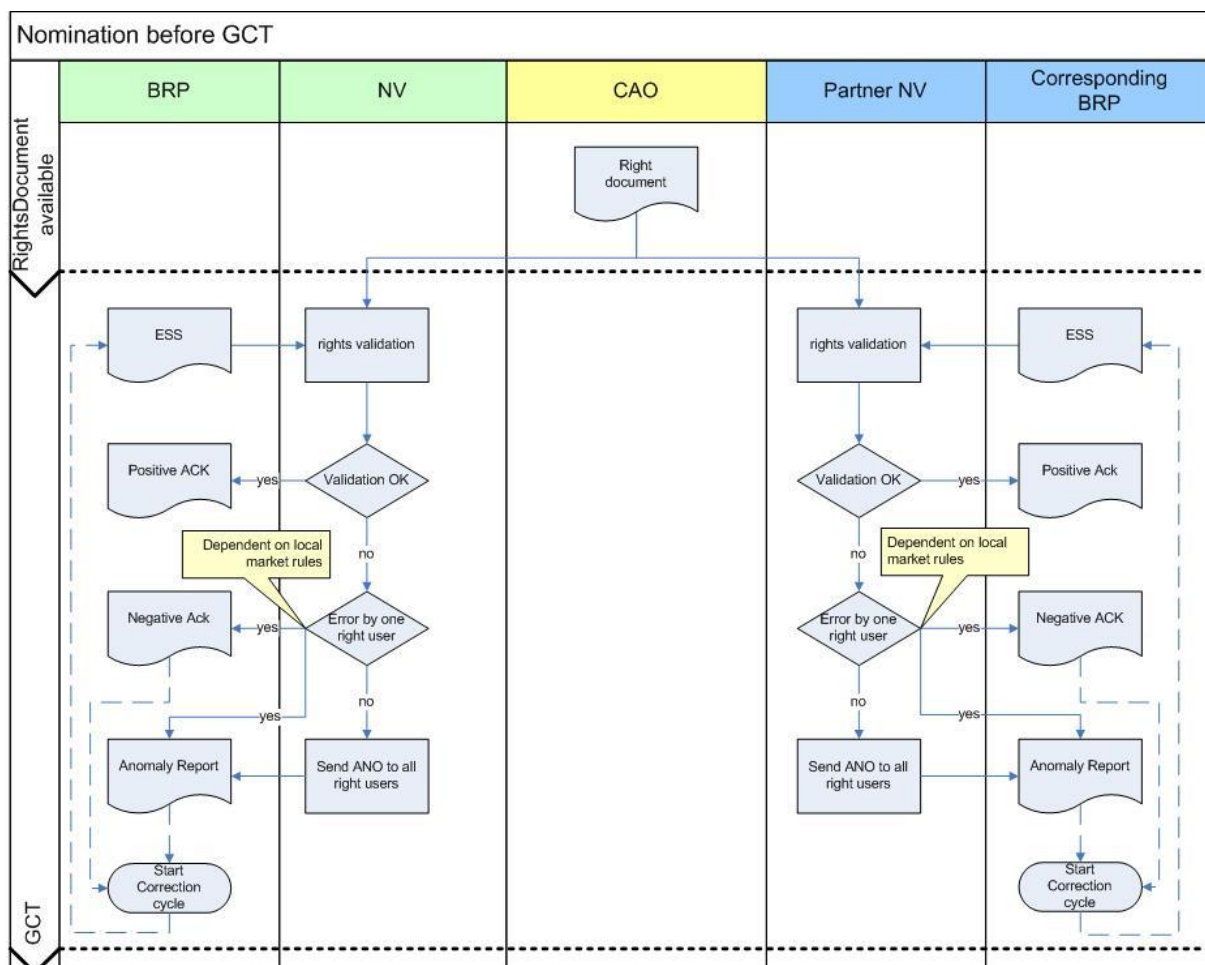
Pri PUČPZ moramo dodatno ločiti med različnim trajanjem (obdobjem uporabe) pravic. Dolgoročne so npr. mesečne in letne pravice, ki se podelijo na periodično organiziranih avkcijah več dni vnaprej. Kratkoročne pravice so dnevne pravice, ki se tipično podeljujejo le en (delovni) dan pred začetkom uporabe.

Obstajajo še pravice znotraj dneva (intraday), ki veljajo za uro ali blok ur tekočega dneva. Te se podeljujejo ali na avkcijah znotraj dneva, ki jih organizira avkcijska hiša, lahko pa jih podeljuje kar sistemski operater sam, po načelu vrstnega reda rezervacij.

Trgovci lahko trgujejo tudi neposredno med seboj na tako imenovanem sekundarnem trgu. Sklenjene posle morajo pravočasno prijaviti sistemskemu operaterju, saj sicer ne bo imel pravih podatkov o lastniku PUČPZ in bo nominacijo z uporabo te zavrnil.

2.2 Prijava voznega reda

Potem, ko je trgovec pridobil pravico prenosa na določeni meji, mora prijaviti prenos energije z uporabo te pravice. Sistemski operater pravice preveri s pomočjo dokumenta (*Rights Document*), ki mu ga posreduje avkcijska pisarna, kot je prikazano na sliki 6.



Slika 6. Celovit pregled postopka sprejema nominacij (vir: ENTSO-E)

Sistemski operater na vsako prijavo voznega reda odgovori z dokumentom, ki potrjuje prejem (*Acknowledgement Document*). Če je odgovor negativen, je to znak trgovcu, da njegov vozni red ni pravilno sestavljen. V tem primeru mora poslati novo, vsebinsko pravilno prijavo.

V tej fazi je preverjanje nominacij omejeno le na ugotavljanje, ali ima trgovec pravico do uporabe navedene ČPZ in ali ni presežena. V primeru napak sistemski operater pošlje poročilo o anomalijah, ki je opisano pri usklajevanju voznih redov.

Postopek prijave voznih redov se izvede večkrat dnevno. Najprej se prijavijo prenosi, ki so vezani na dolgoročne pravice. Tipično se to zgodi dva (delovna) dneva pred začetkom prenosa ali najkasneje zgodaj zjutraj dan pred prenosom. Upoštevanje predpisanega roka prijave je pomembno, saj se v primeru nepravočasne najave prenosa neizkoriščene pravice odvzamejo.

Tako sproščene pravice se skupaj s preostalimi prostimi zmogljivostmi ponudijo še na dnevni avkciji. Po zaključeni avkciji imajo bilančne skupine čas za prijavo prenosov (nominacijo voznih redov) do tipično 14:00. Tudi v tem primeru se neizkoriščene pravice odvzamejo in se lahko kasneje ponudijo znotraj dneva.

Poenostavljen postopek je prikazan na sliki 7.

•

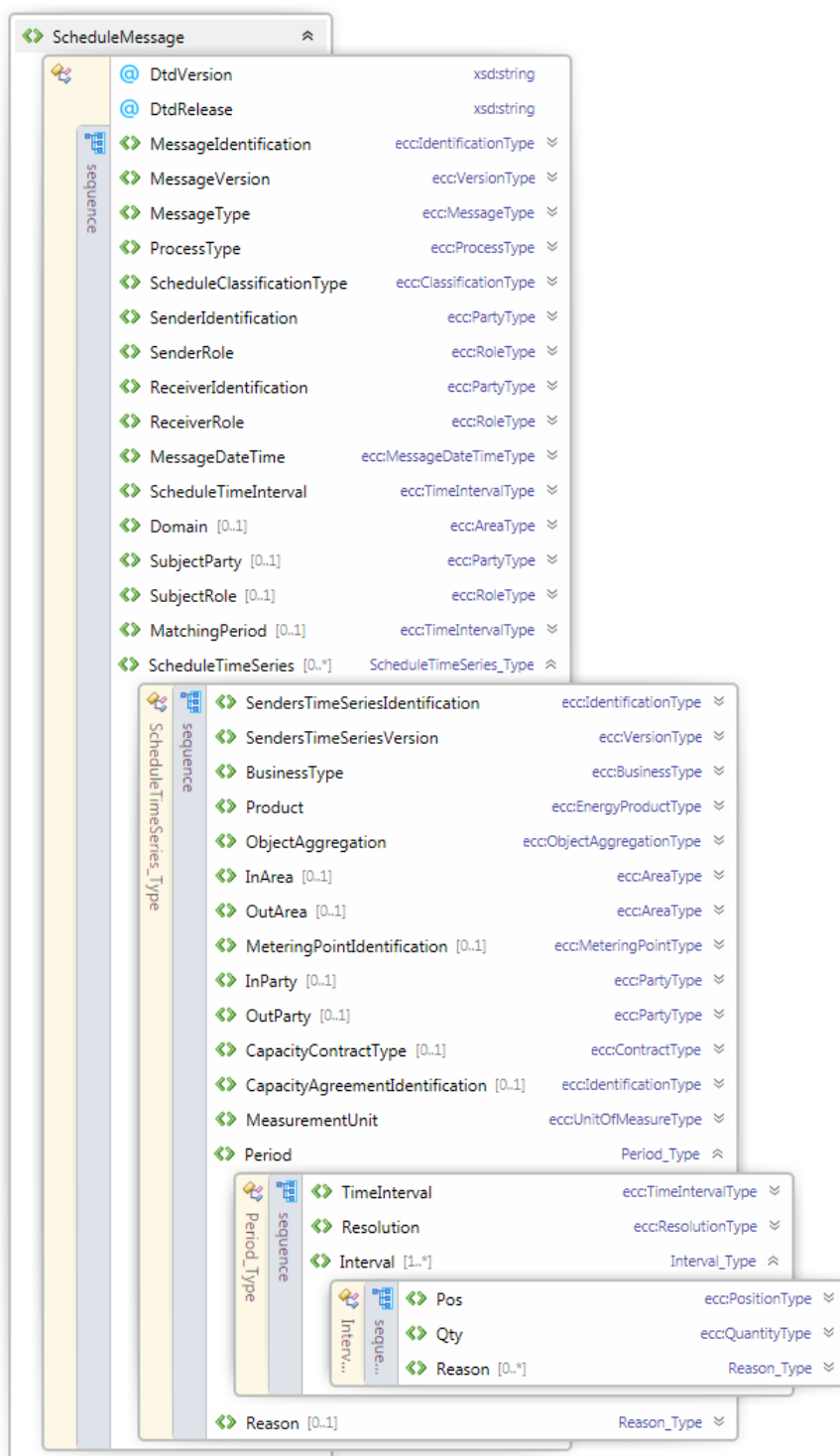
Slika 7. Prijava voznega reda trgovca ali bilančne skupine na strani trgovca

Slika 8. Sprejem voznega reda trgovca ali bilančne skupine na strani sistemskega operaterja

Sprejem voznih redov (na sliki 8) izven določenih časovnih okvirov ni mogoč in mora biti zaključen pred začetkom usklajevanja s sosednjim operaterjem. Posamezne prijave prenosov se zaklenejo v trenutku, ko so medsebojno usklajene. Le, ko takšna uskladitev ni mogoča (npr. zaradi različno prijavljene količine prenosa na eni in drugi strani meje), je dovoljeno popraviti posamezno nominacijo. To pa je mogoče le do pričetka zadnjega kroga usklajevanja, saj takrat sistemska operaterja sama znižata še neusklajeno prijavo na najnižjo skupno vrednost.

2.2.1 Dokument za prijavo voznega reda (*Schedule Message*)

Dokument je sestavljen iz glave in več časovnih serij, ki vsaka predstavljajo čezmejne prenose električne energije. Vsebina dokumenta je prikazana na sliki 9.



Slika 9. XML shema dokumenta za prijavo voznih redov

Pomembni podatki v glavi dokumenta so:

- **MessageIdentification** je oznaka dokumenta, ki mora biti za posamezno bilančno skupino unikatna in se ne sme ponavljati niti skozi daljše časovno obdobje.
- **MessageVersion** je verzija dokumenta. Isti dokument se lahko večkrat pošlje sistemskemu operaterju (npr. najprej za prijavo dolgoročnih, nato kratkoročnih prenosov, ali pa ob popravkih podatkov), vendar se mora številka verzije vsakič povečati. Če sistemski operater prejme dokument z že sprejeto verzijo, ali celo nižjo od zadnje sprejet, ga takoj zavrne. Tudi vsak povratni dokument sistema operaterja se sklicuje na točno določeno verzijo prijave voznega reda.
- **MessageType** je šifra tipa dokumenta, za prijavo voznih redov se uporablja A01 (*balance responsible schedule*).
- **SenderIdentification** je oznaka pošiljatelja. To je posebna 16-mestna šifra (EIC code), ki jo tipično dodeli lokalni sistemski operater.
- **ReceiverIdentification** je oznaka prejemnika dokumenta, v tem primeru lokalnega sistema operaterja.
- **SenderRole** in **ReceiverRole** sta oznaki »vlog« pošiljatelja in prejemnika. Pri veliki količini dokumentov služita dodatnemu preverjanju kdo je dokument poslal in komu je namenjen. Pri prijavi voznega reda je pošiljatelj trgovec (A01 – *Trade responsible party*) ali vodja bilančne skupine (A08 – *Balance responsible party*), prejemnik pa sistemski operater (A04 – *System operator*)
- **ScheduleTimeInterval** pove, za katero obdobje velja vozni red. Največkrat je to le en dan, odvisno od sistema operaterja pa je možna tudi prijava za več dni vnaprej (v tem primeru seveda le za dolgoročne prenose). Vsi časovni podatki se v dokumentu vpišejo v univerzalnem času (UTC).

V nadaljevanju prijava vsebuje po eno časovno serijo za vsak prenos, z naslednjimi pomembnejšimi podatki:

- **SendersTimeSeriesIdentification** je oznaka časovne serije, na katero se bo skliceval sistemski operater pri potrjevanju.
- **SendersTimeSeriesVersion** je verzija časovne serije. Podobno kot pri verziji dokumenta, se mora tudi ta povečati ob vsaki spremembi podatkov. To je pomembno zato, ker sistemski operater potrdi v tistem trenutku prijavljeno verzijo prenosa.
- **BusinessType** je tip prenosa. Pri prijavi čezmejnih prenosov se uporablja skoraj izključno tip A03 – *External trade with explicit capacity*. To pomeni, da je izrecno navedena oznaka PUČPZ, preko katere bo opravljen prenos. V nekaterih primerih, npr. ko gre za prenos energije iz elektrarne, ki je v skupni lasti sosednjih operaterjev, se uporablja tudi tip A06 – *External trade without explicit capacity*. Posebnost te

prijave je, da zanjo ni potrebna predhodna pridobitev PUČPZ. Nekateri sistemski operaterji zahtevajo, da se prijavljajo tudi prenosi znotraj njihovega območja, kot tudi proizvodnja in poraba, vendar gre pri tem za povsem notranje prijave, ki se ne tičejo usklajevanja s sosednjimi operaterji.

- **InArea** in **OutArea** sta oznaki področja v katero in iz katerega se dobavlja energija. To sta EIC šifri območij, ki jih izda centralna pisarna. Za Slovenijo je ta šifra npr. *10YSI-ELES-----O*.
- **InParty** in **OutParty** sta oznaki partnerjev, vsak na svoji strani meje, med katerima se opravlja prenos energije.
- **CapacityContractType** je oznaka tipa PUČPZ. Najbolj pogoste so dnevna (A01 – *Daily*), mesečna (A03 – *Monthly*), letna (A04 – *Yearly*) in znotraj dneva (A07 – *Intraday*).
- **CapacityAgreementIdentification** je oznaka PUČPZ. Dodeli jo avkcijska pisarna oziroma sistemski operater.
- **MeasurementUnit** je enota mere. Za vozne rede je predpisano, da se prijavljajo v megavatih (MW), brez decimalk.

Vsaka časovna serija ima eno časovno obdobje (**Period**), ki mora trajati enako kot je trajanje voznega reda (**ScheduleTimeInterval** v glavi dokumenta). Tu je določeno tudi, ali bo serija prijavljena v ločljivosti 15 ali 60 minut. Vendar je potrebno poudariti, da v centralno evropski regiji velja pravilo, da tudi, če se čezmejna serija prijavlja v ločljivosti 15 minut, morajo biti vse vrednosti v posamezni uri enake.

Moči prenosa se zapišejo v elementih **Interval**. Potrebno je navesti vsako pozicijo, tudi če je prenos ob tistem času ničeln. V primeru 15 minutne ločljivosti to pomeni 96 pozicij, oziroma 24, če je ločljivost urna.

Pri premiku zimskega v letni čas in nazaj je potrebno upoštevati, da ima v tem primeru dan 23 oziroma 25 ur. Temu je potrebno prilagoditi tudi število najavljenih pozicij.

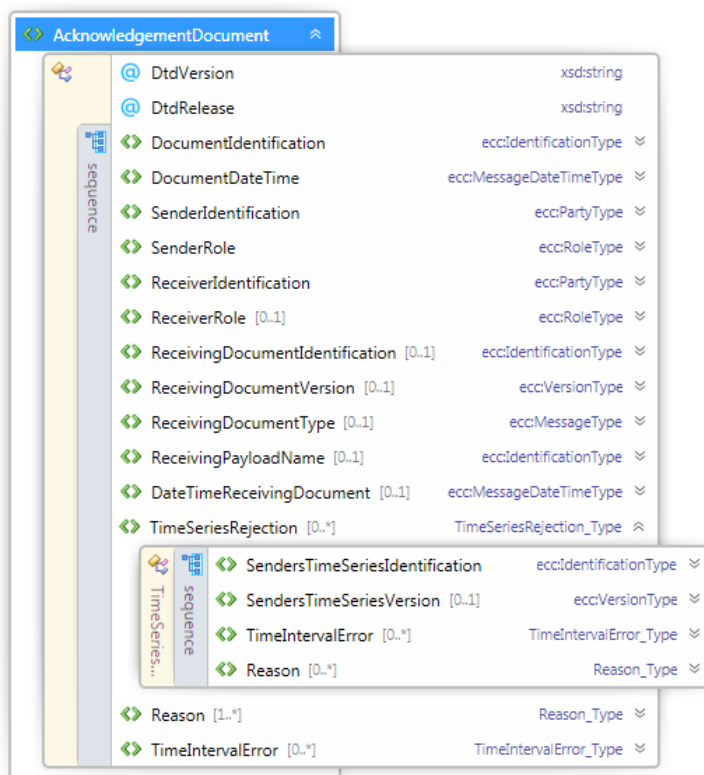
2.2.2 Potrditev prejema prijave

Po vsaki prijavi voznega reda prejme bilančna skupina obvestilo (*acknowledgement*), ki vsebuje podatek, ali je prijava formalno pravilna in sprejeta ali pa je zavrnjena.

Sistemski operater lahko bilančni skupini zavrne prijavo iz več razlogov, od katerih so najbolj običajni:

- Tehnično nepravilen dokument, na primer neveljavno sestavljen XML dokument,
- Prijava je prispela izven časa, ki je določen za najavo voznih redov,
- Vozni red vsebuje neveljavne oznake PUČPZ,
- Najava količine prenosa presega dodeljene PUČPZ.

2.2.3 Dokument za potrditev prejema (*Acknowledgement Document*)



Slika 10. XML shema dokumenta za potrditev prejema najave voznega reda

Pomembnejši podatki v glavi dokumenta (na sliki 10) so:

- **DocumentIdentification** je unikatna oznaka dokumenta.
- **SenderIdentification**, **SenderRole**, **ReceiverIdentification**, **ReceiverRole** so podobno kot prej polja, ki povejo med katerimi partnerji teče komunikacija in v katerih vlogah nastopajo. Ker gre za odgovor na prejeti dokument, so partnerji in vloge zrcalno obrnjeni.
- **ReceivingDocumentIdentification** in **ReceivingDocumentVersion** določata na kateri dokument in verzijo se nanaša odgovor.
- **ReceivingDocumentType** je tip dokumenta, na katerega odgovarjamo. Uporablja se v kombinaciji s predhodnima poljema za dodatno preverjanje izvornega dokumenta.
- **ReceivingPayloadName** je ime datoteke, v kateri je bil shranjen prejeti dokument. To je najbolj običajno ime priponke elektronskega sporočila.
- **DateTimeReceivingDocument** je čas prejema dokumenta.

Zavrnjene časovne serije so navedene v elementih **TimeSeriesRejection**:

- **SendersTimeSeriesIdentification** in **SendersTimeSeriesVersion** sta oznaka in verzija serije z napako.
- **Reason** je šifra napake, ki lahko vsebuje tudi dodatno tekstovno razlago napake.

Če je prejeti dokument v celoti potrjen, vsebuje polje **Reason** na nivoju dokumenta le oznako A01 – *Message fully accepted*. Za zavrnjene dokumente pa sta predvideni oznaki A02 – *Message fully rejected* in, če so napake v posameznih časovnih serijah, še A03 – *Message contains errors at the time series level*.

V zadnjem primeru so najpogostejše oznake napak v časovnih serijah:

- A57 (*Deadline limit exceeded / Gate not open*) – če je dokument prispel izven dovoljenega časa za prijavo.
- A62 (*Invalid business type*) – kadar je uporabljena napačna oznaka tipa posla.
- A76 (*Agreement identification inconsistency*) – kadar so podatki PUČPZ pomanjkljivi ali pa je uporabljena neobstoječa oznaka pravice.
- A22 (*In party / Out party invalid*) – kadar je vsaj en partner neznan
- A63 (*Time series modified*) – kadar vozni red z novo verzijo spreminja že potrjeno časovno serijo.
- A27 (*Cross border capacity exceeded*) – kadar najava presega dodeljeno kapaciteto PUČPZ.
- A59 (*Not compliant to local market rules*) – kadar je najava v 15-minutni ločljivosti, vendar pa vrednosti v isti uri niso enake.

2.3 Protokol izmenjave in potrjevanja voznih redov

Sosednja operaterja večkrat dnevno izmenjata in si medsebojno potrdita pravilnost čezmejnih voznih redov. Nato pa vsak pošlje potrditve še bilančnim skupinam na svojem področju, kot je prikazano na sliki 11.



Slika 11. Enostranski prikaz operacij usklajevanja voznega reda sistemskega operaterja

Sistemska operaterja medsebojno izmenjata vozna reda, ki so jima ju prijavile bilančne skupine na njihih področjih, za skupno mejo. Tehnično sta dokumenta enaka kot prijave vozni redov trgovcev. Vsebinsko pa je razlika le v tem, da je za tip dokumenta vpisana šifra A04 – *System operator area schedule* in da sta vlogi pošljatelja in prejemnika A04 – *System operator*.

The screenshot displays the UCTE SO-SO interface. At the top, it shows the date and time: Sunday, 6.6.2010. The main section is titled 'AMPRION (D-1)' and includes a sidebar with navigation links: AT_APG, AT_VKW, DE_ENBW, DE_RWE, FR RTE, and IT_GRTN. The central area is divided into two main sections: 'Local cross border schedule' and 'Counter cross border schedule'. The 'Local cross border schedule' section shows a document with identification '20100608_CAS_CH_SGD_DE_RWE (6)', processed on 22.3.2013 at 13:13:37, with a time interval of 8.6.2010. The 'Counter cross border schedule' section shows a document with identification 'CAS_RWENET_TC_FP_02-02 (2)', processed on 22.3.2013 at 13:13:46, with a time interval of 8.6.2010. Below these sections, there are buttons for 'Send CAS', 'Create CNF', 'Single Side CNF', 'Send CNF', 'Confirm BRS', 'CAS to AO', 'Set intraday', 'Match', 'Release LT', and 'Release ST'. The 'Events Schedule' table lists various events with columns for Start, End, Open, Enabled, Event, Time, and Status. The 'Rights Documents' table lists documents with columns for Identification, Processed, Time Interval, Sender, Receiver, Status, and Comment. The 'Balance Responsible Schedules' table lists schedules with columns for Identification, Processed, Time Interval, Sender, Receiver, Acknowledgement, Confirmation, TS Modified, and Comment.

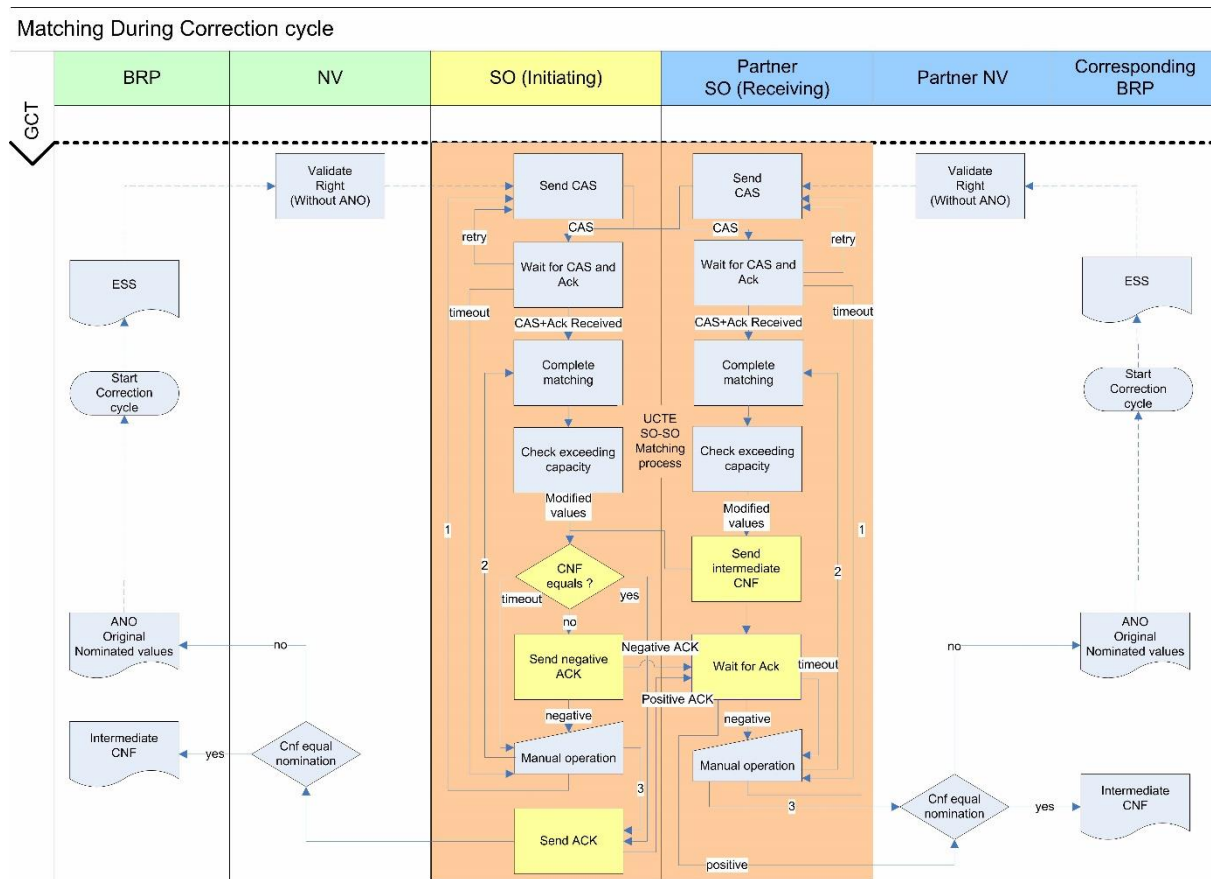
Slika 12. Primer ekrana za medoperatersko usklajevanje pri sistemskem operaterju ELES

Postopek usklajevanja poteka tako, da se najprej poiščejo pari časovnih serij, prijavljeni na eni in drugi strani. Dve seriji sta par, kadar se ujemata v tipu posla, partnerjih ter tipu in oznaki PUČPZ (seveda poleg tega, da sta prijavljeni na isti meji, za isti dan). Nato se primerjajo časovni intervali. Če ti niso enaki, se prijaviteljema na obeh straneh meje pošlje poročilo o neujemanju (*Anomaly Report*). Takšno poročilo se pošlje tudi za serije, za katere ni mogoče najti para ali pa podatki PUČPZ niso pravilni.

Najprej se izvede usklajevanje po zaključenih prijavah dolgoročnih vozni redov. Postopek poteka običajno do eno uro, pri čemer se sama izmenjava izvede največ štirikrat. Usklajevanje se zaključi takoj, ko ni več razlik. Če so razlike tudi še v četrtem poskusu, se po pravilih usklajevanja za vsako pozicijo določi manjša od vrednosti iz ene in druge strani.

Pregled usklajevanja, ki ga ima sistemski operater pred seboj, je prikazan na sliki 12.

2.4 Algoritem primerjanja vozni redov in potrjevanja



Slika 13. Podroben postopek usklajevanja vozni redov (vir: CEE IG 2.1)

1. Ob določeni uri, npr. za dnevne nominacije ob 14:00, si sosednja operaterja pošljeta vsak svoj vozni red za skupno mejo (CAS – Control area schedule), sestavljen iz nominacij, ki so jima ju prijavile bilančne skupine na njunih področjih.
2. Ko sistemski operater prejme CAS, potrdi sprejem s pošiljanjem potrditvenega dokumenta (CAS-ACK).
3. Ko je sistemski operater od sosedja prejel tako njegov CAS, kot tudi CAS-ACK za lastni CAS, nadaljuje s primerjavo vsebin obeh vozni redov. Najprej poišče pare čezmejnih poslov in primerja prijavljene količine na obeh straneh.
4. V naslednjem koraku preveri še, da dodeljene prenosne kapacitete niso presežene. Za isto PUČPZ je lahko prijavljenih več transakcij med različnimi pari partnerjev in v tem koraku je potrebno preveriti skupno prijavljeno količino.
5. Vlogi operaterjev se zdaj ločita. Eden od njiju, imenujemo ga *Receiving / Matching partner*, je zadolžen za pripravo in pošiljanje potrditvenega poročila (CAS-CNF – *Confirmation report*) drugemu. To vsebuje vse serije voznega reda, opremljene z izidom primerjave.

6. Sistemski operater, ki prejme CAS-CNF (imenovan *Initiating / Participating* operater), preveri, ali se ujema z rezultatom, ki ga je sam izračunal. Če se strinja, pošlje pozitiven, sicer pa negativen odgovor.
7. Če je odgovor negativen, se algoritem s tem zaključi. Potrebno je posvetovanje, kje je prišlo do razlike in kako se bo težava odpravila.
8. Če je odgovor pozitiven, oba operaterja nadaljujeta s pošiljanjem statusnih poročil bilančnim skupinam.

Če razlik ni mogoče avtomatsko uskladiti, operaterja ročno določita katere vrednosti bodo veljale za usklajene.

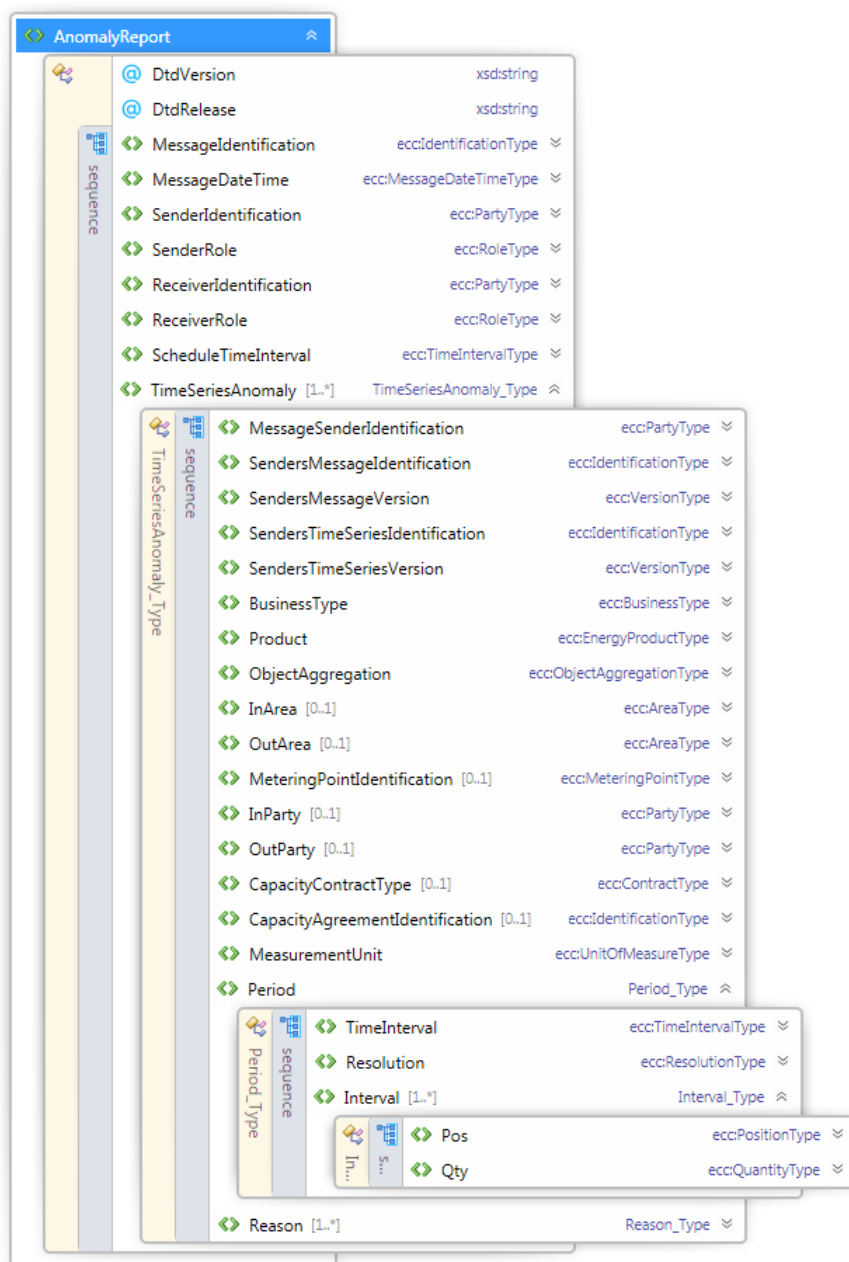
</

Slika 14. Primer ekrana za ročno usklajevanje nominacij pri sistemske operatorju ELES

Na sliki 14 je primer ekrana za ročni pregled nominacij z ene in druge strani meje.

2.4.1 Poročilo o anomalijah (Anomaly Report)

Dokument (na sliki 15) se uporablja za sporočanje napak v nominacijah.



Slika 15. XML shema dokumenta za poročanje o anomalijah

Pomembnejši podatki v glavi dokumenta so:

- **MessageIdentification** je unikatna oznaka dokumenta.
- **SenderIdentification**, **SenderRole**, **ReceiverIdentification**, **ReceiverRole** so polja, ki povejo med katerima partnerjema teče komunikacija in v katerih vlogah nastopata.

Ker gre za odgovor na prejeti vozni red, sta partnerja in njuni vlogi medsebojno zamenjani.

- **ScheduleTimeInterval** določa časovno obdobje, ki ga pokriva vozni red.

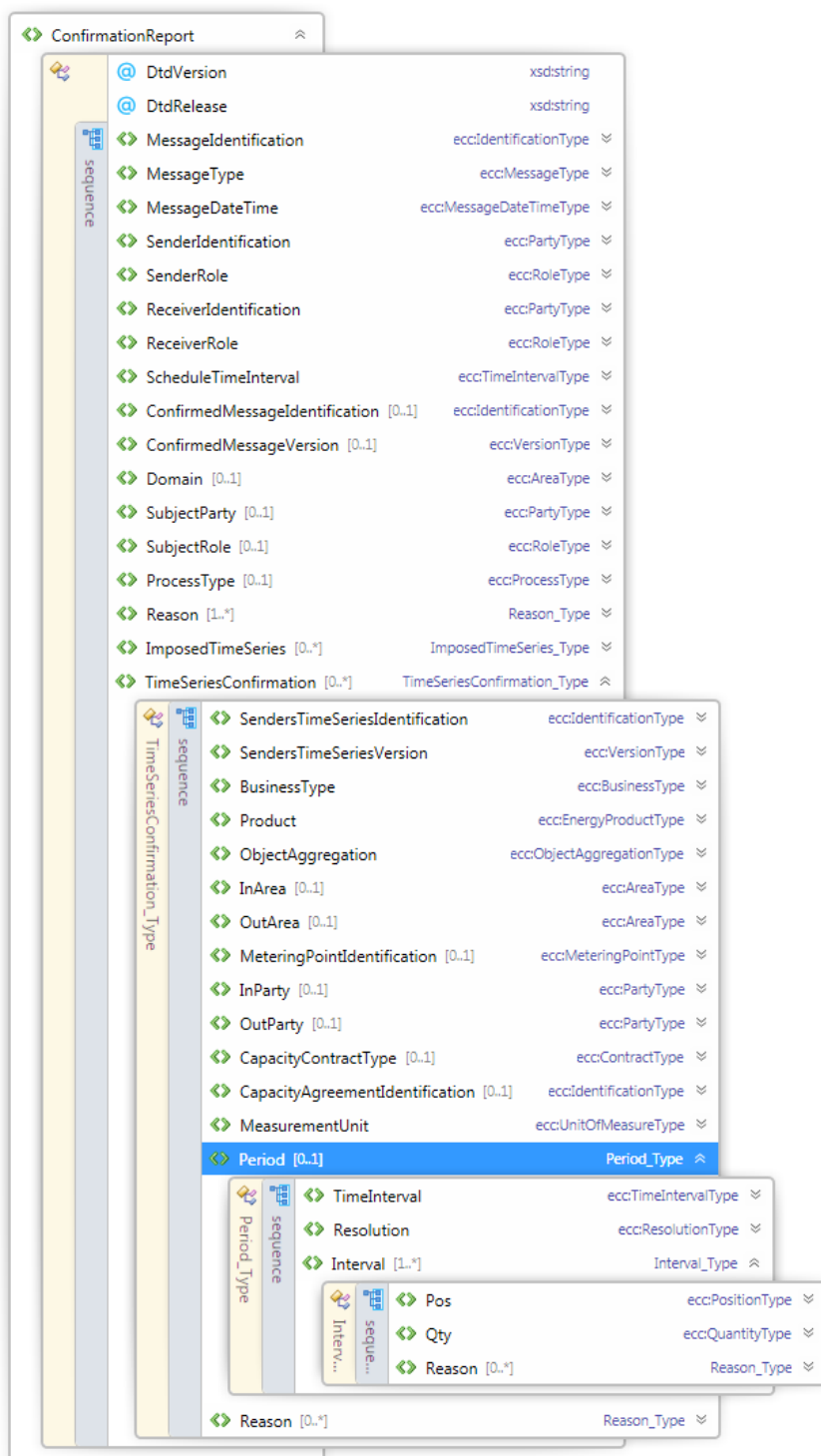
V nadaljevanju dokument vsebuje eno ali več prijav poslov, pri katerih je sistemski operater zaznal napake. Podatki so enaki kot v izvorni prijavi posla.

Najbolj pogosti primeri napak, zaradi katerih sistemski operater pošlje dokument trgovcu, so:

- Prijava posla ni usklajena s partnerjem. Trgovec je na eni strani meje prijavil posel s količinami, ki niso enake količinam, s katerimi je njegov partner isti posel prijavil na drugi strani meje (sosednjemu sistemskemu operaterju). Dokument zato vsebuje podatke obeh serij, naloga obeh trgovcev pa je, da po potrebi vsak na svoji strani meje popravi nominacijo posla. Če se trgovca v nadaljevanju ne uskladita, bo (v skladu z lokalnimi pravili) nominirana količina zmanjšana na najmanjšo skupno vrednost, neporabljen PUČPZ pa odvzeta.
- Prijava posla na drugi strani meje (še) ni bila opravljena. V dokumentu so zapisani podatki trgovčeve nominacije na lokalni strani, trgovec pa mora poklicati svojega partnerja na drugi strani meje, da prijavi posel še na svoji strani. Če do zaključka postopka usklajevanja vozni redov nominacija ni opravljena obojestransko, se šteje, da posel ni pravilno prijavljen in se v celoti zavrne, neporabljen PUČPZ pa odvzame.
- Prijava posla presega dodeljeno PUČPZ. V dokumentu so zapisani podatki napačne nominacije. Trgovec mora prijaviti znižano nominacijo, sicer jo bo znižal sistemski operater ob koncu postopka usklajevanja vozni redov.
- Šifra kapacitete ni veljavna. V dokumentu so zapisani podatki napačne nominacije, trgovec pa mora prijaviti popravljeno nominacijo. Če tega ne stori, bo nominacija v celoti zavrnjena.

2.4.2 Potrditveno poročilo (Confirmation Report)

Dokument (na sliki 16) se uporablja za potrjevanje prijavljenih voznih redov. Sistemski operater ga trgovcu pošlje ob zaključku vsakega kroga usklajevanja voznih redov, vanj pa dodaja posle s posamezne meje, ki se je preverjala. Poleg tega se dokument uporablja tudi za medsebojno potrjevanje voznih redov med sosednjima sistemskima operaterjema.



Slika 16. XML shema dokumenta za potrditve nominacij

V glavi dokumenta so enaki podatki, kot jih je trgovec poslal v svoji prijavi voznega reda, le pošiljatelj in prejemnik sta medsebojno zamenjana.

V nadaljevanju so navedene prijave poslov, ki so že dokončno potrjene (s šifro A88 – *Time series matched*), ali pa se je zanje usklajevanje šele pričelo in imajo zato navedene razloge za napako (A09 – *Time series not matching*).

Primeri napak so enaki kot v predhodnem dokumentu, vsebina serij pa se razlikuje v tem, da so vključene le lastne nominacije trgovca (ni torej nominacij njegovega partnerja v primeru neujemanja), količine prenosov pa so v primeru napak znižane na vrednosti, s katerimi bodo dokončno potrjene, če trgovec ne bo pravočasno uredil prijave posla. Takšne serije imajo dodatno oznako A90 – *Modification proposal*.

Dokument sistemski operater trgovcem pošlje v vmesnih krogih, če je prišlo do spremembe vsebine, kot vmesno poročilo (tip dokumenta A07 – *Intermediate confirmation report*). V zadnjem krogu ga pošlje tudi če ni sprememb, le da spremeni tip dokumenta v zaključni (A08 – *Final confirmation report*) in trgovca s tem obvesti o novem stanju meje. Če so bile pred tem predlagane spremembe nominacij zaradi napak, postanejo te zdaj dokončne, serije pa dobijo oznako A63 – *Time series modified*.

2.5 Testna implementacija

Ob zadnji večji nadgradnji standardov ESS 3.3 in SO-SO Matching 1.0 sem za enega od evropskih sistemskih operaterjev implementiral protokol izmenjave in algoritem za primerjanje voznih redov. Gre za testno implementacijo, ki je služila za preverjanje koncepta in proti kateri so lahko drugi udeleženci trga testirali svoje implementacije sistemov.

Testni sistem sem napisal v jeziku C# in teče na operacijskem sistemu Microsoft Windows Server 2008 R2 in z bazo podatkov SQL Server 2008 R2.

Za transportni nivo pri izmenjavi podatkov je bila uporabljena elektronska pošta (protokola POP3 in SMTP). Možno bi bilo podpreti tudi bolj učinkovite protokole, vendar uporabnikom trenutno bolj odgovarja način komunikacije, kjer lahko v primeru težav kadarkoli vskočijo v pogovor dveh sistemov in ročno pošljejo ustrezen dokument. Nekateri udeleženci trga so namreč s svojo implementacijo še zelo na začetku in svoj vozni red sestavijo v Excelu, ter ga s pomočjo makrojev izvozijo v XML datoteko.

Preverjanje vhodnih XML paketov z XSD shemo oziroma sestavljanje izhodnih je že podprto v razredih XmlReader, XmlWriter in XDocument znotraj .NET okolja.

Shranjevanje podatkov v SQL bazo se je izkazalo za performančno zahteven problem. V prijavi posameznega posla mora namreč udeleženec navesti količino energije za vsak 15 ali 60 minutni interval posebej. To pomeni, da že enostaven dnevni posel nosi 96 števil. Letni posel pa kar 35.040. Ker je udeležencev trga veliko (50 bilančnih skupin na slovenskem trgu) in vsak izmed njih prijavi po nekaj poslov, mora sistem dnevno obdelati okoli milijon pozicij. Količino zapisov v bazi sem zmanjšal z uporabo RLE kompresije. Pri 70% poslov je količina energije enaka skozi cel dan, pri nadaljnjih 28% pa se spremeni največ 2x v dnevu (dnevna ali nočna tarifa), zato je prihranek velik. Druga izboljšava je uporaba tabel kot parameter SQL proceduram. Namesto klicanja procedur za vpis vsake vrstice posebej, se pokliče le enkrat z vsemi parametri. Propagacijski čas pri komunikaciji z bazo na istem ali sosednjem strežniku je sicer majhen, vendar pri taki količini podatkov lahko pomembno upočasni procesiranje.

Primerjanje zbirk podatkov in iskanje odstopanj se izvaja v glavnem pomnilniku računalnika. Podatki so shranjeni v vgrajenih razredih (List, Dictionary, HashSet), za iskanje sem uporabil tehnologijo LINQ oz. lambda izraze.

Testni sistem je bil v uporabi 1 leto. Po uspešnem zaključku smo izvorno kodo z nekaj izboljšavami prenesli v produkcijsko različico našega sistema za sestavljanje in usklajevanje voznih redov.

3 Težave v praksi in predlagane rešitve

Postopki usklajevanja voznih redov so sicer obširno opisani v standardih, vendar je v praksi kar precej odstopanj. V tem poglavju bomo opisali nekaj težav na katere naletimo pri poskusu implementacije procesov v praksi. Pogosto se namreč zgodi, da je kljub enotnemu standardu za vsako mejo potrebna ločena implementacija procesov, saj se lahko med seboj izredno razlikujejo v malih, a kritičnih podrobnostih.

3.1 Verzije standardov

Dokumenti z opisi standardov se pogosto nadgrajujejo. Posamezen sistemski operater ima običajno postavljeno rešitev v skladu s standardom, ki je veljal v času začetka implementacije. To pa lahko hitro privede do težave, ko sosednja sistemska operaterja na skupni meji ne uporabljata iste verzije standarda. V praksi je tako nujno, da ima vsaj eden od operaterjev na voljo bolj agilno ekipo, ki se je sposobna hitreje odzvati in zagotoviti delujočo rešitev, kompatibilno s sosednjim operaterjem.

3.1.1 Procesne spremembe

Novejša verzija standarda le redko prinaša novosti v zvezi s samim procesom. Kadar pa se to zgodi, je potrebno veliko časa in napora, da se aplikacija prilagodi spremembam v procesu, še posebej, ker velja to največkrat le za eno mejo.

Primer procesne spremembe je pošiljanje določenih dokumentov. Tako se je v praksi zgodilo, da je bilo najprej predpisano pošiljanje poročil o anomalijah pri nominacijah sproti. To pomeni, da če je trgovec poslal nominacijo na kapaciteto, ki je sistem ne pozna, potem je bilo potrebno tak dokument zavrniti z negativnim potrditvenim sporočilom (negative acknowledgement). Kasneje se je uveljavilo pravilo, da se dokument vseeno sprejme s pozitivnim potrditvenim poročilom, vendar pa se pošlje še dodatno poročilo o anomaliji, ki vsebuje posel z neprepoznano kapaciteto. Še kasneje se je pravilo spet spremenilo. Zdaj je potrebno še upoštevati, ali je sistemski operater že prejel rezultate dodelitve kapacitet iz vseh relevantnih avkcijskih pisarn. Šele takrat se napačna nominacija lahko zavrne, sicer pa se trgovec samo obvesti, da kapacitete še ni možno preveriti.

Ker lahko na vsaki meji velja drugačno pravilo in ker je na vsaki meji tudi različno število avkcijskih pisarn (samo skupna, ločeno po smeri meje, ali kombinacija), predstavlja to za vzdrževanje aplikacije precejšen zalogaj.

3.1.2 Razlike v šifrantih

Šifre, ki so uporabljene v dokumentih, so navedene v ločenem dokumentu. Verzija dokumenta se izredno hitro povečuje, saj se nabor šifer stalno prilagaja potrebam. Tako kot

implementirana verzija dokumenta, je enako pomembna tudi verzija šifranta, ki je bil implementiran v procesih.

Standardi XML dokumentov večinoma samo priporočajo, katere šifre naj se uporabljajo. Skoraj v vseh primerih pa je dodano, da so dovoljene tudi vse druge šifre. Žal ni nikakršne omejitve, katera verzija šifranta naj se uporablja z določeno verzijo standarda. Tako se v praksi pogosto zgodi, da ekipa, ki posamezen proces implementira kasneje, uporablja šifre, ki jih sosednji operater ne zmore izluščiti iz dokumenta. Pogosto pride do napake že pri preverjanju pravilnosti dokumenta z XML shemo, saj je ta običajno del aplikacije in tako temelji na točno določeni verziji.

V praksi ni druge rešitve, kot da se ekipa, ki je uporabila novejši šifrant, prilagodi starejši verziji, ki jo uporablja sosednji operater. To pa je mogoče doseči na dva načina. V lastni verziji aplikacije lahko preidemo na uporabo omejenega nabora šifer, če s tem ne izgubimo funkcionalnosti. Lahko pa implementiramo funkcijo preslikave, ki pri pošiljanju dokumenta našo kodo prilagodi prejemniku, pri sprejemu pa zamenja pošiljateljevo šifro s takšno, ki jo po standardu pričakuje lokalni sistem.

Primer neujemanja šifrantov je tip seštevanja na italijanski meji. Zaradi starejšega sistema italijanski operater do nedavnega ni mogel sprejemati podrobnih nominacij, temveč je lahko obdelal samo skupne prijave, seštete po tipu PUČPZ. To v praksi pomeni, da je lahko sprejel le po eno dolgoročno oziroma kratkoročno nominacijo. Ker pa so trgovci na avkcijah lahko pridobili po več pravic, je to povzročilo težave pri iskanju parov med več podrobnimi nominacijami na slovenski in eno sumarno na italijanski strani. Zato je bilo potrebno na slovenski strani vpeljati dodatno pravilo, da trgovec oziroma bilančna skupina ne sme prijaviti več kot ene dolgoročne in ene kratkoročne transakcije z istim parom partnerjev. Tako je bilo mogoče spet doseči avtomatsko uparjanje transakcij.

3.2 Nedorečenost standardov

Pri branju dokumentacije dobi bralec občutek, da so postopki tehnično natančno opisani. Vendar se hitro izkaže, da standardi dopuščajo veliko prostora za takšno ali drugačno interpretacijo. To pomeni, da se morata sosednja sistemska operaterja dogovoriti o marsikateri podrobnosti, ki v standardu ni dovolj natančno določena.

Še večjo težavo vidim v tem, da različni dokumenti za isti postopek občasno predpišejo drugačne korake. Opis postopka usklajevanja vozniških redov tako najdemo v vsaj treh dokumentih:

- **ETSO Scheduling System Implementation Guide 3.3:** V dokumentu je na splošno opisan celoten postopek, od izmenjave dokumentov med sistemskim operaterjem in

bilančnimi skupinami oziroma trgovci, do izmenjave dokumentov med sosednjima sistemskima operaterjema.

- **UCTE Implementation Guide for the ETSO Scheduling System 1.0:** V dokumentu je podrobno opisana izmenjava dokumentov med sosednjima sistemskima operaterjema, kot tudi izmenjava dokumentov po celotni UCTE piramidi. Najbolj očitno neskladje med dokumentoma je v predpisanih šifrah razlogov, ki se uporabljajo v potrditvenih sporočilih (Confirmation Document). V praksi smo sprejeli razlago, da se šifre v tem dokumentu uporabljajo samo pri izmenjavi med sistemskimi operaterji in navzgor po piramidi, medtem ko se šifre iz ESS IG 3.3 dokumenta uporabljajo za komunikacijo z bilančnimi skupinami in trgovci.
- **CEE Scheduling Implementation Guide 2.1:** Dokument še podrobneje določa postopek usklajevanja vozniških redov med sistemskimi operaterji centralno evropskega področja, kamor sodi tudi Slovenija oziroma ELES. Žal pa to pomeni, da velja le na avstrijski, ne pa tudi na hrvaški in italijanski meji. Tako so v dokumentu določene ponovitve korekcijskih ciklov in odvzem neusklajenih kapacitet, kar v predhodnih dokumentih ni navedeno. Določene so tudi šifre potrditvenih dokumentov, kjer pa je spet odprt prostor za interpretacijo oziroma za uporabo dodatnih šifer, ki v dokumentu niso navedene.

3.3 Neusklajeni urniki na mejah

Za urnik postopkov na posamezni meji se dogovorita sosednja sistemska operaterja. Tako so odstopanja med urniki lahko ne samo v urah, temveč celo v dnevih, kar povzroča precej dela tako sistemskim operaterjem z več mejami, kot tudi bilančnim skupinam.

Na primeru slovenskega sistema operaterja lahko ugotovimo, da je v precej nezavidljivem položaju. Na vsaki od treh mej se uporablja drugačen urnik usklajevanja.

Avstrijska meja se v celoti ujema s predpisanim postopkom. Teden ima sedem delovnih dni, brez izjem. Vsa usklajevanja vozniških redov potekajo dan vnaprej, tako za dolgoročne kot kratkoročne kapacitete.

Italijanska meja je v postopku usklajevanja s predpisanim postopkom, ki že velja na Avstrijski meji. Bo pa ohranila nekaj posebnosti, na primer dodeljevanje pravic znotraj dneva namesto slovenskega operaterja opravlja v Luxembourg locirana avkcijska pisarna CASC, avkcije pa izvajajo le na vsake 4 ure.

Na hrvaški meji je precej odstopanj, saj se na njej še vedno uporabljajo starejša priporočila. Tako ima teden le pet delovnih dni. Dolgoročne kapacitete je potrebno nominirati že dva dneva vnaprej, dnevne pa se nominirajo dan vnaprej. Tako pridemo do situacije, ko je

potrebno uporabo dolgoročnih kapacitet za ponedeljek prijaviti že v četrtek. Upoštevati moramo tudi praznike, ki lahko dodatno premaknejo sestavljanje voznih redov.

3.4 Različna stopnja avtomatizacije sosednjih operaterjev

V praksi se izkaže, da, kljub vsem sprejetim dokumentom in podpisanim dogovorom, sistemski operaterji v realnosti ne dosegajo zahtevanih standardov. Seveda pa tudi ni mogoče pričakovati, da bi vsi v istem času dosegli popolnoma enako stopnjo operativnosti svojih sistemov.

Primerov neskladij je v praksi veliko:

Na slovensko-hrvaški meji so sistemski operaterji do konca leta 2012 sami izvajali avkcije prenosnih zmogljivosti. Z januarjem 2013 ta posel opravlja CAO GmbH. Istočasno bi bilo potrebno, da se uvede enak postopek usklajevanja voznih redov, kot je predpisan v CEE IG dokumentu in že implementiran npr. na slovensko – avstrijski meji, kjer avkcije opravlja ista pisarna. To je pomembno zato, ker je predpisan postopek sproščanja neporabljenih dolgoročnih kapacitet, ki se nato ponudijo na kratkoročni avkciji. Podoben postopek bi moral veljati tudi za sproščanje kratkoročnih kapacitet in kasnejše avkcije znotraj dneva.

Kljub dogovoru, pa se v praksi proces usklajevanja voznih redov ni izboljšal in še vedno poteka na pol ročno. Slovenski operater ima že od konca leta 2009 ustrezen sistem za procesiranje voznih redov, ki na avstrijski meji omogoča usklajevanje brez posredovanja operaterja. Na hrvaški strani pa se tak sistem kljub drugačnemu dogovoru še ni uvedel.

To od slovenskega operaterja zahteva, da se skuša čim bolj prilagoditi sosedu, kar je delno izvedljivo s spremembami parametrov postopka usklajevanja, delno pa vendarle zahteva tudi ročno posredovanje operaterja. V konkretnem primeru to pomeni, da se namesto štirih avtomatskih ciklov usklajevanja izvede le en. Če ta ni uspešen, je potreben dogovor med operaterjema o odpravi neujemanja in ročni ponovni izvedbi cikla. Prav tako je potrebno sistemu onemogočiti, da bi samodejno odvzel še neporabljene PUČPZ, ampak se ta postopek sme sprožiti le ročno.

Na črnogorsko – srbski meji je razlika v stopnji implementacije standardov še bistveno večja. Črnogorski operater (CGES – Crnogorski elektroprenosni sistem AD) je konec leta 2012 vpeljal moderen sistem za usklajevanje voznih redov, ki podpira najnovejše standarde. Na srbski strani pa imajo starejši sistem, morda tudi nekoliko pomanjkljivo nastavljen. Pri poskusu izmenjave voznih redov se je izkazalo, da srbski operater (EMS – Elektromreža Srbije) ne more sprejeti podrobnih nominacij prenosov. Tako je na tej meji v praksi potrebno vse posle prijavljati kot tip A06 - External trade with unlimited capacity, ki je sicer namenjen izključno izjemam, ki po dogovoru ne potrebujejo dodelitve PUČPZ.

3.5 Način izmenjave dokumentov

Standard ne predpisuje mehanizma za izmenjavo dokumentov. Privzeto je, da vsi udeleženci za izmenjavo lahko uporabljajo elektronsko pošto, zato je to osnovni način izmenjave dokumentov.

Sistemske operaterji so med sabo povezani z zasebnim hrbteničnim omrežjem ETSO Electronic Highway (EH), ki je ločeno od Interneta.

Ostali udeleženci komunicirajo s sistemskimi operaterji preko Interneta.

Če je sistemski operater nedosegljiv preko Interneta oziroma EH, si je dokumente možno izmenjevati tudi s pomočjo faksa ali telefona. V takem primeru bo sistemski operater sam ročno vpisal podatke dokumenta v sistem.

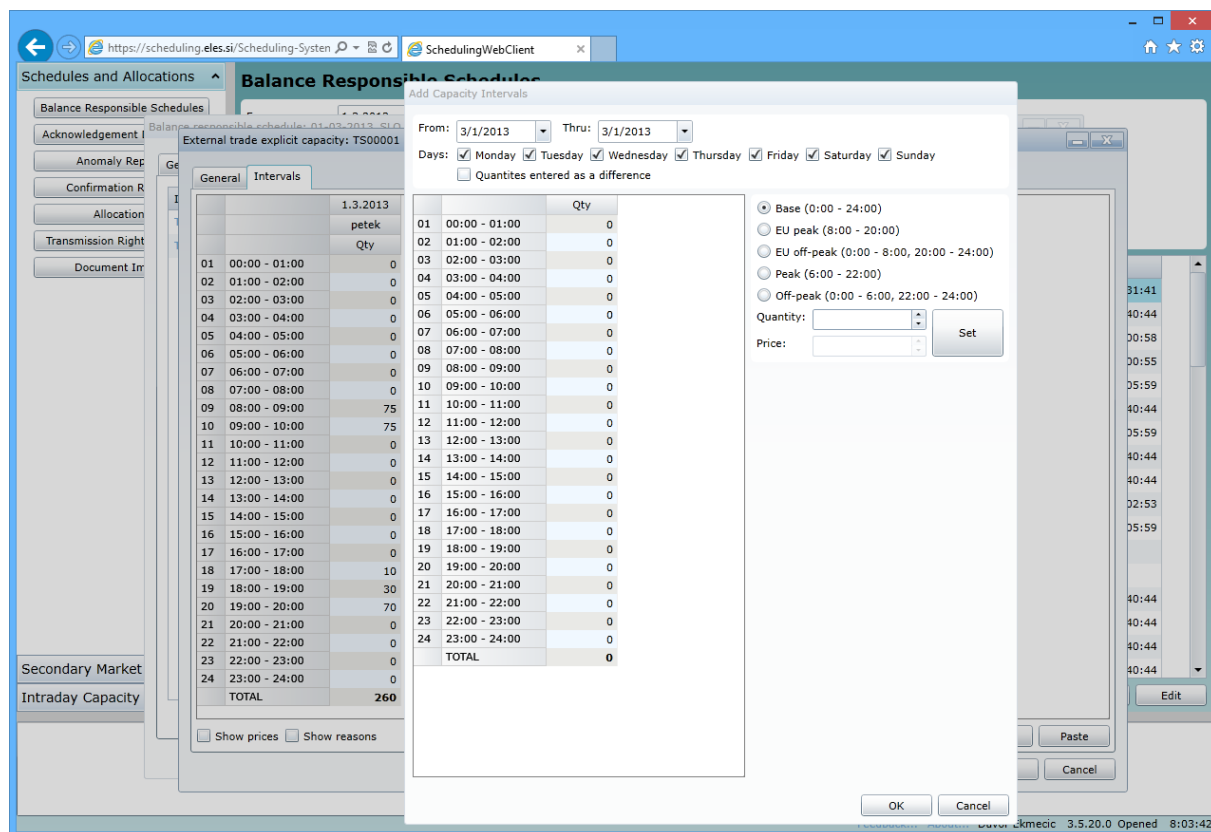
Alternativa elektronski pošti je izmenjava dokumentov preko ftp strežnikov, ki se v praksi uporablja nekoliko redkeje.

Najbolj primerna bi bila izmenjava dokumentov preko spletnih storitev, saj bi na ta način lahko implementirali transakcijsko potrjevanje sprejema dokumenta. Žal pa trenutno še ni določenega standardnega vmesnika, ki bi bil pripravljen za uporabo.

V razvoju je komunikacijski standard MADES, ki naj bi v prihodnosti omogočil zanesljivo in varno izmenjavo dokumentov med poslovnimi aplikacijami.

ELES dodatno omogoča ročni vpis dokumentov preko spletne strani. Tak način je namenjen predvsem tistim uporabnikom, ki nimajo lastnega zalednega sistema za izmenjavo dokumentov ali pa njihov sistem ne podpira določenega tipa dokumenta.

Primer ekrana za vnos nominacije je prikazan na sliki 17.



Slika 17. Aplikacija za spletni ročni vnos voznih redov, ki jo nudi ELES

Idealno bi bilo, če bi za vse systemske operaterje veljal skupen standard transakcijske oddaje dokumentov preko spletnih storitev, saj bi s tem omogočili trgovcem, da to na enostaven način implementirajo v svoje zaledne sisteme. Ob tem je potrebno pripomniti, da posamezen trgovec sodeluje na več trgih, kot pa ima povprečen systemski operater mej. Zato je za trgovca neusklajenost standardov še toliko bolj moteča.

3.6 Identifikacija in avtentikacija zunanjih udeležencev

Identifikacija udeleženca pomeni, da prepoznamo veljavno identiteto udeleženca. Pri dokumentu gre za EIC kodo pošiljatelja, ki jo preverimo s spiskom šifer vseh znanih organizacij.

Avtentikacija udeleženca pomeni preverjanje ali je prepoznani udeleženec res ta, za katerega se izdaja.

Ker celoten postopek temelji na izmenjavi dokumentov je pomembno, da vemo, od koga smo dokument sprejeli. Za to pa niso dovolj le predvidena polja za določanje pošiljatelja v dokumentu. Na ta način lahko določimo le šifro pošiljatelja. S tem pa ni zagotovljeno, da je

točno ta pošiljatelj dokument tudi poslal. Pošiljatelj je torej le identificiran, ni pa tudi avtenticiran.

V nekaterih primerih je to celo zaželeno, saj lahko tako sistemski operater v imenu trgovca sestavi vozni red ali zahtevo za rezervacijo kapacitet in dokument posreduje v sistem. Gre za notranjega uporabnika, ki je prijavljen neposredno v sistem in zanj tudi preverimo, da sme posredovati dokumente v imenu tretjih oseb.

Avtentikacija uporabnikov sistema je izvedena s preverjanjem osebnega certifikata ali gesla. Vendar pa večina izmenjav dokumentov poteka z uporabniki, ki niso prijavljeni v sistem.

Pri pošiljanju dokumentov preko elektronske pošte ni predpisan postopek, ki bi verodostojno zagotavljal avtentikacijo pošiljatelja. Lahko bi sicer s certifikatom podpisali dokument ali celotno elektronsko sporočilo, a v praksi se je izkazalo, da nekateri udeleženci trenutno (še) ne morejo podpreti pravilne izpeljave takšnega postopka.

Ker izmenjava dokumentov med sistemskimi operaterji načeloma poteka preko varnega omrežja EH, lahko pri njih do neke mere zanemarimo problem avtentikacije. Pri ostalih uporabnikih pa je toliko bolj pereč.

Zunanji uporabniki (avkcijske pisarne, trgovci, vodje bilančnih skupin) pošiljajo dokumente preko javnega Internet omrežja z uporabo standardne elektronske pošte. Tu je veliko možnosti za zlorabo, saj lahko kdorkoli preprosto pošlje katerikoli dokument v imenu kogarkoli.

Ker trgovci večinoma niso pripravljeni na implementacijo digitalnih podpisov, je ELES v praksi omejen na preverjanje elektronskega naslova pošiljatelja sporočila. Ob sprejemu se preveri, da je naslov pošiljatelja vpisan v šifrantu dovoljenih naslovov (identifikacija), nato pa še, ali ta naslov pripada stranki, ki je navedena kot pošiljatelj v dokumentu (avtentikacija). Zavedamo se, da je naslov pošiljatelja možno ponarediti. Delno to težavo zmanjšuje odgovor, ki ga vedno pošljemo tudi na uradni elektronski naslov pošiljatelja dokumenta. Tako je stranka, v imenu katere je nekdo poslal ponarejen dokument, o tem vsaj obveščena in lahko hitro ukrepa.

ELES-ov sistem omogoča, da stranke uvozijo dokumente v sistem tudi preko spletne aplikacije. Za uporabo le-te pa je potrebna prijava z osebnim certifikatom, ki ga izda ELES. V sistemu lahko za posamezno stranko na njeno željo onemogočimo sprejem dokumentov po elektronski pošti. Tako zagotovimo, da so dokumenti stranke, čeprav brez digitalnega podpisa, sprejeti le po varni poti.

V prihodnosti bo težave s preverjanjem izvora dokumenta reševal prej omenjeni standard MADES.

3.7 Neusklajene ure sistemov

Korekcijski cikli med sistemskimi operaterji so omejeni s strogo določenimi časi. Zgodi pa se, da kateri od sistemov začne zaostajati ali prehitevati, kadar se ne more sinhronizirati z enim od NTP strežnikov. To pa lahko povzroči težavo pri usklajevanju dokumentov.

Na začetku je standard usklajevanja voznih redov predvideval, da ob določenem času I/P operater pošlje, R/M partner pa sprejme vozni red in nato odgovori še s svojim. Hitro se je pokazalo, da takšna rešitev ni dobra, saj se je v praksi zgodilo, da je čas na strežniku I/P partnerja prehiteval ali na strežniku R/M partnerja zamujal. V tem primeru je dokument prispel pred pričakovanim časom in sistem ga je zavrnil z razlogom A57 – Gate not open. Zato je nova verzija standarda predpisala, da opa operaterja ob določenem času pošljeta svoja vozna reda. Če v roku pet minut ni potrditve sprejema, se pošiljanje ponovi. Če tudi v drugo ni potrditve, sistem zaključi samodejno izmenjavo in preide v ročno delovanje.

4 Sklepne ugotovitve

Razvoj sistema za načrtovanje in spremljanje prenosov električnem prenosnem omrežju predstavlja zanimiv problem za razvijalca programske opreme. Na eni strani gre za velike količine podatkov in resne posledice v primeru nedelovanja, na drugi strani pa za izrazito nišni produkt, ki se razvija za eno ali v najboljšem primeru nekaj strank.

Pri razvoju prototipa in spremljanju delovanja sem pridobil veliko spoznanj o načrtovanju izmenjave podatkov. Kljub obsežnim specifikacijam, ki so bile podprte z XSD shemami podatkovnih paketov, usklajevanje podatkov z novimi odjemalci nikoli ni uspelo v prvem poskusu. Partnerji so imeli veliko težav na vseh področjih, od napačno formatiranih paketov, nepravilne uporabe šifrantov, do bolj zahtevnih, kot je zamik podatkov zaradi različnih časovnih con.

Odločitev za razvoj prototipa in testiranje s čim več partnerji se je izkazala za zelo koristno. Naslednji korak k izboljšanju kvalitete teh sistemov bi bila priprava testnih scenarijev in uvedba certifikacije. Na nekaterih drugih področjih (npr. pri izmenjavi finančnih podatkov z borzami) se razvijalec novega sistema prijavi na preizkus, testna hiša mu sporoči testni scenarij in opazuje izmenjavo podatkov, ki mora biti enaka predpisani. Če je vse v redu, dobi sistem potrdilo o skladnosti.

Komercialno zanimiva bi lahko bila tudi izdelava komunikacijske knjižnice za izmenjavo vozniških redov. Testiranje komunikacij je bolj zahtevno od testiranja običajnega poslovnega programa in vključitev take knjižnice bi poenostavila razvoj marsikaterega sistema. Vendar tak projekt že presega okvir diplomske naloge in zmožnosti enega programerja, zato bom z njim morda nadaljeval v okviru našega podjetja.

5 Kazalo slik

Slika 1. Člani organizacije ENTSO-E (vir: ENTSO-E).....	3
Slika 2. Visokonapetostni daljnovodi v Sloveniji, za katere skrbi ELES (vir: ELES)	4
Slika 3. SCADA ekran v nadzornem centru (vir: blogspot.com)	7
Slika 4. Diagram usklajevanja voznih redov	8
Slika 5. Izračun razpoložljivih prenosnih zmogljivosti (vir: ENTSO-E).....	9
Slika 6. Celovit pregled postopka sprejema nominacij (vir: ENTSO-E).....	10
Slika 7. Prijava voznega reda trgovca ali bilančne skupine na strani trgovca	11
Slika 8. Sprejem voznega reda trgovca ali bilančne skupine na strani systemskega operaterja	12
Slika 9. XML shema dokumenta za prijavo voznih redov.....	13
Slika 10. XML shema dokumenta za potrditev prejema najave voznega reda	16
Slika 11. Enostranski prikaz operacij usklajevanja voznega reda systemskega operaterja	18
Slika 12. Primer ekrana za medoperatersko usklajevanje pri systemskem operaterju ELES ...	19
Slika 13. Podroben postopek usklajevanja voznih redov (vir: CEE IG 2.1).....	20
Slika 14. Primer ekrana za ročno usklajevanje nominacij pri systemskem operaterju ELES ..	21
Slika 15. XML shema dokumenta za poročanje o anomalijah	22
Slika 16. XML shema dokumenta za potrditve nominacij.....	24
Slika 17. Aplikacija za spletni ročni vnos voznih redov, ki jo nudi ELES	32

6 Literatura

- [1] ENTSO-E, „ENTSO Scheduling System (ESS) Implementation Guide 3.3,“ 23.4.2009

Dostopno na:

https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/edi/library/schedulev3r3/documentation/ess-guide-v3r3.pdf

- [2] ELES, „Sistemska obratovalna navodila za prenosno omrežje električne energije,“ 2012.

Dostopno na: <http://www.eles.si/files/eles/userfiles/vsebina-dokumenti/e-SONPO.pdf>

- [3] ENTSO-E, „ENTSO-E Acknowledgement Document (EAD) Implementation Guide,“ 4.22.2010

Dostopno na: https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/edi/library/acknowledgement-v5r1/acknowledgement-v5r1.pdf

- [4] ENTSO-E, "ENTSO-E General Codelist for Data Interchange," 8.2.2013

Dostopno na: https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/edi/library/core/entso-e-code-list-v23r0.pdf

- [5] ENTSO-E, „The ENTSO-E Core Components Schema Documentation 22.0,“ 19.11.2012

Dostopno na: https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/edi/library/core/entso-e-core-cmpts-v22r0.docx

- [6] ENTSO-E, „ENTSO-E Capacity Allocation and Nomination System (ECAN) Implementation Guide 5.0,“ 10.7.2008

Dostopno na: https://www.entsoe.eu/fileadmin/user_upload/edi/library/ecan-v5r0/ecan-guide-v5r0.pdf