

INSTRUMENTE SOFTWARE DE PLANIFICARE ȘI ANALIZĂ A REȚELELOR ȘI SISTEMELOR ENERGETICE, APĂ, GAZE NATURALE ȘI ÎNCĂLZIRE CU GAZE

Capabilități și funcționalități pentru o expertiză inginerească performantă

Dr. ing. Luigi BUSARELO¹, Dr. ing. Giatgen COTT¹, Ing. Eugen TIRON²

¹ Neplan AG – Elveția, ² EOX Advanced Solutions România

REZUMAT. Aplicațiile software NEPLAN sunt instrumente de planificare a rețelelor și sistemelor energetice, apă, gaze naturale și încălzire cu gaze. Nici un alt instrument software din piață nu furnizează atât de multe capabilități și funcționalități de analiză pentru sistemele electrice de generare, transmitere, distribuție, rețele electrice industriale, maritime și offshore. Cea mai prietenoasă și intuitivă interfață de utilizare și grafica performanță. Deși NEPLAN oferă toate capabilitățile de care ai nevoie pentru modelarea și simularea sistemelor energetice, NEPLAN este mai ușor de a fi utilizat decât alte instrumente software comparabile. Algoritmi avansați pentru analiza sistemelor AC/DC monofazate și trifazate (ne)echilibrate. NEPLAN oferă vaste biblioteci de modele cu mii de elemente de rețea compuse din relee, motoare, excitatoare, turbine, regulatoare speciale pentru puterea vântului și echipamente FACTS etc

Cuvinte cheie: instrumente de planificare, NEPLAN.

ABSTRACT. Software NEPLAN applications are tools for planning networks and energy systems, water and gas heating. No other tool on the market provides so many analysis functions for transmission, distribution, industrial, marine and offshore networks. The most user friendly and powerful user interface. Although NEPLAN offers all calculations needed for power system computation, it is easier to use than other comparable tools. Advanced algorithms for 1-phase and (un)balanced 3-phase AC/DC systems. NEPLAN offers extensive model libraries with thousands of elements consisting of relays, motors, exciters, turbines, special controllers for wind power and FACTS etc.

Keywords: planning tool, NEPLAN.

1. NOTIUNI GENERALE INTRODUCIVE CU REFERIRE LA SEE [1]

Sistemul electroenergetic, ca parte componentă a sistemului energetic, la rândul lui subsistem al eco-socio-sistemului național, prezintă o serie de trăsături particulare care determină abordări și tehnici de studiu specifice.

Dintre caracteristicile tehnico economice ale SEE enumerăm [1]: sunt sisteme mari, cu structură complexă din punct de vedere al extinderii în spațiu și al interacțiunii continue între subsistemele componente, cuprind sute / mii de noduri la care sunt racordate centralele electrice (GS) și zonele de consum (ZC), au distanțe mari de transport între centralele electrice și zonele de consum, au un număr mare de componente precum elemente dina-

mice (turbine, generatoare, motoare) și elemente statice (transformatoare, linii electrice de medie tensiune (MT), de înaltă tensiune (IT) și joasă tensiune (JT). O caracteristică importantă este aceea că proiectarea și exploatarea SEE sunt interdependente; astfel extinderea sau analiza acestora implica eforturi economice și durată mari. Proiectarea SEE înseamnă soluții de dezvoltare și utilizare optimă a instalațiilor existente, iar Exploatarea SEE nu se referă la un sistem finalizat ci la unul aflat într-o continuă dinamică. Energia electrică produsă de SEE, neînmagazinându-se, este necesar ca în fiecare moment să se asigure consumul cu producția de energie electrică, alimentarea continuă a zonelor de consum trebuie realizată cu menținerea calității energiei electrice: tensiunea și frecvența. O caracteristică importantă o reprezintă necesitatea conducerii optimale a SEE (tehnic și economic)

astfel optimizarea regimurilor de funcționare – urmărește asigurarea funcționării sigure din punct de vedere tehnic și eficiente din punct de vedere economic. SEE este un sistem dinamic, supus unor perturbații de diferite amplitudini și cu diferite evoluții în timp, care pot afecta resursele și capacitatea de a-si îndeplini alimentarea consumatorilor.

Evidențierea acestor caracteristici ne arată că în SEE sunt necesare abordări complexe și pretentioase privind: analize ale regimurilor de funcționare, de proiectare, planificare, siguranță în exploatare și control.

Direcțiile de dezvoltare ale SEE[1] urmăresc: obiective de natură tehnică precum: siguranță, fiabilitate, complementaritate în asigurarea cererii consumatorului, obiective de natură economică precum: asigurarea prețului de cost minim al energiei electrice, un management eficient al resurselor primare precum: energii regenerabile, obiective de protecția mediului

Direcțiile prioritare pentru SEE sunt acelea care urmăresc exploatarea și dezvoltarea lui. Dintre acestea enumerăm: asigurarea alimentării cu energie electrică a consumatorului, modificări în organizarea activității de producere, transport, distribuție și furnizare a energiei electrice; crearea SEE interconectate care să asigure gestionarea optimă a parcului de producție, crearea unei piețe unice de energie (ENTSOE). O altă direcție este determinată de apariția tehnicilor noi în transportul energiei electrice care înlocuiesc mijloacele tradiționale de coordonare și supraveghere ale SE interconectate. Acestea sunt: transportul energiei electrice la tensiune continuă – traze mari de energie electrică pe distanțe mari HVDC (High Voltage Direct Current) și dezvoltarea dispozitivelor FACTS (Flexible Alternating Current Transmission System) cu rol în controlul circulației de putere și îndeplinirea condițiilor de siguranță în funcționare (electronica de putere a revoluționat proiectarea și ingineria acestor echipamente). Utilizarea unor sisteme informatice complexe, flexibile și eficiente constituite din rețele de calculatoare de proces interconectate prin sisteme de comunicații moderne cum este sistemul SCADA și apariția Software energetic adecvat, este o altă direcție. Rezolvarea sarcinilor de conducere operativă a SEE implică utilizarea: tehnicilor clasice, bazate pe calcule algoritmice și a tehnicilor noi, având ca suport experiența și cunoștințele acumulate de specialiști în domeniul electroenergetic.

Cerintele impuse în funcționarea SEE[1] Proiectarea și exploatarea SEE are la baza necesitatea asigurării tuturor condițiilor pentru alimentarea consumatorilor cu energie electrică. Preocupările pentru îndeplinirea acestui deziderat capătă interes sporit datorită următorilor factori de ordin tehnic și economic și anume exigența consumatorilor, eficiența

economică în funcționare și cerințe ecologice și de integrare în eco-socio-sistem a SEE

Exigența consumatorilor în ceea ce privește siguranța în alimentare și calitatea energiei electrice. Relația contractuală dintre furnizorul de energie și consumator reclama existența perturbatorului și unui perturbat din care rezultă și responsabilitățile fiecărei părți. Pretensiile consumatorului se referă la satisfacerea următoarelor cerințe:

– continuitatea în alimentarea cu energie electrică – a se asigura alimentarea fără întreruperi sau la un nivel admis indiferent de regimul sau starea sistemului.

– calitatea energiei electrice – aceasta este evidențiată de indicatorii specializați în funcție de respectarea condițiilor referitoare la caracteristicile unde de tensiune, prin variațiile de frecvență și variațiile amplitudinii unde de tensiune, de modificarea formei de undă a tensiunii – regimul deformat, de nesimetria sistemului trifazat – regimul nesimetric – încărcarea inegală a celor trei faze ale sistemului.

– eficiența economică în funcționare cu cheltuieli minime și randamente optime în producerea, transportul și distribuția energiei electrice – reducerea cheltuielilor de investiții respectând restricțiile de siguranță în alimentare și de calitate a energiei electrice, precum și reducerea pierderilor de putere pe elemente din sistem (aparate performante și exploatarea rațională) posibil de realizat prin determinarea prin calcule a unor regimuri optime de funcționare

– cerințe ecologice și de integrare în eco-socio-sistem – urmăresc: măsuri de ordin legislativ; măsuri de reglementare a utilizării resurselor energetice; măsuri de ordin tehnologic – reducerea emisiilor

Regimuri și stări de funcționare ale SEE. Sunt prezentate în tabel:

Criteriul	Variația în timp a marimilor	Gradul de afectare al fazelor	Natura regimului în raport cu operatorul
Regimurile SEE	Staționare	Simetrice	Normale
	Tranzitorii	Nesimetrice	De avarie

Regimul staționar simetric normal este regimul permanent de funcționare al SEE

Calculul și analiza regimului permanent este o necesitate în activitatea de planificare a dezvoltării sistemului (se stabilește configurația rețelelor electrice) și activitatea de exploatare (se găsește soluția optimă de funcționare)

Securitatea unui SEE reprezintă capacitatea sistemului de a funcționa normal și când apar contingente (accidente). Stări de funcționare ale SEE sunt:

1) normală (regim admisibil – tensiuni la borne și restricții termice în limite); se recomandă acțiuni preventive;

2) **de alertă** (restricțiile tehnologice nerespectate); se urmărește funcționarea pe timp limitat;

3) **de urgență** (scade frecvența, valori limită ale tensiunii admisibile, pierderea sincronismului la generatoare Sincron); SEE se aduce la starea de alertă pentru funcționare;

4) **starea de restaurare**; nu mai este posibilă satisfacerea alimentării cu energie electrică

2. SISTEME INFORMATICE DE PROIECTARE ȘI ANALIZĂ A SEE[1]

Considerații generale. Dimensiunile extrem de mari ale sistemelor electroenergetice, cu un număr mare de componente ce se interconstrucionează, complexitatea proceselor de luare a deciziilor în fazele de proiectare, planificare, dezvoltare și conducere operativă au făcut ca domeniul energetic să fie unul dintre cei mai intensi utilizatori de tehnică de calcul.

Tendențele moderne în conducerea și managementul SEE de putere se manifestă în două categorii de activități ale dispecerilor energetici.

Prima categorie, *de planificare-dezvoltare*, în cadrul căreia se urmărește *proiectarea de noi stații și linii electrice de transport și distribuție, planificarea schemei normale de funcționare, planificarea lucrărilor de mentenanță ale instalațiilor de producere, transport și distribuție, planificarea elementelor de reglaj automat și a protecțiilor*. Aceste tipuri de activități implică analiza unui număr mare de variante constructive, iar aprecierea soluțiilor este subordonată criteriilor de ordin tehnic, economic, de mediu și sociale. Trebuie să reținem că un SEE nu se proiectează în întregime o singură dată, el fiind un ansamblu în continuă dezvoltare. Se integrează noi surse de generare, se adaugă noi linii de transport, apar noi surse de putere reactivă. Activitățile de planificare-dezvoltare ale SEE se bazează pe: *calculul circulațiilor de puteri* – analiza regimurilor de funcționare staționare, *studii de stabilitate statică* – definesc variantele de extindere și interconectare, *calculul și repartitia elementelor de control și reglaj al tensiunii* - *programe de analiză a stabilității tranzitorii* – apreciază comportarea SEE la perturbații.

A doua categorie de activități este *de conducere operativă*. Este o activitate specifică SEE, condusă prin dispeceri pe unități specializate, asigurându-se funcționarea SEE în condiții de siguranță, calitate, economicitate: *activități în timp real (regim on-line)* – se desfășoară simultan culegerea și înregistrarea datelor, reglajul de tensiune și putere reactivă, reconfigurări, reglaj de frecvență; *activități în timp real extins (regim in-line)* – decizii după prelucrarea de date culese în timp real, anterior momentelor de decizie, care conduc la optimizarea regimului de

funcționare, configurație optimă a rețelei, setare parametri ai sistemului de protecție și automatizare; *activități în afara timpului real (regim off-line)* – activități de planificare viitoare, analize de contingente, instruire operatori.

Conducerea operativă a SEE este activitatea care reclamează utilizarea sistemelor informatice moderne. Obiectivul acestora este de a oferi utilizatorului suficiente informații și facilitati de comandă pentru a exploata rețeaua electrică, rețelele de gaze, de încălzire, de apă, în condiții de siguranță, securitate și economicitate. Având în vedere funcțiile pentru care sunt concepute, sistemele informatice pentru conducerea operativă a sistemelor electrice de transport și distribuție a energiei electrice (la fel și pentru rețelele de gaze, de încălzire, de apă) sunt reprezentate de următoarele categorii de sisteme: **SCADA** = sisteme de supraveghere, conducere și achiziții de date (Supervisory Control And Data Acquisition); sisteme de conducere ghid-operator care în funcție de obiectivul energetic deservit pot fi de tip **EMS** (Energy Management Systems) – destinate sistemelor electrice de putere(transport), **DMS** (Distribution Management Systems) – destinate sistemelor de distribuție a energiei electrice, **LMS** (Load Management Systems) – destinate marilor consumatori industriali, **MMS** (Market Management System) – destinate conducerii pieței de energie.

Sistemele de conducere ghid-operator sunt sisteme de conducere de tip decizional atașate unui sistem SCADA, care utilizează informațiile prelevate de acesta, pe care le prelucrează cu pachete de programe de mare complexitate, cu ajutorul funcțiilor - aplicații de analiză.

Elaborarea de programe pentru aceste sisteme decizionale urmărește direcțiile următoare:

- *informarea și avertizarea operatorilor prin culegerea, înregistrarea și monitorizarea datelor de referință la starea sistemului;*

- *asistarea operatorilor în luarea deciziilor privind efectuarea unor manevre operative și stabilirea de reglaje pe echipamente;*

- *analize pe baza estimării evoluției sistemului, a regimurilor de funcționare viitoare;*

- *indicarea măsurilor pentru optimizarea regimului de funcționare.*

Spre deosebire de sistemele SCADA, sistemele de conducere EMS și DMS pun accentul pe partea de programare, care are o pondere considerabilă în efortul de implementare a acestor sisteme. Un sistem de tip DMS, EMS, sau LMS are ca infrastructură informatică un sistem SCADA și de aici denumirile uzuale de DMS/SCADA, EMS/SCADA, folosite în mod curent pentru a desemna un sistem informatic pentru conducere operativă în cadrul unui dispecer de distribuție, teritorial sau central.

Funcțiile sistemului EMS și DMS sunt:

– *prelucrarea topologiei rețelei* – construiește modelul de rețea prin noduri și laturi conectate conform situației reale din teren pe baza datelor achiziționate în timp real.

– *estimatorul de stare* – funcție complexă care oferă o soluție completă a rețelei (tensiuni, puteri, în noduri); validează sau invalidează mărimile măsurate.

– *analiza contingentelor* – se verifică dacă o anumită contingentă ar putea conduce la regimuri de supraîncărcare sau la tensiuni în afara limitelor admisibile; analiza se poate face pe baza estimărilor;

– *reglajul de tensiune* – se vizează minimizarea pierderilor de putere activă pe elementele de rețea fără supraîncărcare și fără ca tensiunea în noduri să depășească limita admisibilă;

– *analiza scurt-circuitelor* – pentru a determina nivelul curenților de scurtcircuit în rețele electrice de transport și distribuție (scurtcircuitele trifazate care conduc la valori mari ale curenților de scurtcircuit);

– *calculul circulației de puteri* – se execută la cererea utilizatorului pentru analiza diverselor regimuri de funcționare ce pot fi anticipate pe baza curbei de sarcină a sistemului sau a programului de conectări și deconectări de echipamente; se furnizează datele necesare pentru: *analizele de contingente / analiza scurtcircuitelor / optimizarea circulației de puteri*.

3. NEPLAN SOFTWARE – UN INSTRUMENT EFICIENT DE PROIECTARE ȘI SIMULARE A SISTEMELOR ELECTROENERGETICE

Software NEPLAN – *Network Planning and Information System* – este un pachet de programe dedicat pentru proiectarea, simularea și analiza rețelelor și sistemelor electroenergetice folosind calculatoarele personale. Acesta pune la dispoziția utilizatorilor un set de instrumente puternice și eficiente de modelare și calcul în domeniul energetic, care permit rezolvarea problemelor din faza de proiectare până în fază de exploatare. Este dezvoltat de compania Neplan AG (ex BCP Busarello+Cott+Partner AG) (www.meplan.ch) și reprezintă un mediu integrat de programe de proiectare și optimizare, cu aplicabilitate largă în domeniile sistemelor electrice, de gaz și apa.

NEPLAN reprezintă un program informatic necesar în ingineria și managementul transportului și distribuției energiei electrice. Software NEPLAN prezintă următoarele *facilități*: grafice de editare a elementelor și generare a schemelor de conexiuni, computaționale deosebite privind proiectarea echipamentelor, analiza regimurilor de funcționare a siste-

melor electrice, și modelarea rețelelor electrice cu un număr de noduri (50, 300, nelimita) și laturi în funcție și de capacitatea calculatorului.

Programul NEPLAN stă la baza studiilor regimurilor de funcționare ale sistemelor naționale și regionale ale sistemului european unificat ENTSOE (European Network of Transmission System Operators for Electricity)

Module de calcul NEPLAN. Pachetul de programe NEPLAN este structurat, în configurația de bază, pe următoarele sisteme integrate: *sistemul de editare grafică* (Graphical Database Editor), cu ajutorul căruia se editează modelul fiecărui echipament în parte, parametrii de intrare și schema de conexiuni a rețelelor electrice ce urmează a fi analizată; *sistemul de instrumente de simulare și analiză a rețelei electrice* (Calculation Module), care cuprinde aplicațiile (module) pentru analiza regimurilor de funcționare ale rețelelor electrice.

Pachetul de programe NEPLAN permite utilizarea facilităților legate de: *compatibilitatea cu programele pentru editarea bazelor de date*; în acest mod există posibilitatea creării unei baze de date unice, în jurul căreia se dezvoltă toate aplicațiile software; *sistemul de management al datelor* (Data Management System), care permite introducerea, editarea, transferul și organizarea datelor topologice și a parametrilor rețelelor electrice; *interfațarea destinată conducerii operative în timp real a sistemelor SEE* cu sistemele standard SCADA și GIS (Geographic Informatic System).

Sisteme de interfațare a programului NEPLAN. Programul NEPLAN permite interfațarea cu următoarele aplicații externe:

– *capabilitati de import/export și management al reprezentărilor rețelelor electrice conform standardului IEC Common Information Model (IEC61970-EMS/61968-DMS);*

– *importul/exportul datelor în format ASCII;*

– *exportul datelor și rezultatelor sub formă de baze de date;*

– *fișiere *.dxf;*

– *fișiere în format grafic *.bmp, *.pcx, *.tif;*

– *importul / exportul datelor sub forma baze de date (MS-Excel), fișiere de tip: *.edt, *.ndt;*

– *salvarea fișierelor sub formă de fișiere de tip *.zdb.*

Pachetul de programe NEPLAN conține:

– **module Standard:** Load Flow, Contingency Analysis, Short Circuit Analysis, Harmonic Analysis, Motor Starting, Line Parameter Calculation, Network Reduction;

– **module de Optimizare:** Optimal Power Flow (Transmission Network), Optimal Distribution Network, Optimal Separation Points, Optimal Capacitor Placement, Investment Analysis (present value);

– **module de stabilitate:** Voltage Stability (Modal Analysis, PV-, QV-curves) Sensitivity Analysis, Transient Stability, Small Signal Stability (Modal Analysis);

– **module de protecție:** Selectivity analysis (over current relay coordination), Distance Protection, Fault Finding;

– **fiabilitate și întreținere:** Reliability Analysis Optimal Maintenance Planning

Sistemul NEPLAN posedă o serie de caracteristici care îi conferă atractivitate și facilități în manipulare:

- Sistemul grafic NEPLAN este un sistem deschis – permite să se adauge modele și pictograme din baza de date NEPLAN și din baza de date proprie, creată de utilizator; este echipat cu un sistem de informare și instruire tip *on line help*, prezintă informația în timp real asupra fiecărei aplicații activate de utilizator, flexibilitate în introducerea datelor nodale și de rețea, se pot crea simultan fișiere cu date de intrare și scheme monofilare de conexiuni.

- Interfața grafică NEPLAN asigură legătura dintre utilizator și programul de execuție, permițând îndeplinirea următoarelor funcții: *editarea schemei de conexiuni a rețelei supusa studiului; editarea fișierelor de date; pregătirea executiei programelor pentru aplicații similare; analiza managementului datelor; coordonarea acțiunilor comandate de către utilizator.*

Aplicații ale sistemului informatic NEPLAN. Din simularea și analiza regimurilor rețelelor electrice enumerăm: *calculul circulației de puteri regim permanent* (Load Flow); *optimizarea circulației de putere* (Optimal PowerFlow); *analiza stabilității de tensiune* (Voltage stability); *analiza la scurt circuit* (Short Circuit Analysis); *coordonare și simulare a protecțiilor* (Overcurrent Protections); *Analiza și simularea regimurilor tranzitorii* (Dynamic Analysis); *managementul întreținerii echipamentelor* (OMP).

Cerintele sistemului NEPLAN:

- **hardware:** Pentium III 1 GHz sau mai rapid, 1 GB RAM minimum, 4 GB recomandat, Rezoluția placă grafică 1024 x 768 sau mai mare;

- **sistemul de operare:** Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8;

- **imprimanta:** toate imprimantele / plottere (A4 – A0) suportate de MS Windows pot fi utilizate;

- **instalare:** de pe CD-ROM sau prin descarcare din NEPLAN FTP-Server în variantele de instalare Single User sau Instalare în rețea ;

Analiza de scurt circuit (<https://www.youtube.com/watch?v=peDjwXIX5ms>) a fost prezentată în expunere. Afișarea acestui video ne arată funcționalitatea modulului scurtcircuit care realizează studii privind funcționarea sistemelor în rețele de curent alternativ(AC) – trifazate și monofazate și curent

continuu (DC), pentru o singură, două (cu și fără conexiuni terestre) și trei faze defecte. Acesta oferă posibilitatea de a simula și calcula defecte de linie sau chiar de utilizare – diferite tipuri de defecțiuni, cum ar fi punerea la pământ a unei faze, defectele între două nivele de tensiune, deschiderea intrerupătorului de circuit etc .

Inginerii de sistem, utilizatorii NEPLAN ai SEE posedă un instrument avansat de dimensionare a rețelei electrice și control al nivelelor de scurtcircuit în rețea. Utilizatorii NEPLAN, prin aceasta analiză, pot înțelege punctele slabe ale rețelei în cazul unor defecte posibile sau reale. Simularea pentru verificarea dimensionării rețelei și pentru calculul aportului curentilor de scurt circuit când se modifică designul rețelei este o aplicație cu aplicabilitate în sistemele zonale de consum, cartiere de locuinte, unități industriale, nave, offshore, amenajări din stațiunile balneo și de odihnă care înregistrează în perioadele de maximă încărcare a rețelelor contingente cu urmări grave în alimentarea consumatorilor .

4. CONCLUZII

1. Instrumentul Software NEPLAN este cel mai complet software pentru utilizatorii din sistemele electroenergetice de generare, transmitere distribuție, rețelele industriale, maritime și offshore precum și rețelele de instalații de gaze naturale, încălzire cu gaze și apă.

2. Este o prietenoasă și intuitivă interfață de utilizare și grafică performantă.

3. Posedă algoritmi avansați pentru analiza sistemelor de curent alternativ și curent continuu monofazate și trifazate neechilibrate.

4. Este un sistem complet deschis pentru import / export spre SQL și ASCII. Utilizatorii NEPLAN au acces complet la datele lor; toată informația grafică este disponibilă în orice bază de date SQL.

5. Biblioteca de Programe NEPLAN (NPL) permite accesarea oricarei date în NEPLAN, direct de utilizatori, prin intermediul de programe scrise în C/C++.

6. Oferă vaste biblioteci de modele cu mii de elemente de rețea, compuse din relee, motoare, excitatoare, turbine, regulatoare, speciale, pentru instalații eoliene, echipamente FACTS, echipamente solare etc.

7. Efectuează analize de date bazate pe risc: analizele siguranței în exploatare a rețelelor electrice, strategii ale reinvestiției, strategii de mentenanță, care îl ajută pe inginerul de planificare de rețea. Oferă modele care au standarde pentru planificarea bazată pe risc.

8. Are cei mai moderni algoritmi și satisface corect și eficient toate temele de simulare dinamică a rețelelor sistemelor energetice de putere moderne (inclusiv energiile regenerabile)

9. Cercetarea în analiza rețelelor și sistemelor electrice se realizează cu NEPLAN TOOLBOX și face posibilă dezvoltarea de noi modele și algoritmi.

10. Instrumentul Software NEPLAN este necesar utilizatorilor din sistemele energetice naționale, cu posibilitatea utilizării lui în sistemele zonale, industriale, offshore, maritime.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Dorin Bica, *Sisteme informatice moderne în electroenergetică*.
- [2] Manual NEPLAN SOFTWARE
- [3] Documentatie și DEMO NEPLAN versiunea 5.55
- [4] ENTSOE - European Network of Transmission System Operators for Electricity.

Despre autori

Dr. ing. **Luigi BUSARELLO**
Neplan AG – Elveția

Fondatorul și directorul general al Companiei Neplan AG din Elveția (www.nwplan.ch) Este dezvoltatorul și proprietarul software NEPLAN. Profesor la Institutul Federal Elvetian de Tehnologie din Zurich. Produsul software Neplan este protejat OMPI și utilizat în peste 3000 de unități industriale din peste 120 de țări.

Dr. ing. **Giatgen COTT**
Neplan AG – Elveția

Fondatorul și directorul tehnic al Companiei Neplan AG din Elveția (www.nwplan.ch). Este dezvoltatorul și proprietarul software NEPLAN. Profesor la Institutul Federal Elvetian de Tehnologie din Zurich. Împreună cu Luigi Busarello a înființat compania privată Busarello+Cott+Partner AG în anul 1988 în Zurich.

Ing. **Eugen TIRON**
Neplan AG – Elveția

Reprezentantul exclusiv în România al Companiei Neplan. Arhitect naval și inginer maritim, membru AGIR din 1975, administratorul firmei EOX ADVANCED SOLUTIONS srl (www.eox.ro), autor a peste 80 de lucrări, invenții și inovații aplicate în domeniul construcțiilor și reparațiilor de nave, proprietar al modelului industrial structura de navă.